



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

**Diseño de sistema de filtración de partículas en planta de
asfalto Multiservicios D&A SAC para reducir índice de
contaminación**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Valverde Anticona, Tomas Fernando (orcid.org/0000-0001-6462-2667)

ASESOR:

Dr. Salazar Mendoza, Anibal Jesus (orcid.org/0000-0003-4412-8789)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO – PERÚ

2022

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a mi hijo que es mi motor de vida y superación.

a mi familia por su esfuerzo ingeniero y apoyo incondicional durante mi proceso de formación profesional.

Agradecimiento

Agradecer primeramente a Dios Todopoderoso por guiarme en el camino correcto, en mis estudios y por préstame muchos años de vida para salir adelante con mis proyectos planteados.

A la universidad cesar vallejo, a la facultad de ingeniería y arquitectura, un agradecimiento muy especial a todos los docentes de mecánica eléctrica que participaron del proceso formativo a lo largo de la vida universitaria donde nos orientaron a ser buenos profesionales al servicio de la sociedad.

A mi papá Antonio, mi mamá Nicolasa a mis hermanos Fermín Luis Anita por estar ahí para darme aliento y consejos de superación.

Al Sr. Rubén Alfaro por permitirme desarrollarme profesionalmente en su empresa.

Índice de contenidos

Carátula.....	ii
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras	vi
Resumen.....	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	20
3.1. Tipo y diseño de investigación	20
3.2. Variables de operacionalización.....	20
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	24
3.5. Procedimientos	24
3.6. Método de análisis de datos	26
3.7. Aspectos éticos.....	26
IV. RESULTADOS	27
V. DISCUSIÓN.....	53
VI. CONCLUSIONES	56
VII. RECOMENDACIONES	57
REFERENCIAS	58
ANEXOS.....	64

Índice de tablas

Tabla 1 Cantidad permitida para emanaciones industriales.....	6
Tabla 2 Diagrama del Proceso.....	12
Tabla 3 Fórmulas de caudal, presión, potencia.....	19
Tabla 4 Procedimiento	25
Tabla 5 Criterios de definición.....	28
Tabla 6 Comparación de alternativas.....	29
Tabla 7 Perdidas en un codo, tramo recto y totales	33
Tabla 8 Especificaciones técnicas estándar termofan.	35
Tabla 9 Resumen de los resultados.....	39
Tabla 10 Resultados de los estudios realizados a la estructura de filtro de mangas con carga uniforme	42
Tabla 11 Propiedades del material.	42
Tabla 12 Tensiones en las vigas.....	42
Tabla 13 Medidas de acero	51
Tabla 14 Presupuesto para llevar a cabo la inversión en la construcción de un separador de partículas en una planta de asfalto.....	52

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Obtención del cemento asfáltico	9
Figura 2. Partes de planta de asfalto	10
Figura 3. Diagrama de flujo.....	11
Figura 4. Separador ciclónico	13
Figura 5. Lavador de gases Scrubber	14
Figura 6. Filtro de mangas	15
Figura 7. Eficiencia de los ventiladores según la dirección de los alabes.	17
Figura 8. Ventilador industrial	18
Figura 9. Parker plant sin filtro	22
Figura 10. Planta de asfalto Marini con filtro de mangas	23
Figura 11. Puntuación de los criterios.....	29
Figura 12. Composición de un filtro de mangas.....	31
Figura 13. Entrada a campana de captación	32
Figura 14. Densidad del gas	33
Figura 15. Ducto para el flujo de gas particulado.....	34
Figura 16. Distribución de los filtros.....	36
Figura 17. Pérdidas de carga.....	37
Figura 18. Características del motor	38
Figura 19. Gráfico de filtración de partículas	40
Figura 20. Dimensionamiento requerido para la capacidad de filtración.	41
Figura 21. Resultados de análisis estático.....	43
Figura 22. Desplazamientos del material.....	43
Figura 23. Deformación unitaria del filtro	44
Figura 24. Resultado del estudio con presión.....	44
Figura 25. Desplazamientos del material por efecto de la presión	45
Figura 26. Deformación del filtro durante la producción	45
Figura 27. Factor de seguridad aplicado al diseño	46
Figura 28. Compresor requerido para la limpieza durante el trabajo de las mangas	46
Figura 29. motor de 60HP para el ventilador de extracción del flujo – gas.....	47
Figura 30. Electroválvulas para limpieza de mangas.....	47
Figura 31. Cuerpo de filtro	48
Figura 32. base porta filtros	49

Figura 33. Área de ductos.....	49
Figura 34. Campana de captación.....	50

Resumen

Esta investigación tiene como propuesta el diseño de un separador de partículas, el equipo seleccionado es un filtro de mangas para la actividad industrial que es la producción de asfalto caliente en una planta mezcladora ubicado en la ciudad de Trujillo. El proyecto está basado en la necesidad de no expulsar material particulado al medio ambiente durante el proceso, afectando a maquinas, equipos y personas cercanas hablamos de los trabajadores, personas que viven cerca y las que circulan por los alrededores. El equipo involucrado estará cumpliendo la función de extracción localizada de gas contaminado, que son conducidas al filtro de mangas que es el encargado de separar las partículas del aire para luego transportarlo a otro ambiente; este proceso se llevará a cabo acorde con los demás equipos que conforman la máquina. El equipo cuenta con un sistema asociado para la recolección de partículas este inicia en la campaña de captación que se encuentra al final del mezclador donde recoge el gas contaminado con partículas a altas temperaturas, luego el material particulado atraviesa unos ductos para llegar al filtro de mangas. Las mangas son las encargadas de no dejar pasar las partículas al medio ambiente, un ventilador extractor que se encuentra ubicado a la salida del filtro de mangas que se encarga de la circulación del gas, el filtro de mangas posee una eficiencia del 99.99%, las mangas son de poliéster resistentes una temperatura de trabajo de 140°C y hasta temperaturas pico de 190 grados Celsius además estas para su regeneración se le inyecta aire a contraflujo.

Palabras clave: Diseño, Separador, Particulado, Temperatura, Filtros.

Abstract

This research has as a proposal the design of a particulate separator, the selected filter is a bag filter for the industrial activity that is the production of hot asphalt in a mixing plant located in the city of Trujillo. The project is based on the need not to expel particulate material into the environment during the process, affecting machines, equipment and people nearby, we are talking about workers, people living nearby and those who circulate in the vicinity. The equipment involved will be performing the function of localized extraction of contaminated gas, which are conducted to the bag filter that is responsible for separating the particles from the air and then transport it to another environment; this process will be carried out in accordance with the other equipment that make up the machine. The equipment has an associated system for the collection of particles, which starts in the collection campaign at the end of the mixer where it collects the gas contaminated with particles at high temperatures, then the particulate material passes through ducts to reach the baghouse. The sleeves are in charge of not letting the particles pass to the environment, an extractor fan is located at the outlet of the baghouse which is responsible for the circulation of the gas, the baghouse has an efficiency of 99.99%, the sleeves are made of polyester resistant to a working temperature of 140°C and up to peak temperatures of 190 degrees Celsius and for their regeneration they are injected with counterblow air.

Keywords: Design, Separator, Particulate, Temperature, Filters.

I. INTRODUCCIÓN

El uso de las plantas de asfalto juega un papel muy importante en la actualidad sobre todo en la construcción de vías de comunicación puesto que son muy importantes para el transporte terrestre, debido a su gran empleabilidad en sus procesos industriales a gran escala, un aproximado del 44% de la mercancía se trasladan por carretera en la Unión Europea. por lo tanto, mantener las carreteras en buen estado garantiza el traslado de las mercancías de forma eficaz que es fundamental para la estabilidad económica de un país (Kowalski, y otros, 2016).

A nivel internacional por el año 2015, más de 193 países pusieron en marcha una forma de desarrollo sostenible para satisfacer las necesidades actuales, donde la industria vial contribuye significativamente en el desarrollo; en Europa se calcula una red vial de 4.9 millones de km teniendo en cuenta que desde el 2015 al 2050 el tráfico de mercancías se triplicaría afirmo (Esther, y otros, 2020). Para los procesos de HMA y más comunes en el mundo en Europa hay un aproximado de 4000, y en EE. UU 4500 plantas (Sivilevičius, y otros, 2019)

A nivel nacional en nuestro país, tenemos una amplia red vial que consta de 95 863 km de carretera la cual hasta el año 2018 solo se encontraba asfaltada el 16%de su totalidad (Leon, y otros, 2018). En el Perú, la infraestructura vial está formado por tres categorías: Vías nacionales (27.109km), a cargo del (MTC); vías departamentales (25.505km) competencia de los gobiernos regionales y las vías vecinales (113.857km) a cargo de los municipios (Comex, 2020). El control de calidad es otro factor muy a tener en cuenta en la producción de asfalto caliente (Imata, 2022).

Sin embargo, muchas de estas compañeras de la construcción operan de manera ilegal trabajando sin el adecuado separador de partículas y en otros casos no están provistos de este equipo emanado polvo en gran cantidad, para (Ilechukwu, y otros, 2021) Los índices de riesgo para la salud se evalúan como ingesta diaria crónica (CDI), índice de peligro (HI) y riesgo carcinogénico (CR). En este tipo de actividad existe una implicancia muy significativa de los recursos humanos y problemas críticos para el medio ambiente (Sivilevičius, y otros, 2019).

A nivel local la empresa estudiada es nacional y se dedica a la construcción vial la cual en su alta demanda se ve en la obligación de contar con un sin número de equipos entre las cuales se encuentra ubicado como una de los primeros por su alta demanda la planta de asfalto de procedencia inglesa Parker Plant Leicester England sin más especificaciones de fabricación y capacidad máxima esta no cuenta con su respectivo separador de finos, el equipo para su proceso de mezcla en caliente y el uso de cemento asfáltico convencional 60/70 requiere elevar la temperatura de los áridos a 140 y no mayor de 190 grados Celsius para el de cemento asfáltico modificado, según (Martinho, y otros, 2020) la temperatura adecuada para el proceso de mezclado en plantas especializadas para asfalto se establecieron en cuatro designaciones: las combinaciones en frío – CMA (temperatura menor a 60 grados Celsius), aleaciones semitibias – HWMA (temperatura de 60 a 100 grados Celsius), aleaciones tibias – WMA (temperatura de 100 a 140 grados Celsius) y aleaciones calientes – HMA (temperatura de 140 a 190 grados Celsius); para dicho proceso es necesario el uso de combustibles fósiles que al ser utilizado para el calentamiento de los áridos, al ser mezclados dentro de un secador (mixer) las partículas más pequeñas son conducida por un ducto y expulsadas al medio ambiente con alto contenido de azufre que se encuentra en el combustible (Gallo, 2017).

Todo proceso de combustión de elementos los cuales contengan azufre produce SO_x, donde las principales fuentes generadoras son las centrales térmicas, erupciones volcánicas y las emisiones de algunos procesos industriales en los cuales se consume carbón o petróleo (Xia, y otros, 2022). La industria es fundamental para el crecimiento, pero hay algunas políticas de control para la contaminación del medio ambiente.

La investigación se justifica garantizando un equilibrio del aire con el diseño en su entorno de operación, reducir la contaminación del aire incrementa la fiabilidad en salud entre las personas cercanas (operarios) de la misma, con esto se lograra que la línea productiva tenga un proceso con la menor contaminación posible además de obtener grandes resultados cumpliendo con las disposiciones y factores asociados, siendo el equipo una de las alternativas de solución a la sumisión de los

actividades industriales con el uso de hidrocarburos y un remedio para el inconveniente del agente contaminante del aire.

Para (Zamalieva, y otros, 2019) los filtrantes de las partículas son equipos empleados para el control del medio ambiente (aire), la segregación de los cuerpos y gases, estudio de atomizadores y dominio de transmisión de gases tóxicos en la industria. Los filtros vienen siendo los instrumentos para el dominio de partículas no tan habituales, pero si los más eficientes con menores costos de operación, conservación y ahorro de energía. Esta construcción ayuda para retener las partículas más pequeñas que son conducida por un extractor de gases en la industria, un proceso de investigación se dice que es de campo cuando se realiza la participación en las actividades de producción, mejor dicho, las observaciones y la toma de muestra se recogerá directamente en el lugar, para lograr una mejor perspectiva y enfoque de los hechos (Pacheco, 2020)

A consecuencia de esto se planteó la siguiente pregunta ¿Cómo retener las partículas expulsadas durante el proceso productivo en una planta de asfalto? El objetivo general de la investigación es, diseño de sistema de filtración de partículas en planta de asfalto multiservicios D&A SAC para reducir índice de contaminación para esto se planteó los siguientes objetivos específicos:

Evaluar alternativas de filtración de partículas para el proceso productivo en una planta de asfalto

Dimensionar el sistema electromecánico pertinente con la alternativa de filtración seleccionada

Realizar análisis en Matlab y resistencia de materiales del cuerpo del filtro

Elaborar la estimación económica para la fabricación e implantación del sistema electromecánico.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes de nivel internacional se tuvo a bien presentarles los más relevantes. (Borup, y otros, 2020) en su artículo nos dicen que la ingestión de partículas es el factor más influyente para la reducción de la vida útil de los motores y turbinas a gas de las aeronaves que cruzan cerca de zonas polvorosas, Este es un problema que viene trayendo consecuencias financieras para la industria, a medida que las aerolíneas están creciendo significativamente en China, Medio Oriente y otras regiones con altos índices, la estrategia es diseñar un componente resistente al polvo para separar las partículas del aire. La implantación de un separador de partículas inercial en donde el aire acelera alrededor de una o más curvas hasta llegar a su destino. Para (Ilechukwu, y otros, 2020) la ingesta de este material se ha vuelto una amenaza para el ser humano donde los riesgos se puede efectuar en vías dérmicas, inhalación, consumo de agua o en alimentos y el ecosistema donde los suelos pueden contaminarse por la expulsión de emisiones tóxicas de ciertas actividades industriales.

La separación de mezclas ya sea de polvo, aire, agua y aceite. se usaron purificadores para el procedimiento de aguas contaminadas de las grandes industrias, como limpieza de derrames en el mar; la membrana es el filtrante más efectivo en la separación del agua con aceite (Shrestha, y otros, 2021). Con las especificaciones del biocombustible como: el valor de acidez, la densidad, la viscosidad, el color, punto de inflamación, punto de fluidez, el punto de obstrucción de un filtro en frío, poder calorífico y estabilidad a la oxidación. Donde este informe destaca el potencial de biorrefinería compuesto de mostaza india que aporta a la economía verde que beneficia tanto a agricultores como consumidores y respeto por el medio ambiente (Rapp, y otros, 2021). Teniendo un mayor enfoque es posible averiguar que materiales deben usarse para la filtración de partículas. En la investigación se refirió a los filtrantes de poli (acrilonitrilo) donde se discute las ventajas, desafíos y limitaciones más importantes de la metodología (Drag, 2021).

La pandemia ha movilizó a la mayoría de los países y un sin número de opciones para mitigar el virus, donde las mascarillas de protección facial son los principales elementos de filtración para esto se realiza la elección de los materiales para su fabricación (Pagnan, y otros, 2020).

(Cook, y otros, 1999) en su informe indicaron que se aprobó un nuevo diseño de biofiltro para el tratamiento de olores de cemento asfalto modificado con una eficacia de 65% en pleno proceso productivo y para almacenamiento un promedio de 98%.

(Arias, 2011) realizó los cálculos para la instalación de ductos de ventilación con extracción localizada para extraer las partículas de un almacenamiento de carbón para las cuales se emplearon mangas de polipropileno además de un ventilador centrífugo.

(Hermosilla, y otros, 2009) en su informe presentaron los cálculos de requerimiento para la instalación de una extracción de aire de un sótano para las cuales se emplearon: un ventilador centrífugo un separador ciclónico y destilería para la conducción del flujo aire particulado.

(Cueva, 2016) el proyecto se realizó en la minera buenaventura S.A.A. para la extracción de oro y plata. Tambomayo se encuentra a 4800 msnm. En la región Arequipa para la extracción del gas particulado se realizó con un ventilador centrífugo y un lavador de gases modelo scrobber.

Para la definición de la variable se tendrá en cuenta a (Bezek, y otros, 2021) en respuesta al proyecto de investigación no dice que se han lanzado esfuerzos de nivel gubernamental, industrial e incluso académico. Los respiradores y los filtros están diseñados para filtrar las partículas del aire además de estar aprobados para ajustarlos correctamente, entre las más usadas y aun se sigue haciendo son las mascarillas kn95 de sirven para mitigar el coronavirus (SARS-CoV-2) en la persona. También (Bałaga, y otros, 2021) nos comenta en su artículo de un sistema de protección contra el polvo. Un filtro está equipado con dispositivos que hacen separarse el aire de las partículas en una corriente de gas.

Para definir a la variable dependiente, (Lebrusán, y otros, 2020) opinaron que la efectividad de las herramientas de algunas ciudades inteligentes brinda datos que pueden usarse para evaluar un impacto ambiental donde se analizó la ciudad de Madrid central. Aplicando análisis estadísticos se logró reducir significativamente la presencia de NO₂, PM_{2.5} y PM₁₀ a nivel local. (Yang, y otros, 2020) realizaron pruebas de cuanta PM se encontraba en el medio ambiente asimismo se hizo la combinación de análisis estadísticos; Donde se sabe que mitigar el nivel de

contaminación del aire empieza por no generarlo y si se hace debe ser por estándares de calidad y de acuerdo a las normas vigentes tanto nacionales como internacionales para emisiones industriales al aire.

Para validar los datos de emisiones tenemos el cuadro de valores permisibles para los diferentes tipos de contaminantes que encuentran el medio ambiente en algún proceso productivo.

Las partículas tienen un efecto moderado en la salud si su presencia en el aire es menor a 200g metro cúbico donde se presenta dificultad respiratoria y a partir de los 250g por metro cúbico las deficiencias respiratorias aumentan en los adultos mayores y los niños y con un 400 a 500g por metro cúbico se vuelve más grave llegando a la mortalidad en enfermos y ancianos (Seijas, y otros, 2019) como se citó en (Gutiérrez et al., 2013; Suárez et al., 2017; Martínez y Díaz, 2014).

Tabla 1 Cantidad permitida para emanaciones industriales

Parámetros	Periodo	Valor [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Criterios de evaluación	Método de análisis ⁽¹⁾
Benceno (C_6H_6)	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO_2)	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)
Dióxido de Nitrógeno (NO_2)	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (Método automático)
	Anual	100	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras ($\text{PM}_{2.5}$)	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	25	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM_{10})	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	

Fuente: Minam 2020 Publicación oficial diario el peruano decreto supremo N° 001-2020-MINAM pág. 25,26.

Decreto Supremo N° 001-2020-MINAM

La ley N° 28611, ley general del ambiente, informa que toda persona tiene el derecho indispensable a vivir en un entorno saludable, balanceado y apropiado para un entero desarrollo de la vida y la obligación de cooperar a un cierto régimen

ambiental y de cuidar el medio ambiente, así como todo lo que lo conforma, fortaleciendo el bienestar de las personas de una forma individual y grupal, el sostenimiento de variedad ecológica, el beneficio sustentable de los bienes naturales y el progreso sustentable de la patria.

El decreto legislativo N° 1278, este decreto legislativo que justifica la ley de gestión integral de sedimentos sólidos y su normativa, justificado por el decreto N° 014-2017-MINAM, se instaure el co-procesamiento como una opción para la estimación energética de los sedimentos, beneficiándose de su potencial energético como carburante en hornos para la obtención de cemento.

La resolución ministerial N° 260-2019-MINAM, el ministerio del medio ambiente ordeno la pre publicación del plan de decreto supremo que admite los LPM para emisiones de plantas industriales en culminación del artículo 39 de regulación sobre transparencia, con el paso a la información pública ambiental, intervención y consultoría ciudadana de asuntos medioambientales regido por decreto supremo N° 002-2009-MINAM y artículo 14 de ordenamiento que decreta resoluciones relativas a la publicidad en la cual se recibió aportes del mismo (ejecutivo, 2020).

Las pérdidas en el transporte de partículas nos orientan en un paso clave para la optimización del diseño de un equipo estaría gobernado por mecanismos de movilidad difusión (colisión o turbulencia) o caída libre (Shesterikov, y otros, 2019). para el cálculo de circulación de partículas es impredecible puesto que la actividad depende mucho de la densidad de transporte que se genera en turbulencia, los flujos de turbulencia de gases particulados se pueden estimar con simuladores no lineales usando los principios de códigos giro cinéticos solo que estos demandan alto costo computacional (Narita, y otros, 2018)

Fórmulas que emplean en cálculos:

Caudal volumétrico

$$Q = A \bar{v}$$

donde

- Q Caudal ($[L^3T^{-1}]$; m³/s)
- A Es el área ($[L^2]$; m²)
- \bar{v} Es la velocidad promedio. ($[LT^{-1}]$; m/s)

Del italiano Quantita

Velocidad de captación en campana suspendida

$P \times H \times 0.25$ m/s de velocidad de captación

P = perímetro de la campana en m.

H = distancia de captación en m.

Blog de ventilación eficiente

Perdida de carga en los ductos

$$h_f = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

Donde

h_f = pérdida de carga debida a la fricción. (m)

f = factor de fricción de Darcy. (adimensional)

L = longitud de la tubería. (m)

D = diámetro de la tubería. (m)

V = velocidad media del fluido. (m/s)

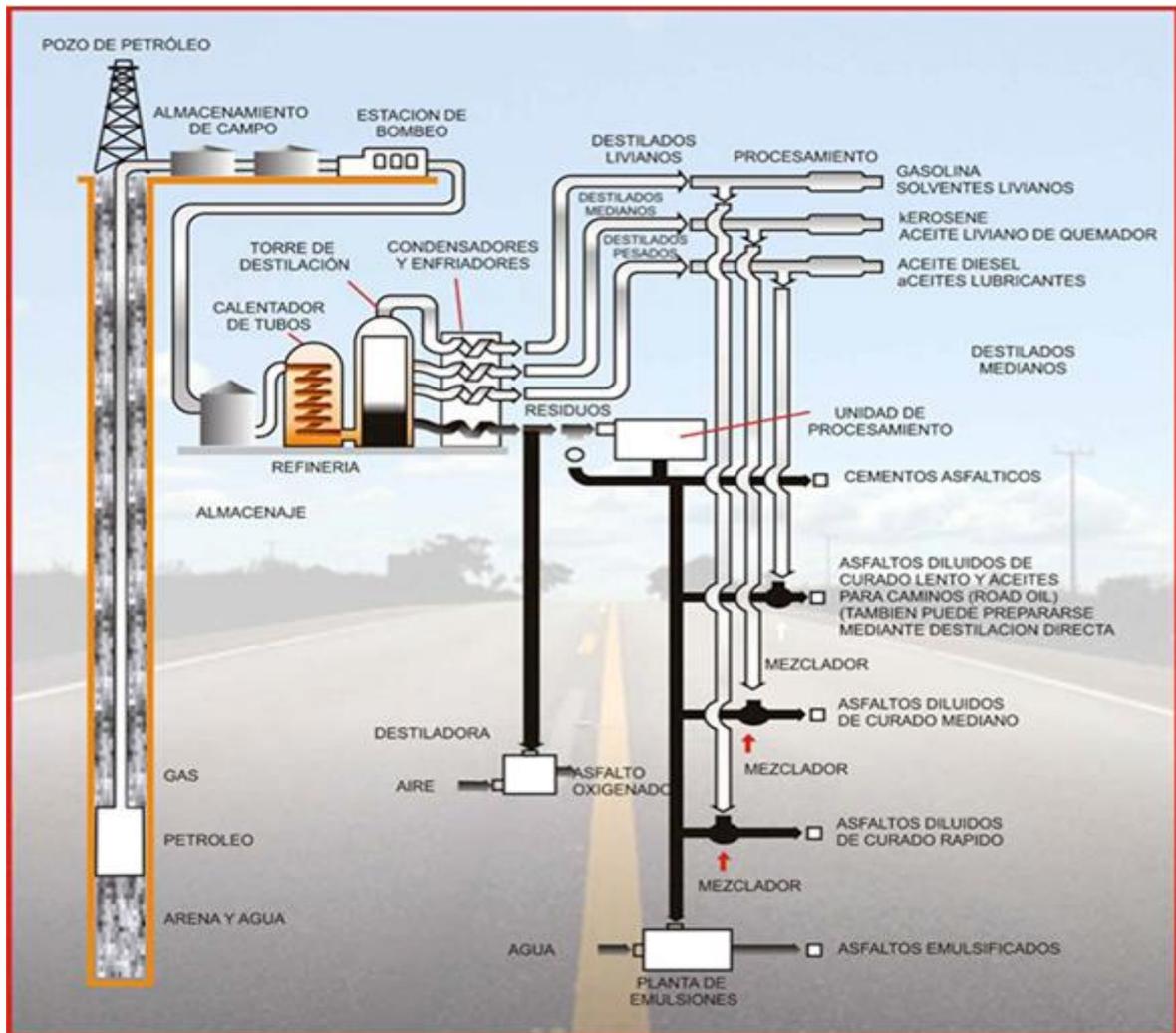
g = aceleración de la gravedad $\approx 9,80665$ m/s²

Formula de Darcy.

Entrando un poco a los materiales de uso indispensable en la preparación de asfalto caliente se encuentra arena, grava y el infaltable cemento asfaltico las cuales representa un 5.72% de la mezcla. Se define al cemento asfaltico originalmente conocido como bitumen tiene una apariencia de color negro constituido de betunes innatos o adquirido como residuos de la destilación de petróleo crudo de

consistencia sólida insoluble en el agua a temperatura ambiente, se encuentra en gigantescas reservas naturales como el mar muerto y el lago de Asfáltiles. Mayormente está formado por hidrocarburos y minerales de resinas, aceites y asfaltenos siendo estos los que proporcionan la consistencia, flexibilidad y aglutinamiento (BASTIDAS, y otros, 2020)

Figura 1. Obtención del cemento asfáltico



Fuente: Diagramas de flujo para asfalto de petróleo - Petroperú 2020

En (Petroperu, 2020) los asfaltos flexibles o también denominados cementos asfáltico son productos utilizados en las aleaciones calientes para las construcciones de pavimentos, sus características impermeabilizantes y aglomerantes las cuales determinan la durabilidad, flexibilidad y alta resistencia.

La empresa Petroperú líder en hidrocarburos comercializa diferentes grados de cemento asfáltico para pavimentos.

Cemento asfáltico 40/50 Pen

Cemento asfáltico 60/70 Pen

Cemento asfáltico 85/100 Pen

Cemento asfáltico 120/150 Pen

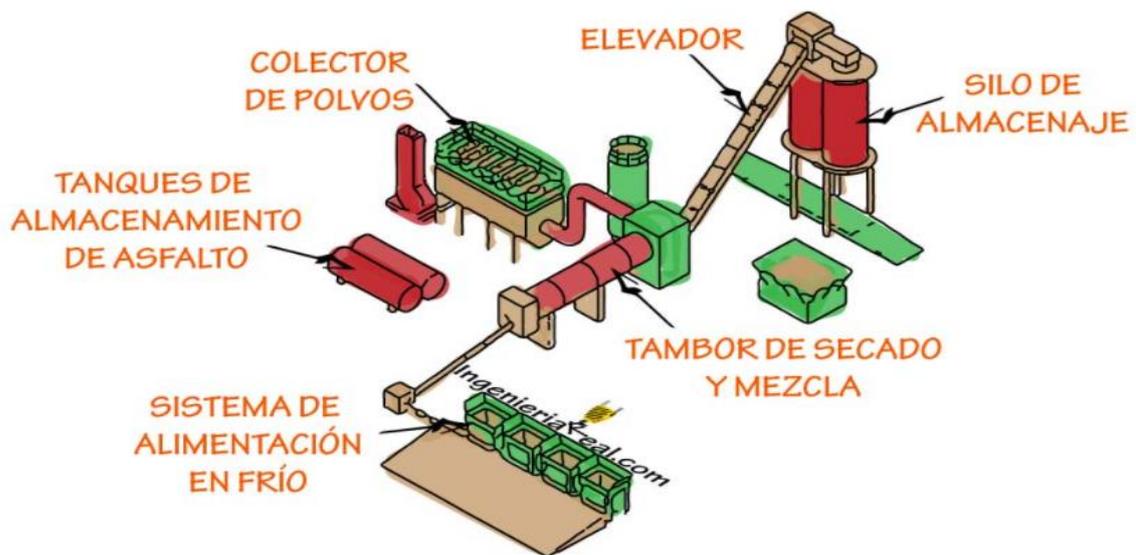
cementos asfálticos modificados y previa consulta produce y comercializa asfaltos sólidos para uso industrial.

Cemento asfáltico 10/20 Pen

Cemento asfáltico 20/30 Pen

El Pen se califica a raíz de una teoría mincelar de cementos asfálticos ya sea por su contenido de aftalenos y máltenos (resinas, nafteno aromático, polar aromático y parafinas).

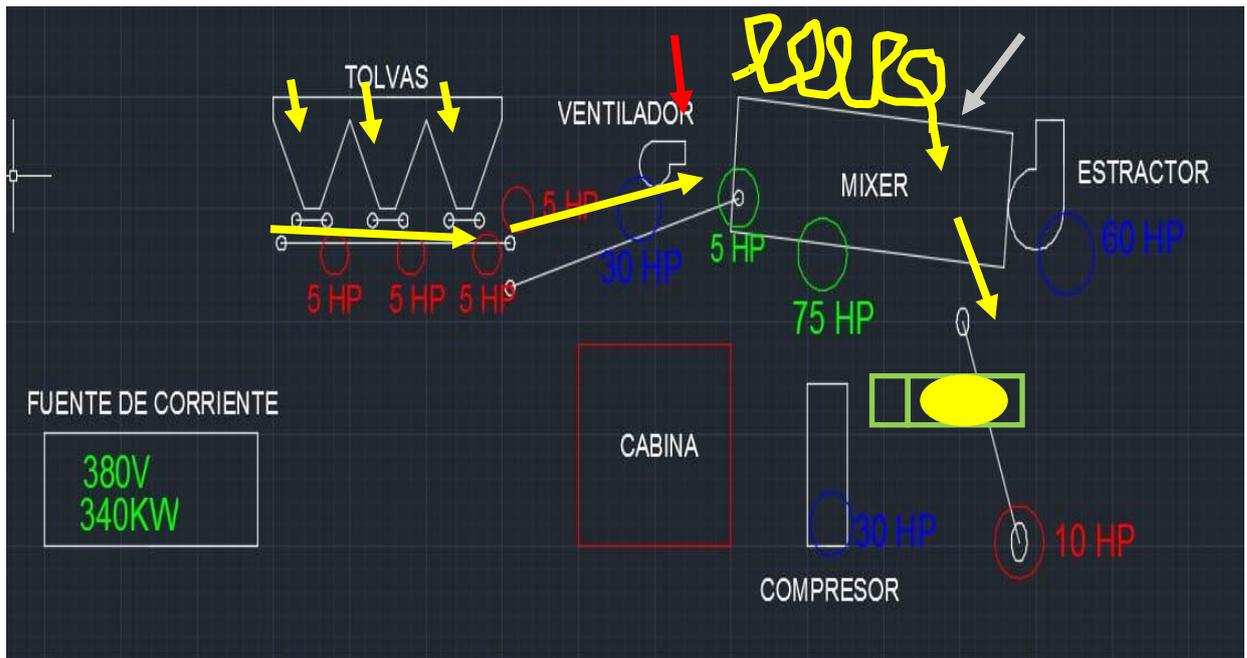
Figura 2. Partes de planta de asfalto



Fuente: Ingeniería real plantas mezcladoras de asfalto 2019

Según (Medina, y otros, 2019) lo visto en un diagrama no es más que una exhibición grafica del orden de un proceso y deduce a una aproximación que describe una organización como un procedimiento relacionado a generar un impulso al grupo a tener una perspectiva más afuera de su frontera funcional y geográficos.

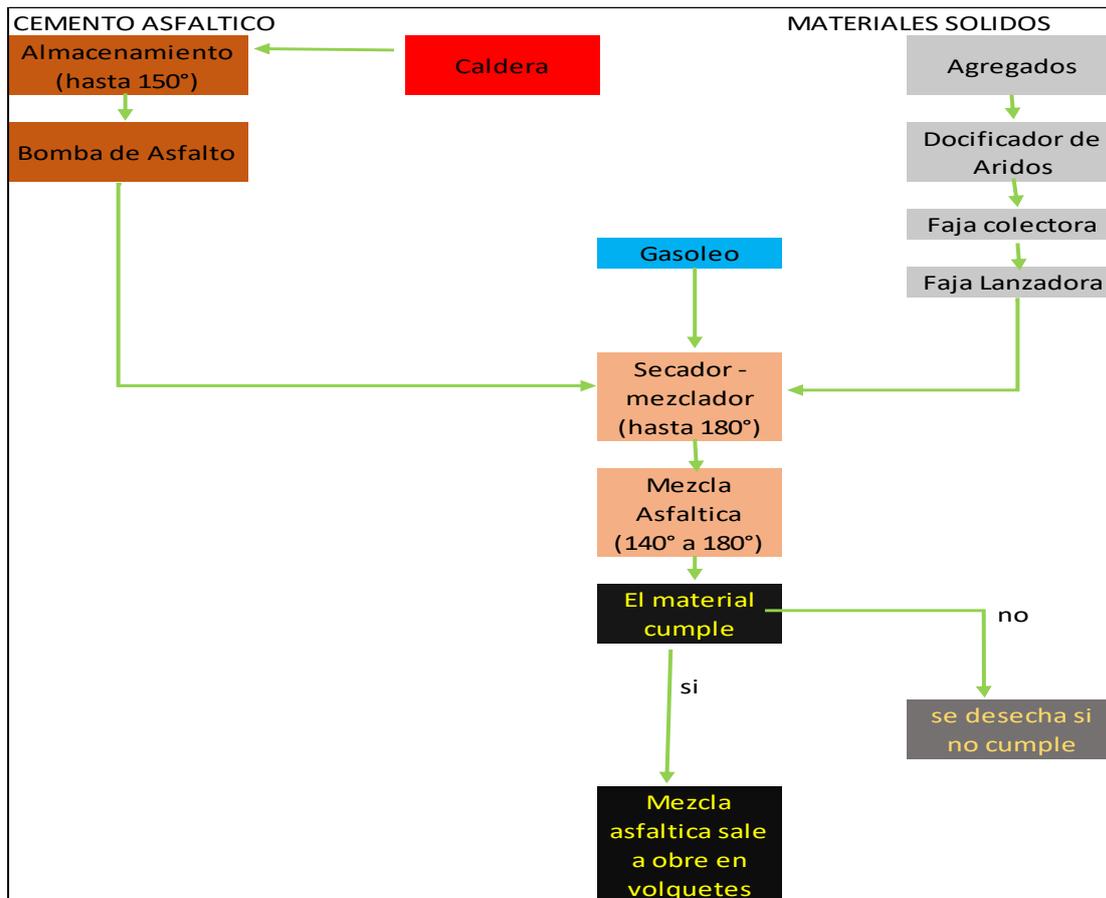
Figura 3. Diagrama de flujo.



Fuente: Elaboración Propia 2021.

Según (Muñoz, 2021) Un diagrama del flujo de procesos son una información esquemática de cada proceso, su acción en procedimiento normal y de registro principal. Los esquemas comunican de forma visible, clara y precisa los pasos a seguir para la producción de asfalto caliente.

Tabla 2 Diagrama del Proceso



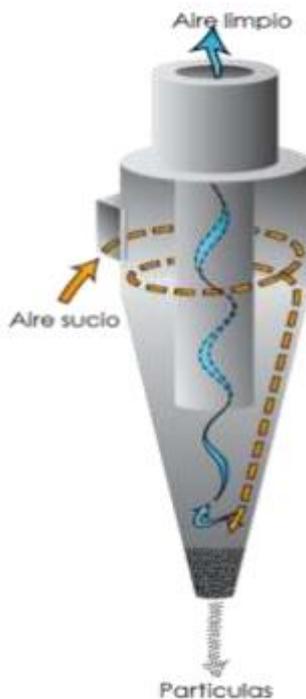
Fuente: Elaboración Propia 2021

En relación a lo establecido por el ministerio del ambiente presentamos las Tecnologías disponibles para mitigar el contaminante del aire por la expulsión de gases con partículas del área industrial al medio ambiente. Según (Ibarra, 2019) los sistemas de control para las emisiones de gases buscan la remoción del material particulado en los gases una vez estos hayan dejado su lugar de combustión el trabajo ya les corresponde a los separadores ciclones, depurador Venturi, scrobber, precipitaderos electrostáticos y filtro de mangas.

Ciclón: estos equipos son los más comunes para la separación de partículas del aire, para (Wójtowicz, y otros, 2021) un ciclón es una cavidad para la sedimentación de partículas en donde su aceleración gravitacional se sustituye por una aceleración centrífuga estos equipos constituyen a un medio menos costoso en recolección de polvo viéndolo desde un punto de vista económico, estos son contruidos sin partes móviles buscando una eficiencia según su vórtice, el más

corto de $S=0.060\text{m}$ capta un 89.5% y con un vórtice más largo $S=0.220\text{m}$ capta un 85.5%. según (Misiulia, y otros, 2022) las pruebas efectuadas en caudales más grande de 5 a 7.5LPM la partícula no pudieron terminar su ciclo es decir que aún estaban en el aire si ser separadas, esto quiere decir que la cantidad de partículas inyectadas no era la cantidad de partículas separadas.

Figura 4. Separador ciclónico



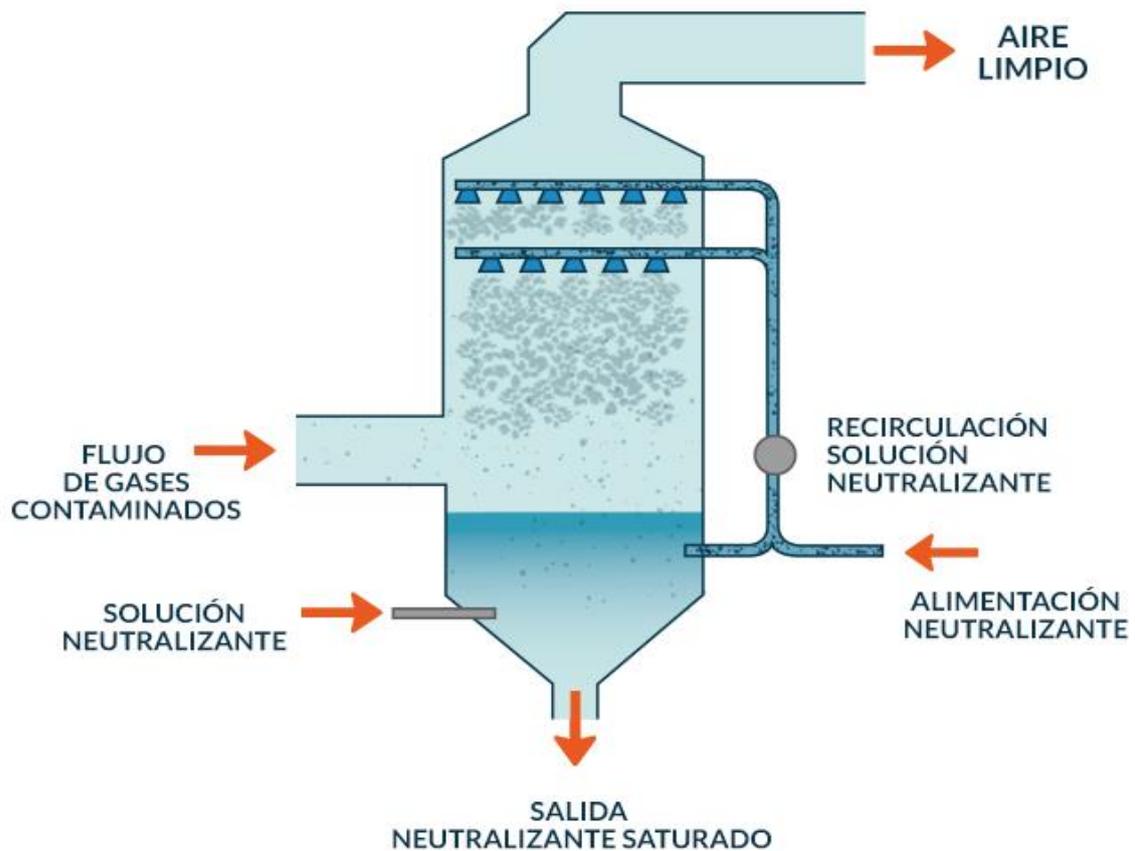
*Fuente: Estudio y Diseño de un Ciclón para el Control de Partículas para una Empresa Productora de Libros en la ciudad de Guayaquil
Pilay & Gavidia 2019 pág. 42*

Según (Huang, y otros, 2018) El rendimiento de un ciclón se ven influenciado por el caudal, la presión, temperatura del gas este cuando pasa los 500g/m^3 la velocidad tangencial disminuye. Esto quiere decir mientras más bajo sea la carga de partículas la eficiencia aumenta.

Scrobber: Para (Winnes, y otros, 2020) las regulaciones del 2020 prohíben el uso de combustible residual marino con alto contenido de azufre superior a 0.5%pero se mantiene para emisiones secas de 0.1% m/m el reglamento permite el uso de los limpiadores de gases de escape. Se realizaron pruebas en múltiples cargas de motor viene estando estable en los puntos de carga con 85, 75, 50, 34 %

respectivamente para clasificación continua máxima pasados por fuelóleo, es igual a 76%, 49%, 32% y aguas abajo 76%, 48%, 41%. Para (Lanzerstorfer, y otros, 2019) las emisiones de alto horno y la eficiencia de separación de un depurador representa alrededor del 85% de emisiones de azufre donde la eficiencia es para HCl, SO₂ y NH₃ es de 96% 81% y 46% respectivamente.

Figura 5. Lavador de gases Scrubber

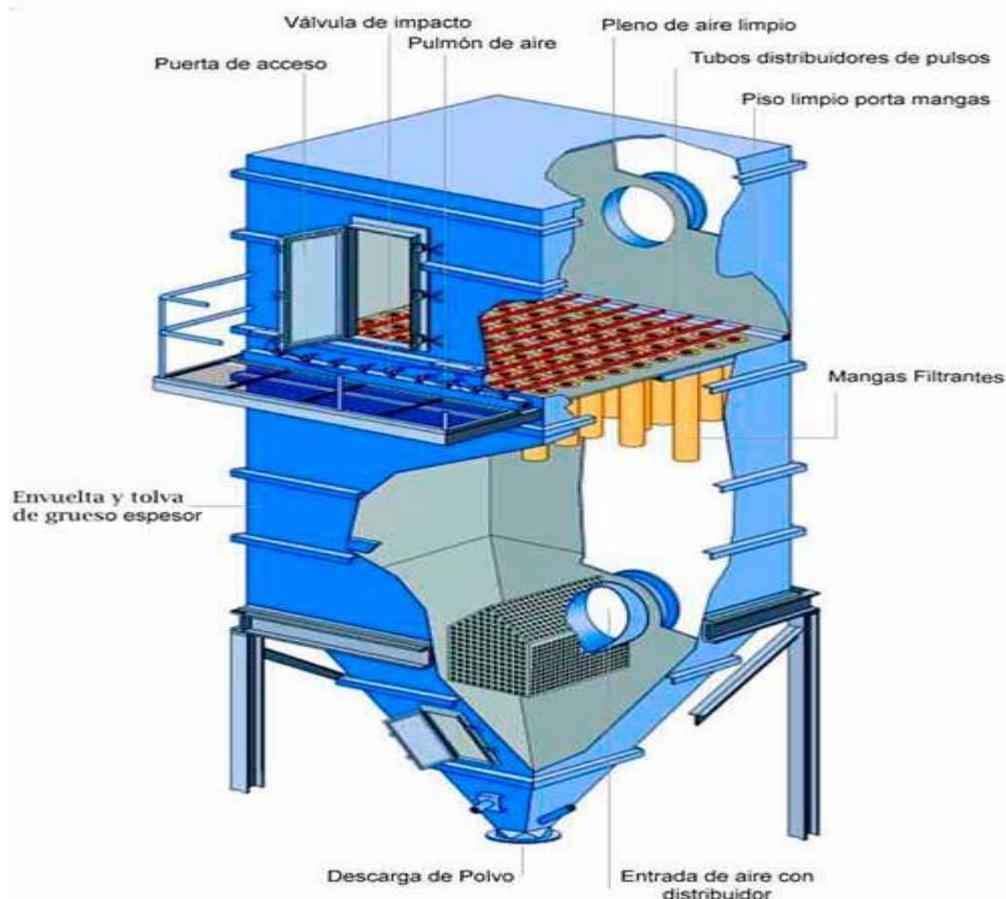


Fuente: Lavador de gases scrubber industrial - google 2020

(Boudhan, y otros, 2019) Un estudio de laboratorio de filtro de mangas pulse-jet para tratamiento de gases de combustión donde se evalúa el rendimiento de separación de partículas submicronicas, en una planta inercial de incineración de residuos a 150°C con un flujo de 73g/m³, durante la obstrucción con presencia de humedad la filtración es más eficiente de entre 110 y 300 nm de diámetro.

Filtro de mangas: es considerado como un equipo muy tradicional en la desintegración de partículas de las emisiones su principal función es recolectar el material a través de un tejido. Según (López, 2019) el filtrante de mangas es un separador de partículas por cribado, este tipo de filtro es el más empleado a nivel industrial por el hecho de ser cada vez más comunes simples y baratos además de ser de fácil mantenimiento. Los gases con partículas entran al filtro que son un tejido fibroso (filtro de mangas) que tiene una función de cribado. Este filtro tiene un espacio entre las fibras menor al volumen de los sedimentos no pudiendo circular quedando atascadas en la superficie, todas estas se encuentran bajo presión de un extractor que se aloja a la salida, con el funcionamiento de esta máquina lleva a las partículas quedar estancadas entre la porosidad de los filtros formando una obstrucción progresiva del flujo de aire.

Figura 6. Filtro de mangas



Fuente: Qué tipos de filtro se utiliza en almacenaje de grano Silos Córdoba 2020

(Zheng, y otros, 2018) La filtración por bolsa es la más eficiente con un casi 100% en fracciones de tamaño de partículas que se notan en los datos justo antes de la limpieza el ciclo de acumulación dura hasta q se inyecta aire por cribado.

Calculo del área de filtración

$$V_a \left[\frac{m^3}{s} \right] = \frac{Q \left[\frac{m^3}{s} \right]}{A_i \left[m^2 \right]}; A_i = a \left[m \right] \times b \left[m \right] - C_m \left(\frac{\pi D_m^2 \left[m^2 \right]}{4} \right)$$

$$A_{filtro} = \frac{Q_{entrada}}{v_{filtración}}$$

Numero de mangas

$$\text{Número de mangas} = \frac{A_{filtro}}{A_{manga}}$$

Khan academy

Las alternativas o modelos de filtración de partículas tienen tanto ventajas como desventajas las que resolveremos para así enfocarse en un modelo más adecuado y posterior diseño de filtración o separación de partículas en planta de asfalto.

La filtración de partículas es un método utilizado para la captación de polvos en los gases dentro de la industria siderúrgica teniendo en cuenta que esta es de vital importancia para la purificación de las emisiones cargados de sedimentos producidos por las operaciones tecnológicas en producción del acero con estos equipos se garantiza un nivel mínimo de polvo a la salida de las chimeneas (Mena, 2021)

(IRMA, 2013) presentación de bolsas filtrantes con una eficiencia de 99.99% de efectividad y con una temperatura pico de trabajo de hasta 260°C y una caída de presión de trabajo de 1200/5000Pa.

para (Report, 2021), los elementos como filtros de aire datos indicativos facilitados por los proveedores de la empresa afirman que, una mangas, se puede aplicar una tasa de trabajo de hasta 150 m³ /h

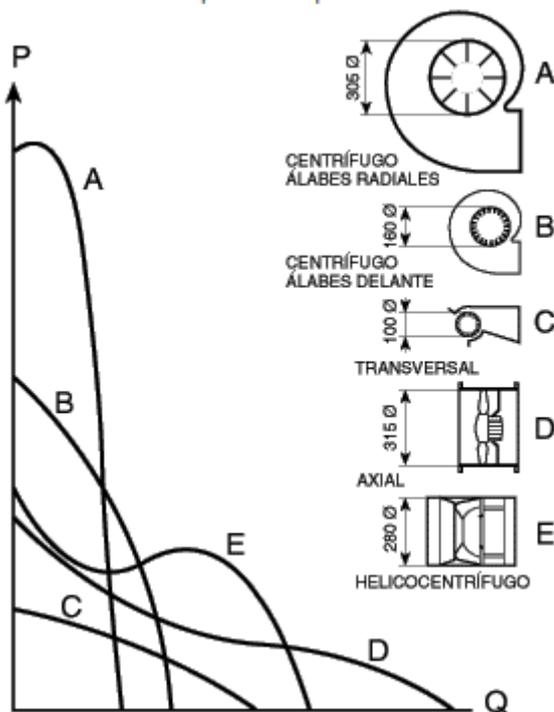
El cálculo para espacio de filtración: en primer lugar, se establece el volumen total de las emisiones en las condiciones que se encuentran en contacto con el filtro, sosteniendo una sin número de parámetros estándar, su volumen global de las

emisiones en la filtración (V) tomando en cuenta los sucesos de los filtros de mangas y el aire necesario que se usara para la regeneración debe ser igual a las emisiones más el 25 % de reserva (Brenes, 2017)

Para (Service, 2021) un sistema de distribución unificada de mercancías comprende; un sitio de transporte cómodo que puede estar provisto de un dispositivo de posicionamiento con una pluralidad de navegación, estantería de objetos que se distribuyan perfectamente en el área.

Para la circulación del gas es necesario e indispensable usar un equipo de extracción.

Figura 7. Eficiencia de los ventiladores según la dirección de los alabes.



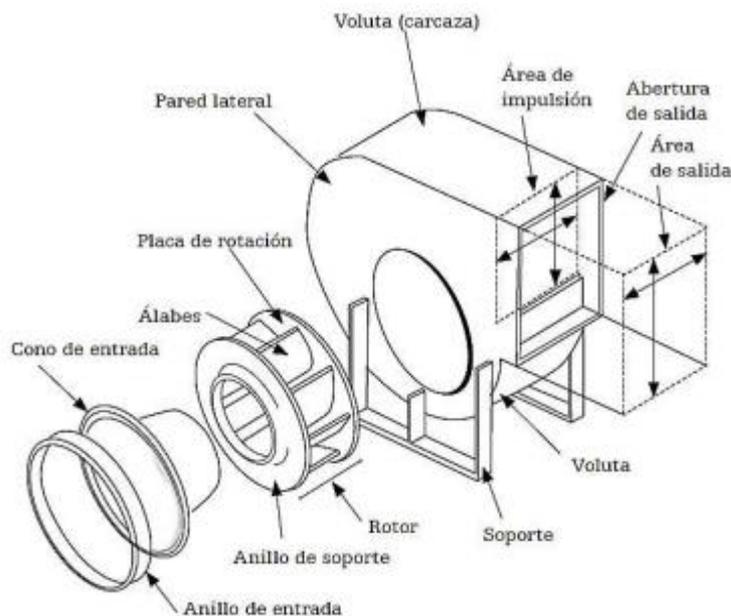
Fuente: Hojas técnicas curvas características Soler Palau 2022.

Para (Sanchez, 2018) estos equipos llamados ventiladores son turbo máquinas que transforman la energía mecánica de un flujo de aire en la presión necesaria para vencer las pérdidas de flujo en un sistema de ventilación. Su desempeño se basa en su geometría de construcción del ventilador y su movimiento rotacional del mismo, el criterio de selección de un ventilador se basa en sus características

geométricas, costos iniciales de instalación, condiciones ambientales del área, gestión del mantenimiento y el montaje por realizar.

En este caso se empleará un ventilador centrífugo. El nombre a este tipo de turbo maquinas se debe a su funcionamiento, cuando el aire adherido a sus alabes entra por un conducto concéntrico a su rotor y luego se desplaza a al exterior debido a una fuerza centrífuga que envía el fluido con mayor velocidad hacia la voluta luego este aire es expulsado del ventilador en una trayectoria tangencial a la espiral de su voluta. El rendimiento de estos equipos varia de entre los 45 y 84% debido a su cambio de dirección en los gases.

Figura 8. Ventilador industrial



Fuente: Capítulo ventiladores y componentes – slideshare 2016

Tipos de ventiladores centrífugos: alabes rectos radiales, álabes de punta radial (radial tip), álabes curvos hacia adelante, álabes curvos hacia atrás, álabes de perfil aerodinámico (airfoil), álabes rectos inclinados hacia atrás (Parisuaña, y otros, 2021)

Curvas características de los ventiladores:

Según (Qiu, 2021) la demanda de ascensores de alta velocidad tiene desarrollado uno requisitos de rendimiento, además que la alta velocidad provocara fuertes perturbaciones con el flujo de aire y provocara cambios drásticos de presión.

Formulas requeridas para la extracción de gas particulado.

La elección de ventiladores centrífugos se da por la cantidad de aire que estos mueven y el contenido del gas, a mayores flujos y caídas de presión mucho más grandes además se caracterizan por tener los motores fuera de la corriente de gas por la suciedad y el calor que circula por el ducto. (Real, 2014).

Tabla 3 Fórmulas de caudal, presión, potencia.

<p>El caudal es proporcional a la relación de velocidades:</p> $Q_2 = Q_1 \cdot \left[\frac{n_2}{n_1} \right]$	<p>La presión es proporcional al cuadrado de la relación de velocidades:</p> $P_2 = P_1 \cdot \left[\frac{n_2}{n_1} \right]^2$	<p>La potencia absorbida es proporcional al cubo de la relación de velocidades:</p> $N_2 = N_1 \cdot \left[\frac{n_2}{n_1} \right]^3$
---	---	--

Fuente: Iagua 2021

Eficiencia de un ventilador

$$\eta_v = \text{Pot}_a / \text{Pot}_v$$

$$\text{Pot}_a = Q \times h_{TV} \times g \text{ (W)}$$

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Es de naturaleza aplicada, puesto que el tipo de investigación nos permite una visión más profunda del tema para lograr nuevos enfoques (Cristo-Andrade, y otros, 2020).

Diseño de investigación

En el proyecto de investigación se procedió a la búsqueda y recopilación de información bibliográfica, sistemática de artículos referentes a diseño de filtración de partículas tomando en cuenta al medio ambiente el cual nos rodea, los medios por los cuales obtuvimos dicha información fueron artículos de opinión, tesis, libros, revistas científicas, revistas indexadas en los idiomas de inglés y español obtenidos de Scopus, Google Académico, Scielo, Redalyc, Emerald Insight, Ebsco, Renati, Proquest, entre otros con publicaciones no mayores a los 6 años; tomándose como referencia en el uso de las búsquedas a palabras como “diseño de filtración de partículas” y “plantas de asfalto” según (Pereira, y otros, 2019) el aumento de las actividades en la plataforma digital está generando nuevas formas de comunicación con el público lo que demanda también el aumento de información.

Teniendo en cuenta el objetivo de estudio, diseño de sistema de filtración de partículas en planta de asfalto Multiservicios D&A SAC para reducir el índice de contaminación se recurrió a un diseño no experimental teniendo como iniciativa que el tema de investigación cuenta con sustento teórico suficiente, se realizó una investigación de orden descriptivo. Un esquema general o entorno estratégico que genera coherencia, unidad, secuencia y un sentido práctico a las diferentes tareas que dirigen en la búsqueda de respuesta al problema y objetivos (Ortega, 2017) para conocer de forma detallada el funcionamiento de dicha planta de asfalto.

3.2. Variables de operacionalización

Según (Espinoza, 2018) una variable que interviene como causa o como efecto en un proceso de investigación quedan plenamente identificadas desde el instante de la definición del problema.

Variable independiente: Diseño de sistema de filtración de partículas:

Es preciso informar que es un elemento fundamental en los diferentes tipos de instalación de separador de partículas. Donde su trabajo es filtrar los sedimentos que son expulsados al aire. (Bezek, y otros, 2021) en respuesta al proyecto de investigación no dice que se han lanzado esfuerzos de nivel gubernamental, industrial e incluso académico. Los respiradores y los filtros están diseñados para filtrar las partículas del aire además de estar aprobados para ajustarlos correctamente.

Variable dependiente: Reducir índice de contaminación:

(Lebrusán, y otros, 2020) opinaron que la efectividad de las herramientas de algunas ciudades inteligentes brinda datos que pueden usarse para evaluar un impacto ambiental como se analizó la ciudad de Madrid central. (Anexo 2)

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población:

Población son cinco maquinas que a continuación detallo:

Para (Ruukanen, 2021) los elementos que se pretenden estudiar son el conjunto de población a los que se estudiara sus características. Para ello entre la población y la muestra existe un carácter inductivo, esperando que lo observado sea representante de la realidad.

Planta de asfalto marca Amman tecnología (Suiza)

Planta de asfalto marca Benninghoven tecnología (alemana)

Planta de asfalto marca Astec tecnología (Estados Unidos)

Planta de asfalto marca Marini tecnología (Italia)

Planta de asfalto marca Parker tecnología (Inglaterra)

•**Criterios de inclusión:** se cuenta con los dos equipos funcionando se puede observar tomar datos, fotos, etcétera. Es más, el modelo de filtración se realizará para la Parker puesto que esta no cuenta con un separador de partículas.

•**Criterios de exclusión:** son equipos de otros dueños las cuales no se puede tomar muchas referencias pero que sirven como un ejemplo.

Muestra:

La muestra es la sección de una parte, para (Blause, 2021) lo antes expuesto en más fácil de entender que a una investigación no se estudiará a todos los elementos de la población, y solo se seleccionará a parte de estos definida en los objetivos.

Para nuestro trabajo de investigación se tomó como muestra los siguientes equipos:

Planta de asfalto de la marca Marini tecnología (Italia)

Planta de asfalto de la marca Parker tecnología (Inglaterra)

Muestreo:

Se empleó el muestreo no probabilístico de tipo casual o incidental; para (Farrokhi, y otros, 2012) se seleccionan para un estudio si estos cumplen con ciertos criterios prácticos como: fácil accesibilidad, geografía, ser voluntario y disponibilidad.

Unidad de análisis:

Figura 9. Parker plant sin filtro



Fuente: Multiservicios D&A

Figura 10. Planta de asfalto Marini con filtro de mangas



Fuente: Multiservicios D&A

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Para el desarrollo de proyecto se realizó: la observación (figura 9 y 10) y la entrevista (anexo 3).

Instrumentos de recolección de datos

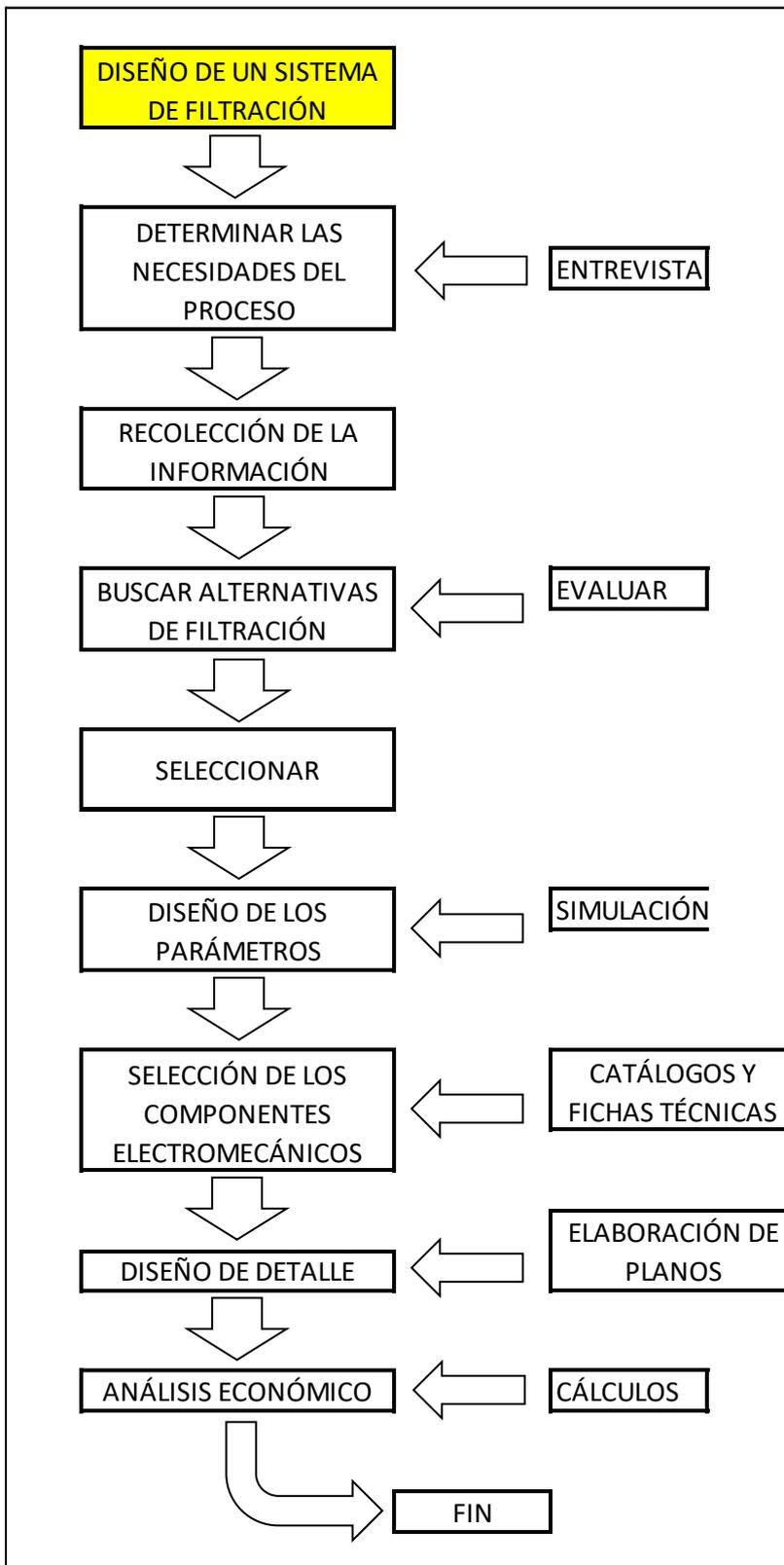
Encuesta técnica conceptual para diseño de un separador de partículas:

Es el instrumento más específico para ejecutar la agrupación de datos para aplicar, designar una lista de los requerimientos fundamentales para el diseño de un separador de partículas: Ficha de registro de datos, guía de observación, guía de entrevista (anexo 3 y 4).

3.5. Procedimientos

El procedimiento de realización del proyecto se tomó en cuenta las necesidades de la empresa a través de la realización de una encuesta luego de esto se realizó un análisis de los posibles tipos de filtración sumiéndose por parámetros siguiendo con el desarrollo de luego un acuerdo. Después se pasó a seleccionar los componentes del sistema electromecánico seleccionado para su posterior simulación donde se desglosan los planos de construcción.

Tabla 4 Procedimiento



Fuente: Elaboración Propia 2022

3.6. Método de análisis de datos

Los datos acumulados serán analizados en gráficos, cálculos de ingeniería manualmente y con asistencia de Excel; los cuales deben ser presentados de una manera muy organizada para establecer los requerimientos de diseño. Del mismo modo se usará un software de diseño (SolidWorks 2017) para visualizar planos de construcción y resistencia de materiales (Matlab 2018) para analizar a modo de simulación el comportamiento del equipo frente al trabajo que será expuesto.

3.7. Aspectos éticos

El proyecto de investigación se desarrolló manteniendo tal veracidad de los resultados sin alterarlo, donde el investigador se comprometió a respetar estrictamente los lineamientos y reglas de la empresa donde desarrolla la investigación, se considera el criterio ético de la institución colegio de ingenieros del Perú". En su código tecnológico y de ética establecen que los ingenieros serán objetivos y veraces en sus informes y declaraciones de su testimonio profesional, así como que se deben esforzar para incrementar sus conocimientos del público a cerca de la ingeniería y sus servicios para con la sociedad.

IV. RESULTADOS

4.1. Se evaluó las alternativas de filtración de partículas para el proceso productivo en una planta de asfalto que a continuación detallamos:

Las alternativas o modelos de filtración de partículas tienen tanto ventajas como desventajas las que resolveremos para así enfocarse en el modelo más adecuado y posterior diseño de filtración o separación de partículas en planta de asfalto.

La filtración de partículas es un método utilizado para la captación de polvos en los gases dentro de la industria siderúrgica teniendo en cuenta que esta es de vital importancia para la purificación de las emisiones cargados de sedimentos producidos por las operaciones tecnológicas en producción, con estos equipos se garantiza un nivel mínimo de polvo a la salida de las chimeneas (Mena, 2021)

Alternativa 1: Teniendo en cuenta los resultados de la información obtenida y algunas especificaciones de ingenieros se lograron tomar en cuenta tres posibles alternativas de filtración. La primera alternativa se muestra en la (figura 4), está relacionada con la empresa de Trupal – Laredo, es un separador de partículas muy ligero cuenta con una estructura fija además está compuesta de un ciclón y un ventilador extractor para su funcionamiento.

Donde sus ventajas más relevantes son: la facilidad de desmontaje, el tamaño y el fácil mantenimiento; entre sus desventajas tenemos bajas capacidades de filtración menor filtración.

Alternativa 2: como se muestra en la (figura 5) este modelo de lavador de gases Scrubber es un equipo estático de componentes más complejos.

Donde su principal ventaja de este diseño es la capacidad de carga además de su fácil mantenimiento y procesos en altas temperaturas que se le expone.

Sus desventajas más relevantes son: un espacio amplio de operación, lavado por agua corriente o circulante, efectos de las combinaciones del material particulado – gas – agua, provocan lluvias ácidas.

Alternativa 3: se muestra en la (figura 6) esta filtración es considerada como un método tradicional pero no menos importante está equipada con un apartamento de mangas, un ventilador de tiro inducido, equipo fijo.

Ventajas: excelente filtración, sencillez de descarga, fácil mantenimiento, trabajo a altas temperaturas, compacto, ocupa poco espacio.

Desventajas: altos costos de fabricación, partes frágiles reemplazables, equipo fijo.

Selección de diseño de configuración:

Para evaluar las alternativas de filtración se tuvo en cuenta las ventajas y desventajas de cada uno de los modelos se procedió con la ponderación de las alternativas analizada teniendo en cuenta los siguientes criterios: capacidad de filtración, temperatura de trabajo, facilidad de fabricación, eficiencia de filtración, costo, seguridad, montaje.

Tabla 5 Criterios de definición

Definición de criterios de evaluación para el diseño		
CRITERIOS	DEFINICIÓN	PESO %
CAPACIDAD DE FILTRACIÓN	Peso, volumen que será capaz de filtrar.	10
TEMPERATURA DE TRABAJO	La temperatura de filtración más adecuada para la realización.	25
FACILIDAD DE FABRICACIÓN	Procesos de fabricación, materiales a usar, adquisición.	10
EFICIENCIA DE FILTRACIÓN	recolección de partículas, partículas de menor diámetro.	35
COSTO	Aceccibilidad para la empresa.	5
SEGURIDAD	Seguridad en operación y mantenimiento.	10
MONTAJE	Ensamble del equipo.	5

Fuente: Elaboración Propia 2022

Figura 11. Puntuación de los criterios.

Puntuación de los criterios para la elección del diseño	
PUNTAJE	SIGNIFICADO
1	MUY MALO
2	MALO
3	REGULAR
4	BUENO
5	MUY BUENO

Fuente: Elaboración Propia 2022

Tabla 6 Comparación de alternativas

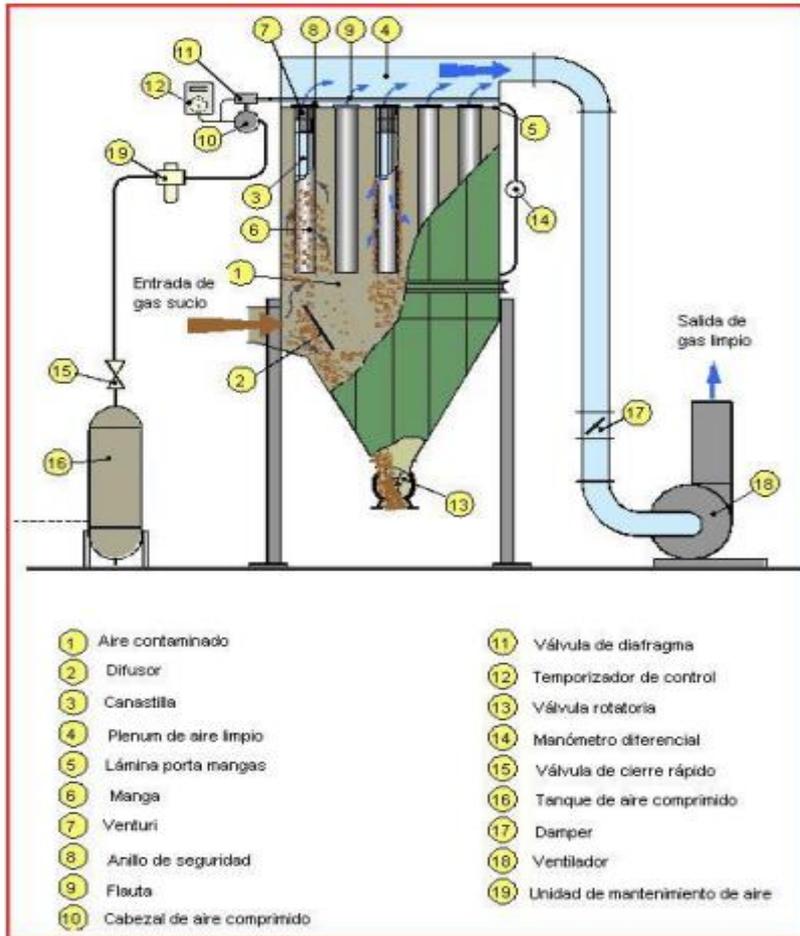
Criterios	Ponderación de las alternativas de diseño						
	Peso	Alt. 1		Alt. 2		Alt. 3	
	%	Puntaje	Por. Acum.	Puntaje	Pun. Dis	Puntaje	Pun. Dis
Capacidad de carga	10	1	10	3	30	5	50
Temp. De trabajo	25	4	100	5	125	4	100
Facilidad de fabricación	10	5	50	3	30	2	20
Ef. de filtración	35	1	35	5	175	5	175
Costo	5	1	5	2	10	3	15
Seguridad	10	3	30	2	20	5	50
Montaje	5	5	25	1	5	3	15
TOTAL	100		255		395		425
TOTAL %	100		23.72		36.74		39.53

Fuente: Elaboración Propia 2022

De acuerdo a los criterios de selección del modelo de separador de partículas para la planta de asfalto obtuvo el más bajo porcentaje el separador ciclónico con un criterio de 255 de acumulado o un 23.72% de aprobación, en segundo lugar está el lavador de gases Scrubber con un puntaje acumulado de 395 o 36.74% de aprobación lo cual tiene también presenta varias dificultades en cuanto a espacio y materiales a usarse, luego de esto tenemos al separador de partículas más eficiente que fue lo requerido por la empresa. El filtro de mangas con el mayor puntaje acumulado de 425 o 39.53% de aprobación la cual viene ser el más eficiente en separación de partículas.

4.2. Se dimensionó los componentes del sistema electromecánico pertinente con la alternativa de filtración seleccionada que aquí mostramos.

Figura 12. Composición de un filtro de mangas



Fuente: Soler Palau 2021

Para este y todos los procesos de filtrado de partículas del aire se necesita contar con un elemento muy importante en este caso es uno o varios ventiladores los encargados de la circulación del flujo de aire a la presión necesaria para vencer las pérdidas de flujo en un sistema de ventilación (figura 8).

Porcentaje de trabajo del ventilador

Aire circulante en el mezclador (anexo 6)

$$Q_2 = 19\,224 \times \frac{2083}{2500} = 16\,017 \text{ m}^3/\text{h} \times 0.85 = 13\,614.45 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para la selección del extractor de flujo de gases hay que tener en cuenta algunos parámetros como: el nivel de captación, el caudal a evacuar en este caso tenemos 13 614.45 m³/h resultando del ingreso de aire a través de un ventilador centrifugo existente para formar la llama de calentamiento de los áridos.

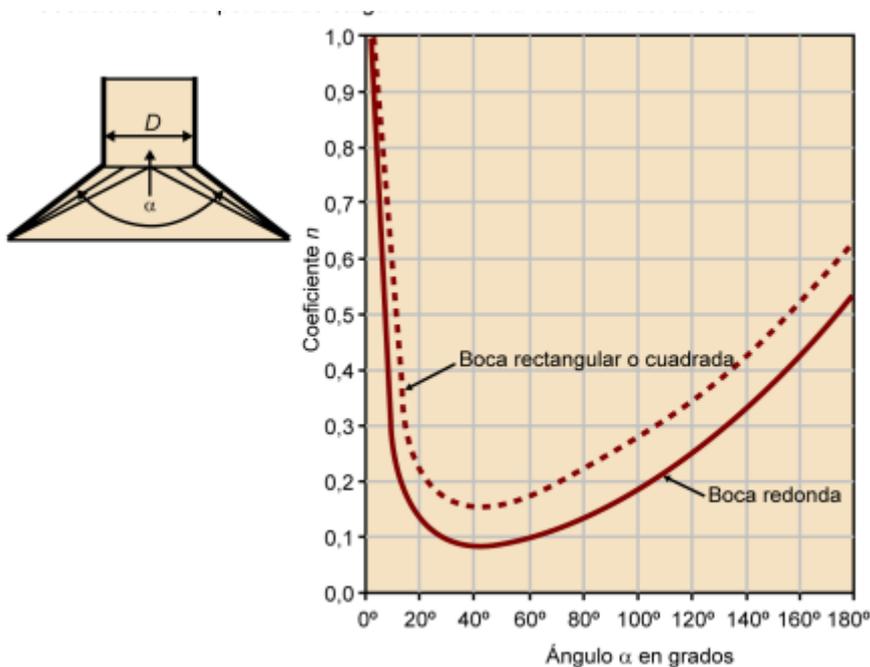
S&P en su blog de la ventilación eficiente publicada el 2017 nos da a conocer la fórmula: (anexo 7)

Volumen de captación = 13 614 m³/h

Según el coeficiente de perdida de carga para una campana de boca cuadrangular y 112° de inclinación: dimensiones de la campana 0.98 m x 2.48 m.

Caudal Q = 3.78 m³/s

Figura 13. Entrada a campana de captación



Fuente: Emilio Castrejón Vilella 2018

$$\text{Velocidad} = Q / (\pi \times D^2 / 4)$$

$$\text{Velocida} = 5.01 \text{ m/s}$$

Figura 14. Densidad del gas

Temperatura (K)	Densidad ρ (Kg/m ³)	Calor específico c_p kJ/kg°C	Conductividad térmica k W/m°C	Visc. dinám. $\eta \cdot 10^5$ (Kg/m.seg)	Visc. cinem. $\nu \cdot 10^6$ (m ² /seg)
100	3,6010	1,027	0,0092	0,692	1,92
150	2,3675	1,010	0,0137	1,028	4,34
200	1,7684	1,006	0,0181	1,329	7,49
250	1,4128	1,005	0,0223	1,488	10,53
300	1,1774	1,006	0,0262	1,983	16,84
400	0,8826	1,014	0,0336	2,286	25,90
500	0,7048	1,030	0,0404	2,671	37,90
600	0,5879	1,055	0,0466	3,018	51,34
700	0,5030	1,075	0,0523	3,332	66,25
800	0,4405	1,098	0,0578	3,625	82,29
900	0,3925	1,121	0,0628	3,899	99,30
1000	0,3524	1,142	0,0675	4,152	117,80
1200	0,2947	1,179	0,0782	4,690	159,10
1400	0,2515	1,214	0,0891	5,170	205,50
1600	0,2211	1,248	0,1000	5,630	254,50
1800	0,1970	1,287	0,1110	6,070	308,10
2000	0,1762	1,338	0,1240	6,500	369,00
2500	0,1394	1,688	0,1750	7,570	543,50

Fuente: es.slideshare.net

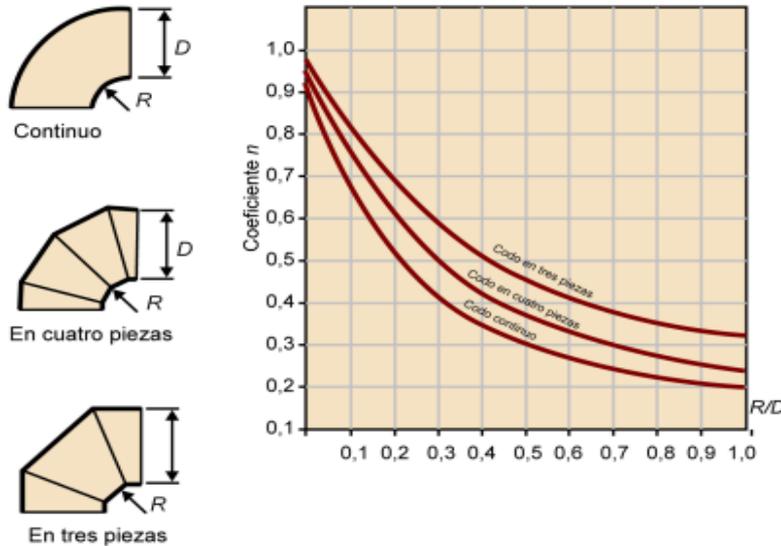
Interpolación

(Anexo 8)

Tabla 7 Perdidas en un codo, tramo recto y totales

a. Codos en ángulo recto sección circular

Coefficientes n de pérdida de carga referidos a la velocidad del aire en D

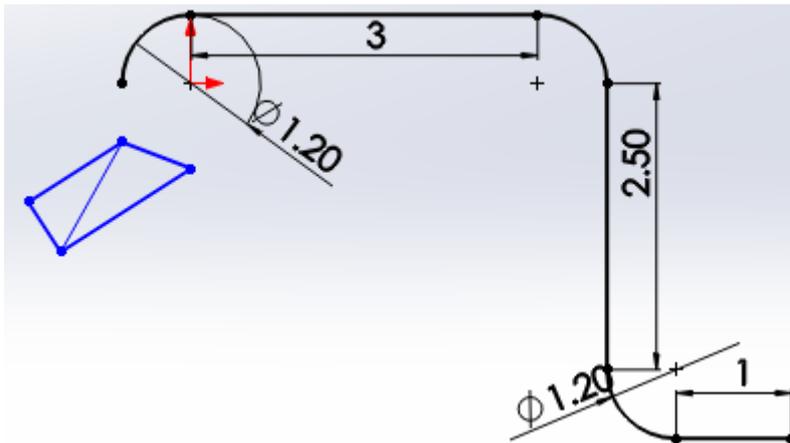


Factores correctivos para multiplicar los coeficientes de la figura 3 para el caso de ángulos diferentes de 90°

Ángulo	Factor correctivo
0	0
10°	0,20
20°	0,38
30°	0,50
40°	0,62
50°	0,73
60°	0,81
70°	0,89
80°	0,95
90°	1
100°	1,04
110°	1,09
120°	1,12

Fuente: Emilio Castrejón Vilella 2018

Figura 15. Ducto para el flujo de gas particulado



Fuente: Elaboración propia 2022

Velocidad ascendente del aire

Se recomienda que la velocidad este entre 0.025 m/s a 0.060 m/s para una filtración más eficiente y para fabricantes de Cemex la velocidad de filtración debe ser menor a 0.030m/s. por lo tanto para obtener el resultado usaremos la fórmula:

$$\begin{aligned} A_{\text{filtro}} &= \frac{Q_{\text{entrada}}}{v_{\text{filtración}}} \\ &= 13\ 614\ \text{m}^3/\text{h} / 0.025\text{m} \\ &= (13\ 614/3600) / 0.025 \\ &= 3.78 / 0.025 \\ &= 151\ \text{m}^2 \end{aligned}$$

El área filtrante debe ser de 151m²

$$\text{Número de mangas} = \frac{A_{\text{filtro}}}{A_{\text{manga}}}$$

Tabla 8 Especificaciones técnicas estándar termofan.

Modelo Termovent	Arreglo de Mangas [Unidades]	Area Filtrante [m ²]	Caudal [m ³ /h]
FM-RS-150-3000-25	5x5	35,5	2.280 - 3.700
FM-RS-150-3000-36	6x6	49,7	3.290 - 5.380
FM-RS-150-3000-49	7x7	67,7	4.480 - 7.300
FM-RS-150-3000-64	8x8	88,4	5.850 - 9.550
FM-RS-150-3000-81	9x9	111,8	7.400 - 12.100
FM-RS-150-3000-100	10x10	138,1	9.100 - 14.900
FM-RS-150-3000-121	11x11	167,1	11.000 - 18.000
FM-RS-150-3000-144	12x12	198,8	13.100 - 21.500
FM-RS-150-3000-168	12x14	232	15.300 - 25.000
FM-RS-150-3000-192	12x16	265,1	17.500 - 28.600
FM-RS-150-3000-224	14x16	309,3	20.400 - 33.400

Fuente: Termofan /bolsas filtrantes.

$$A_{manga} = \pi \cdot D \cdot L$$

$$3.14 \cdot 2 \cdot 0.160 = 1.106$$

Por lo tanto, la cantidad requerida de mangas será:

$$N_m = 151/1.106 = 137 \text{ filtros}$$

Con la velocidad del gas optima calculada, se calcula el número de elementos filtrantes que se deben utilizar.

137 filtros + el 25% como tolerancia

$$137 + 137 \cdot 0.25 = 171.25 \text{ filtros}$$

$$= 180 \text{ filtros}$$

Un sistema de distribución unificada comprende; un sitio de transporte cómodo que puede estar provisto de posicionamiento en pluralidad, dende una estantería de objetos se debe distribuir perfectamente en el área.

180 filtros distribuidos en 15 filas de 12 c/u

Para plantas de asfalto existe una particularidad en la fabricación de filtros de mangas, las bolsas en su mayoría son de aramida puesto que tienen mayor respuesta a las altas temperaturas que se generan durante el proceso.

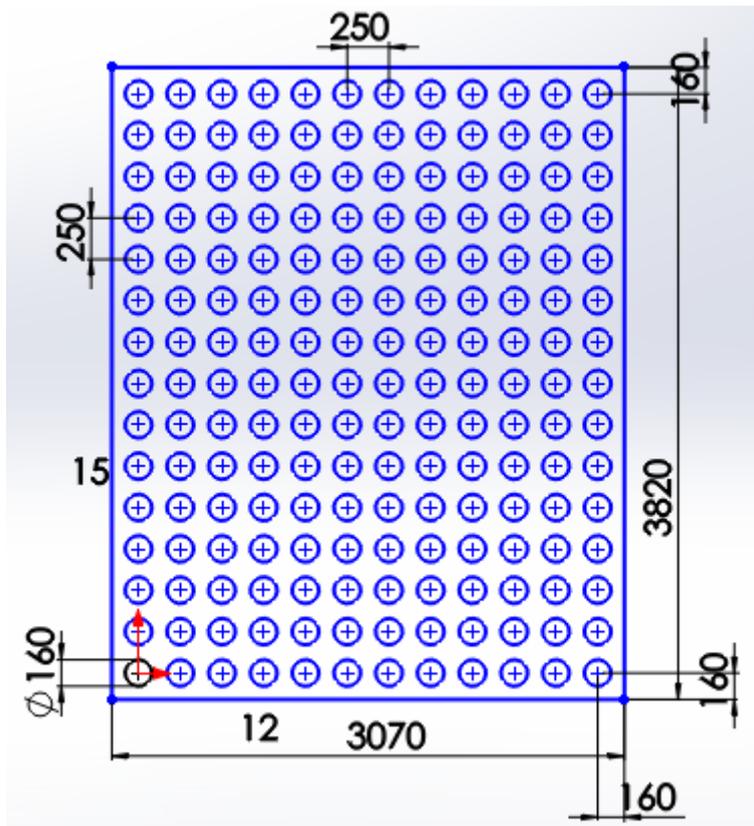
Para encontrar el área del filtro se usará la siguiente formula:

$$V_a \left[\frac{m}{s} \right] = \frac{Q \left[\frac{m^3}{s} \right]}{A_i \left[m^2 \right]}; A_i = a \left[m \right] \times b \left[m \right] - C_m \left(\frac{\pi D_m^2 \left[m^2 \right]}{4} \right)$$

Para este caso los múltiplos son axb con una velocidad ascendente de 0.47 m/s

$$\begin{aligned} (axb) &= Q_e / V_a + C_m(\pi \cdot D_m^2 / 4) \\ &= 13\,614 \text{ m}^3/\text{h} = 3.78 \text{ m}^3/\text{s} \\ &= 3.78 / 0.47 + 180(3.1415 \cdot 0.160^2) / 4 \\ &= 11.66 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Figura 16. Distribución de los filtros



Fuente: Elaboración Propia 2022

Área requerida = 11.66m²

Área real = 3.070*3.820

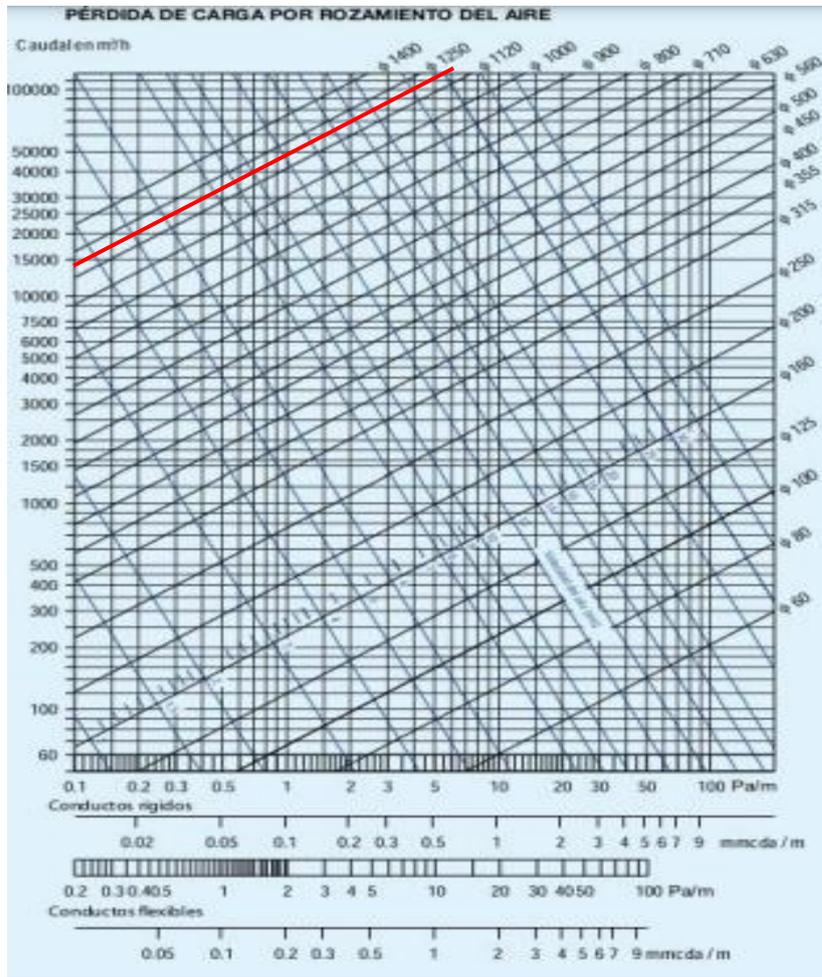
= 11.73m²

Perdidas de carga en los filtros

Perdidas en el sistema

(Anexo 9)

Figura 17. Pérdidas de carga



Fuente: Soler Palau 2021

Interpolando se tiene 1213.96 mmca

Es una cuestión muy preocupante al momento de realizar un proyecto de instalación de ventiladores es por el ruido que estos ocasionan puesto que vivimos en medio del ruido, pero este ya producirá más molestias donde el ruido no es más que un sonido desagradable.

La elección de ventiladores centrífugos se da por la cantidad de aire que estos mueven y el contenido del gas, a mayores flujos y caídas de presión mucho más grandes además se caracterizan por tener los motores fuera de la corriente de gas por la suciedad y el calor que circula por el ducto.

$$\eta_v = \text{Pot}_a / \text{Pot}_v$$

$$\text{Pot}_a = Q \times h_{TV} \times g \text{ (W)}$$

$$= 3.78 \times 1214 \times 9.81$$

$$= 45015 \text{ [w]}$$

$$\text{Pot}_a = 45 \text{ [kW]}$$

$$= 60 \text{ [HP]}$$

Figura 18. Características del motor

HP	RPM asincrona	Armazón NEMA	Voltaje nominal Volt	Corriente (A)			Eficiencia nominal %			Factor de potencia %			Par		
				en vacío	plena carga	arranque	0.5	0.75	plena carga	1/2	3/4	plena carga	Nom. lb-pie	Rotor Bloq. %	Max. %
15	1760	254TP	230/460	7.3	19	116	91.0	91.5	91.0	69	78	83	45	190	260
20	1755	256TP	230/460	9.1	26	145	90.9	91.4	91.0	67	77	81	60	190	270
25	1765	284TP	230/460	13	29	183	92.6	92.9	92.4	72	82	87	74	220	280
30	1765	286TP	230/460	15	35	218	92.6	93.0	92.4	72	84	88	89	220	280
40	1770	324TP	230/460	15	47	290	93.5	93.6	93.0	76	83	86	119	190	240
50	1770	326TP	230/460	18	58	363	93.4	93.5	93.0	78	85	87	148	190	240
60	1775	364TP	230/460	21	71	435	93.9	94.1	93.6	74	82	85	178	160	240
75	1775	365TP	230/460	27	87	543	94.4	94.6	94.1	74	83	85	222	155	240
100	1780	405TP	230/460	28	114	725	94.7	94.9	94.5	81	86	87	295	160	200
125	1785	444TP	460	43	145	908	93.5	94.5	94.5	78	84	87	368	160	200
150	1785	445TP	460	45	170	1085	94.6	95.1	95.0	81	86	87	441	150	200
200	1785	447TP	460	61	225	1450	94.9	95.2	95.0	81	86	87	588	150	200
250	1785	449TP	460	83	281	1825	95.0	95.2	95.0	81	86	88	736	140	200
300	1785	449TP	460	120	346	2200	95.6	95.7	95.4	74	82	85	882	140	200

Fuente: Motores Electricos Siemens 2022

Tabla 9 Resumen de los resultados

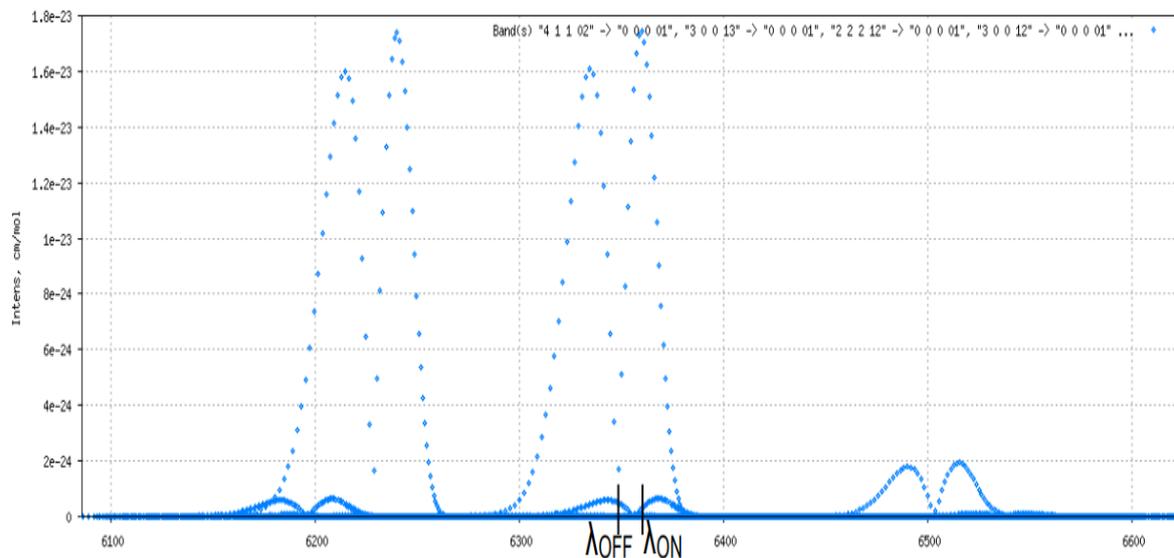
D+B2:D25 descripción	Resultado
Flujo volumetrico total	13614.45 m3/h
Caudal	3.78 m3/h
Velocidad de gas	5.01 m/s
Area de filtración	151 m2
Area de la manga	1.106 m2
Cantidad de filtros	180 unidaes
Perdidas de carga	1214 mmca
Potencia requerida	45 kW

Fuente: Elaboración Propia 2022

4.3. Se realizó el análisis en Matlab, resistencia de materiales en el filtro de acuerdo al SolidWorks 2017.

Los contaminantes que se pueden detectar con las herramientas de Matlab son (SO₂, NO₂, NO, CO, Benceno, Tolueno, Xilenos, SH₂ y más), en este caso se buscan los gases que se absorban a una longitud de onda dentro de un rango, se usara los parámetros necesarios del gas para la posterior simulación en Matlab tales como: la absorción y su concentración en la atmosfera. Se tomará el dióxido de carbono (CO₂) que absorbe una longitud de onda de 1573nm, dentro del rango de emisión de los láseres. Luego de la simulación y emisión de luz a la atmosfera se obtuvo el siguiente espectro.

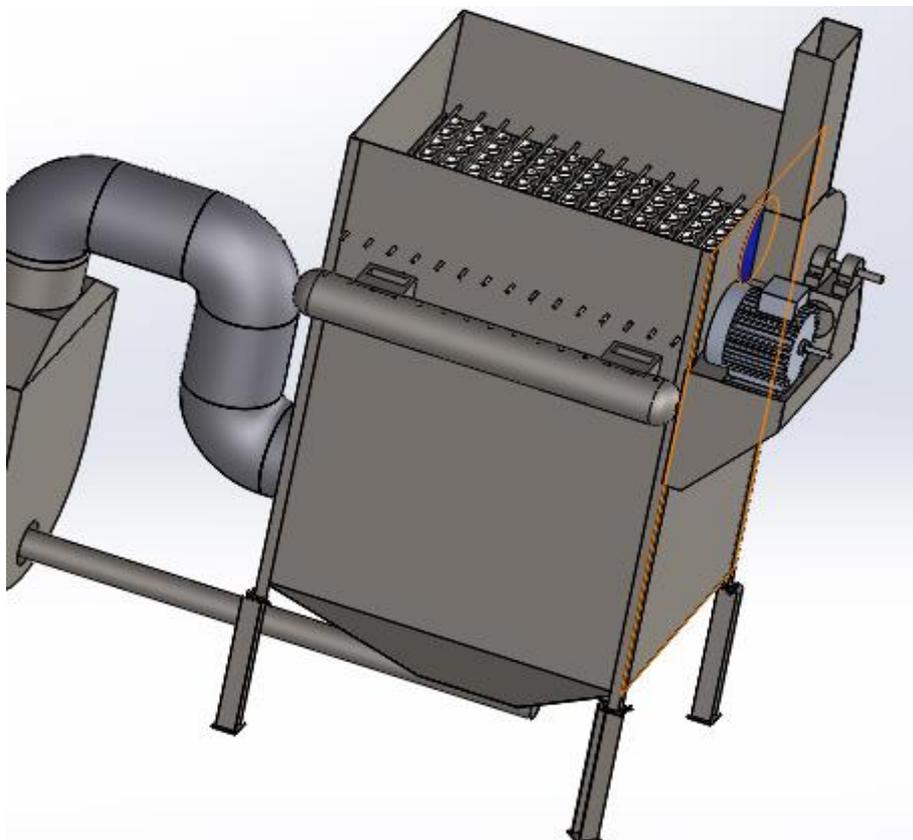
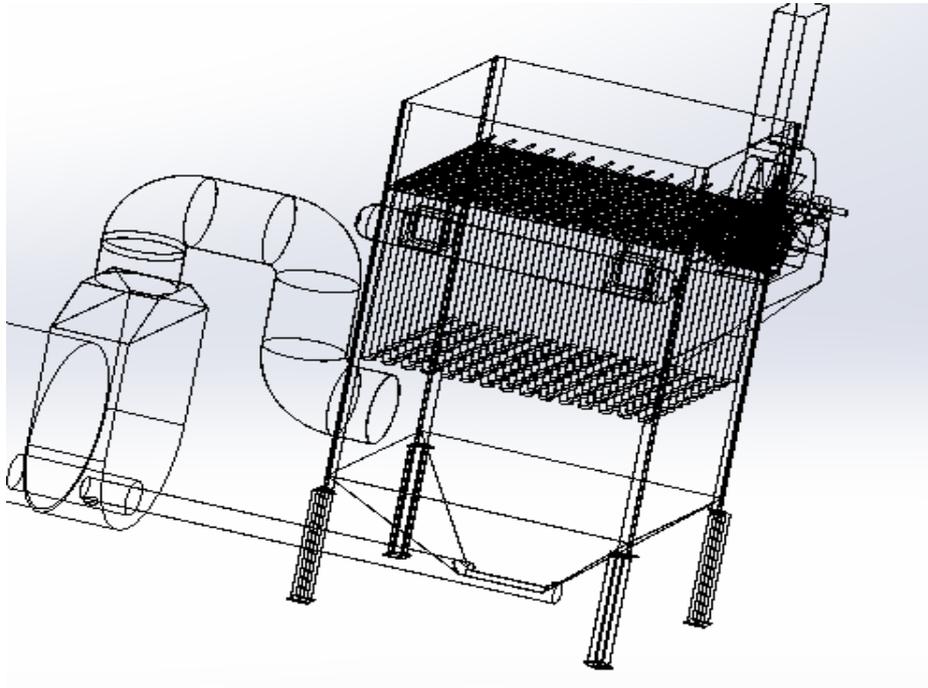
Figura 19. Gráfico de filtración de partículas



Fuente: Matlab 2018

En el programa Matlab se escogerá un valor para la longitud de onda absorbida para el CO₂ de 1572nm (6357cm⁻¹) con una absorción de 1.8e-23cm⁻¹/^{*}cm⁻², mientras que una onda más cercana será de 1574nm (6353cm⁻¹) este parámetro bien a ser directamente proporcional a la concentración de gas en la atmosfera. Según el MINAM en el 2020 la concentración en dióxido de azufre (SO₂) debe ser menor a 250 µg/m³ en 24 horas, dióxido de nitrógeno (NO₂) debe ser menor a 200 µg/m³ en una hora y para material particulado con diámetro menor a 10 micras 100 µg/m³ en 24 horas parámetros que se usan en Matlab.

Figura 20. Dimensionamiento requerido para la capacidad de filtración.



Fuente: Elaboración propia SolidWorks 2017

Tabla 10 Resultados de los estudios realizados a la estructura de filtro de mangas con carga uniforme

Nombre de documento y referencia	Formulación	Propiedades volumétricas
<p>Shell-3</p> 	Delgado	<p>Espesor: 6 mm Peso: 43237.5 N Volumen: 0.551498 m³ Masa: 4411.99 kg Densidad: 8000 kg/m³</p>

Fuente: Elaboración propia SolidWorks 2017 – análisis estático

Tabla 11 Propiedades del material.

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: AISI 304 Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx. Límite elástico: 2.06807e+008 N/m² Límite de tracción: 5.17017e+008 N/m² Módulo elástico: 1.9e+011 N/m² Coeficiente de Poisson: 0.29 Densidad: 8000 kg/m³ Módulo cortante: 7.5e+010 N/m² Coeficiente de dilatación térmica: 1.8e-005 /Kelvin</p>	<p>Sólido 1(Simetría1[3])(tolva), Sólido 2(Tubo cuadrado 80 X 80 X 5(2)[4])(tolva), Sólido 3(Simetría1[4])(tolva), Sólido 4(Tubo cuadrado 80 X 80 X 5(4))(tolva), Sólido 5(Vaciado1)(tolva), Sólido 6(Tubo cuadrado 80 X 80 X 5(2)[1])(tolva), Sólido 7(Tubo cuadrado 80 X 80 X 5(2)[3])(tolva), Sólido 8(Simetría1[1])(tolva), Sólido 9(Tubo cuadrado 80 X 80 X 5(2)[2])(tolva), Sólido 10(Simetría1[2])(tolva), Sólido 11(Tubo cuadrado 80 X 80 X 5(3))(tolva), Sólido 12(Simetría2[1])(tolva), Sólido 13(Simetría2[2])(tolva), Shell-3(Sólido 5(Vaciado1))(tolva)</p>

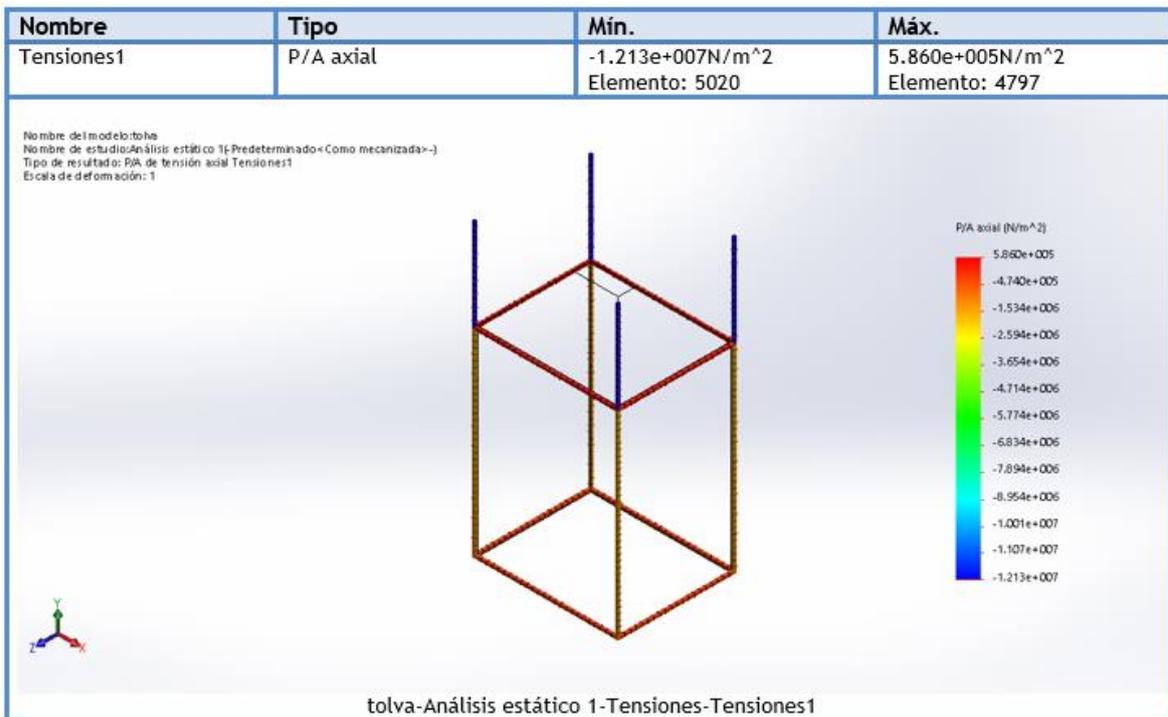
Fuente: Elaboración propia SolidWorks 2017 – análisis estático

Tabla 12 Tensiones en las vigas

Nombre de viga	Junta s	Axial(N/m ²)	Dir. de pliegue1(N/m ²)	Dir. de pliegue2(N/m ²)	Torsional (N/m ²)	Tensión axial y de flexión en el limite superior(N/m ²)
Viga-1(Simetría1[3])	1	1.21265e+007	1.40386e+006	1.72499e+006	31885	1.52553e+007
	2	2.02497e+006	1.26172e+006	1.72274e+006	-15989.5	5.00943e+006
	3	1.59647e+006	-791308	-1.04758e+006	15989.5	3.43536e+006

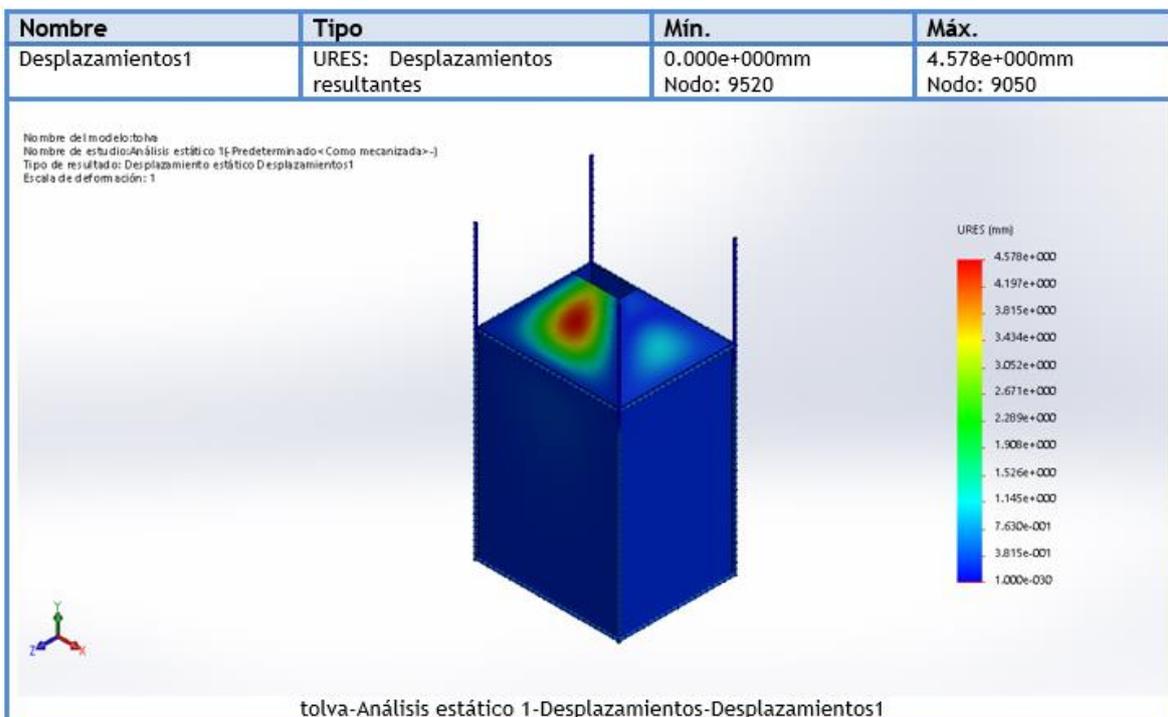
Fuente: Elaboración propia SolidWorks 2017 – análisis estático

Figura 21. Resultados de análisis estático



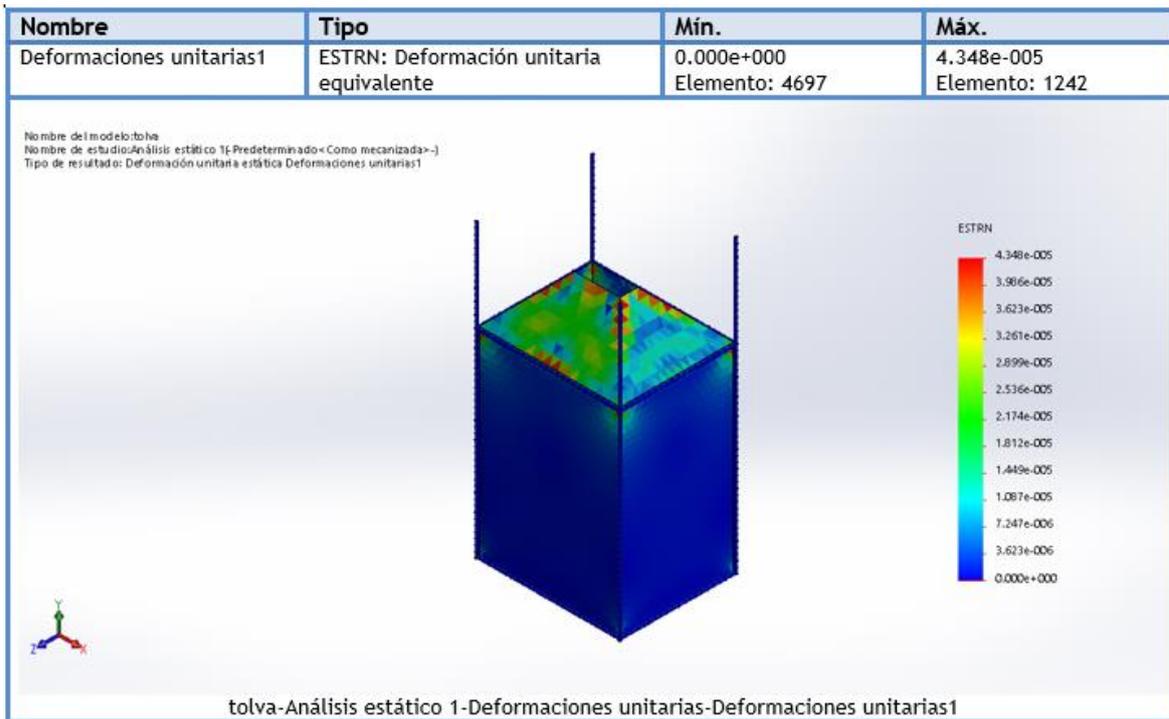
Fuente: Elaboración propia SolidWorks 2017 – análisis estático

Figura 22. Desplazamientos del material



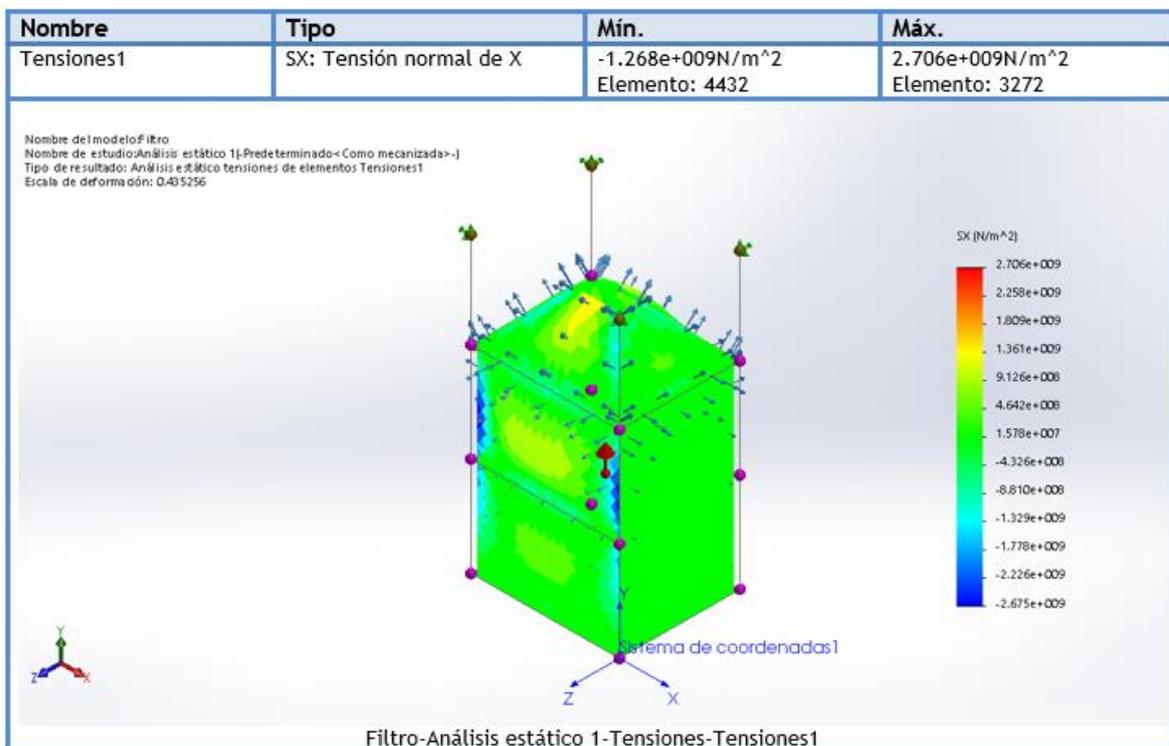
Fuente: Elaboración propia SolidWorks 2017 – análisis estático

Figura 23. Deformación unitaria del filtro



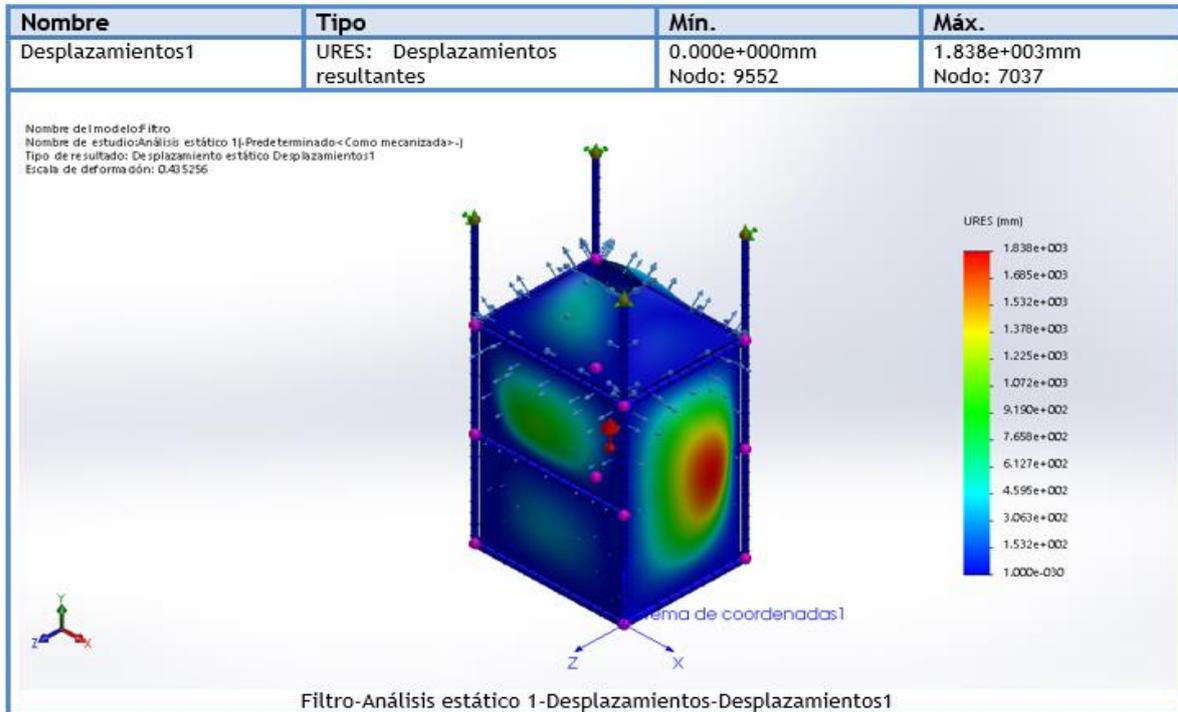
Fuente: Elaboración propia SolidWorks 2017 – análisis estático

Figura 24. Resultado del estudio con presión



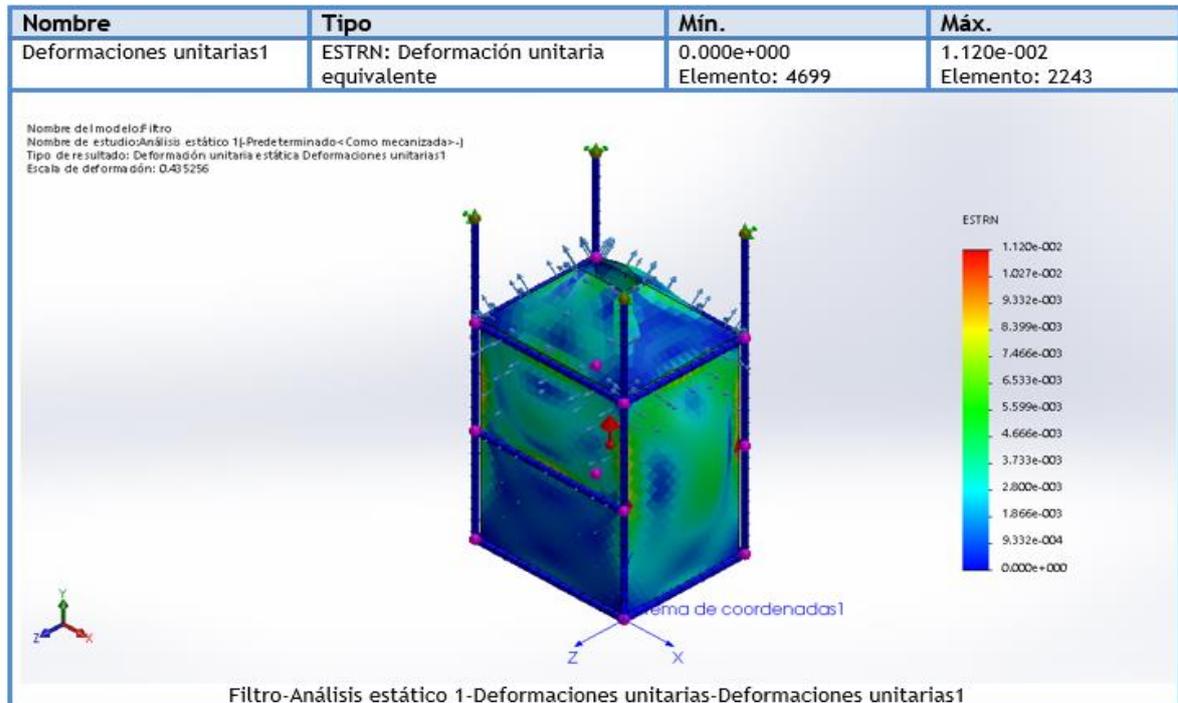
Fuente: Elaboración propia SolidWorks 2017 – análisis estático

Figura 25. Desplazamientos del material por efecto de la presión



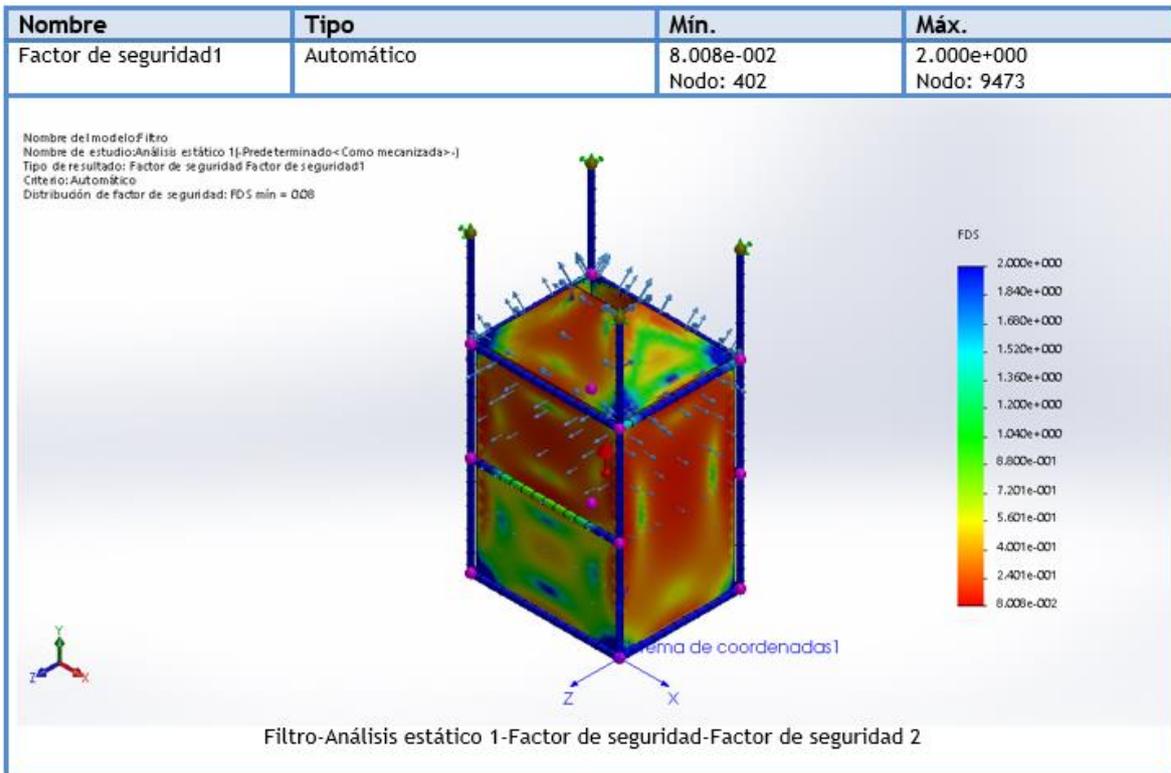
Fuente: Elaboración propia SolidWorks 2017 – análisis estático

Figura 26. Deformación del filtro durante la producción



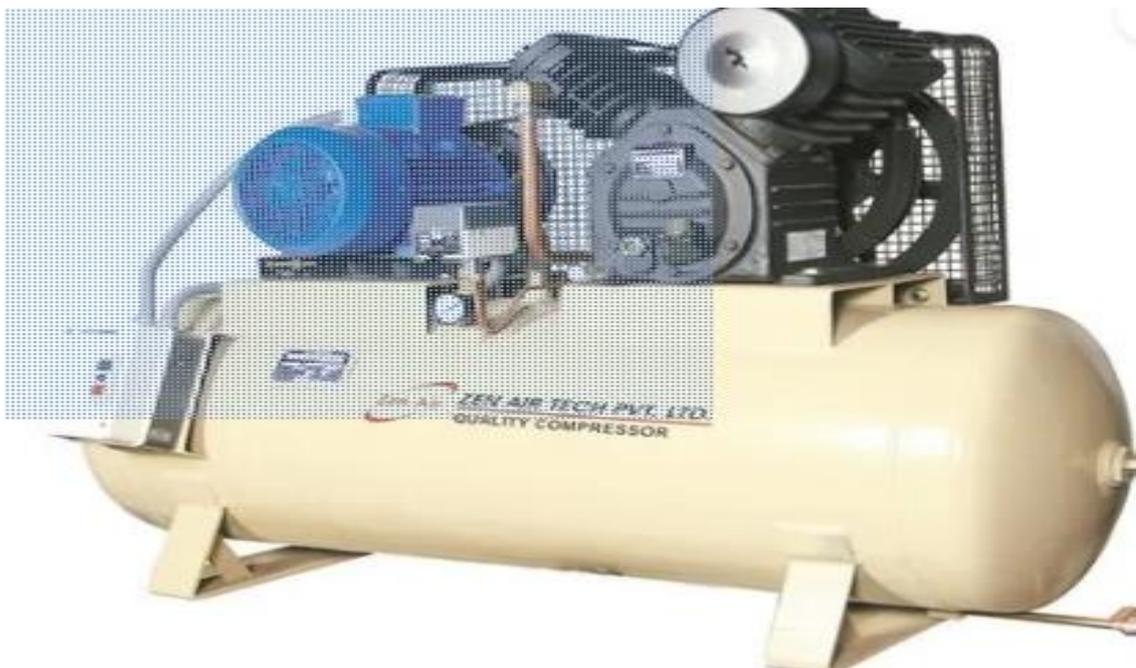
Fuente: Elaboración propia SolidWorks 2017 – análisis estático

Figura 27. Factor de seguridad aplicado al diseño



Fuente: Elaboración propia SolidWorks 2017 – análisis estático

Figura 28. Compresor requerido para la limpieza durante el trabajo de las mangas



Fuente: proveedor indiamart

Figura 29. motor de 60HP para el ventilador de extracción del flujo – gas



Fuente: distribuidores siemens

Figura 30. Electroválvulas para limpieza de mangas



◀ BACK

VÁLVULAS PARA FILTROS DE MANGAS 72

Para colectores de polvo normalmente cerradas.

Material: aluminio

Normalmente cerradas

Sellos NBR

Cuerpo Standar

Medidas de 3/4" a 1"

Fuente: proveedores surmaq

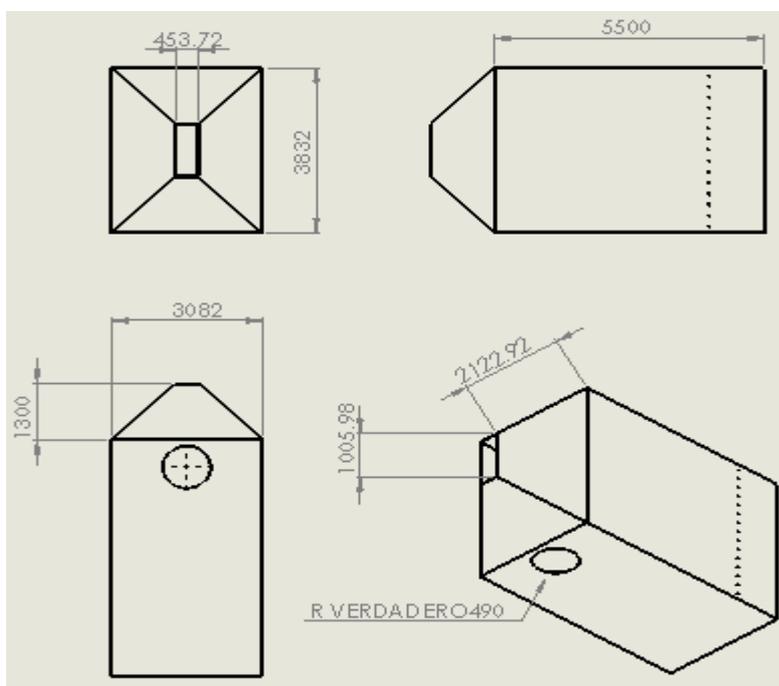
4.4. Se elaboró el presupuesto de la fabricación e implantación del sistema electromecánico para mitigar la contaminación del aire.

Para llevarse a cabo del proyecto a la práctica se tiene que realizar una cuantiosa inversión la cual demanda de préstamos, endeudamiento y otros afines que conllevan la realización de un proyecto de inversión de manera local.

Las cuales de analizaran aleatoriamente de acuerdo a las especificaciones del ingeniero a cargo del diseño.

Planos de diseño

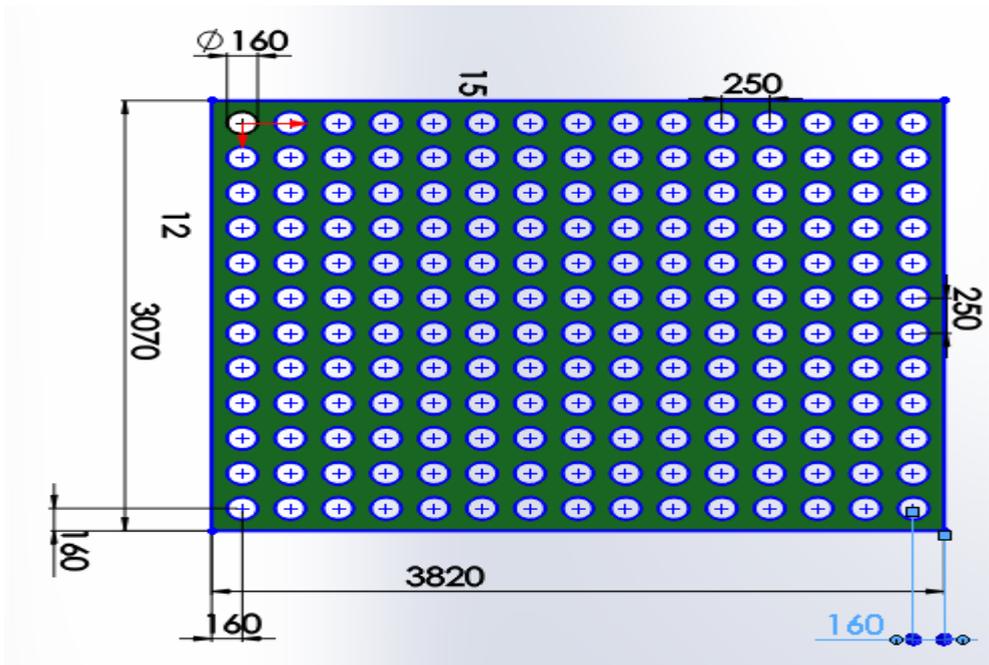
Figura 31. Cuerpo de filtro



Fuente: Elaboración propia SolidWorks 2017

$$\begin{aligned} \text{Área de planchas } & ((5.50 \times 3.83) \times 2) + ((5.50 \times 3.08) \times 2) + ((5.50 \times 1.30) \times 2) = \\ & 42.13 + 33.88 + 14.3 = 90.31 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

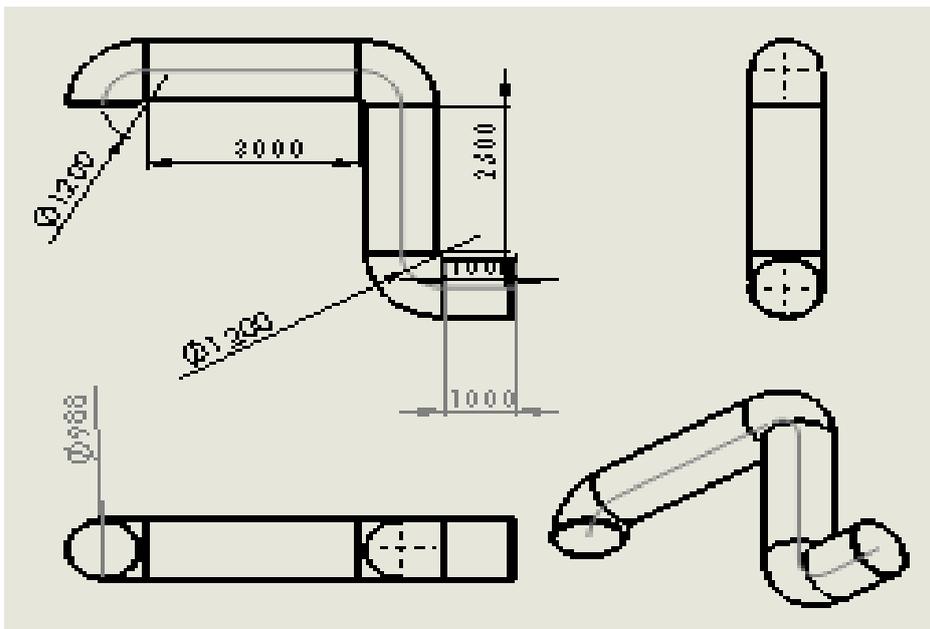
Figura 32. base porta filtros



Fuente: Elaboración propia SolidWorks 2017

$$\text{Área } 3.07 \times 3.82 = 11.72 \text{m}^2$$

Figura 33. Área de ductos



Fuente: Elaboración propia SolidWorks 2017

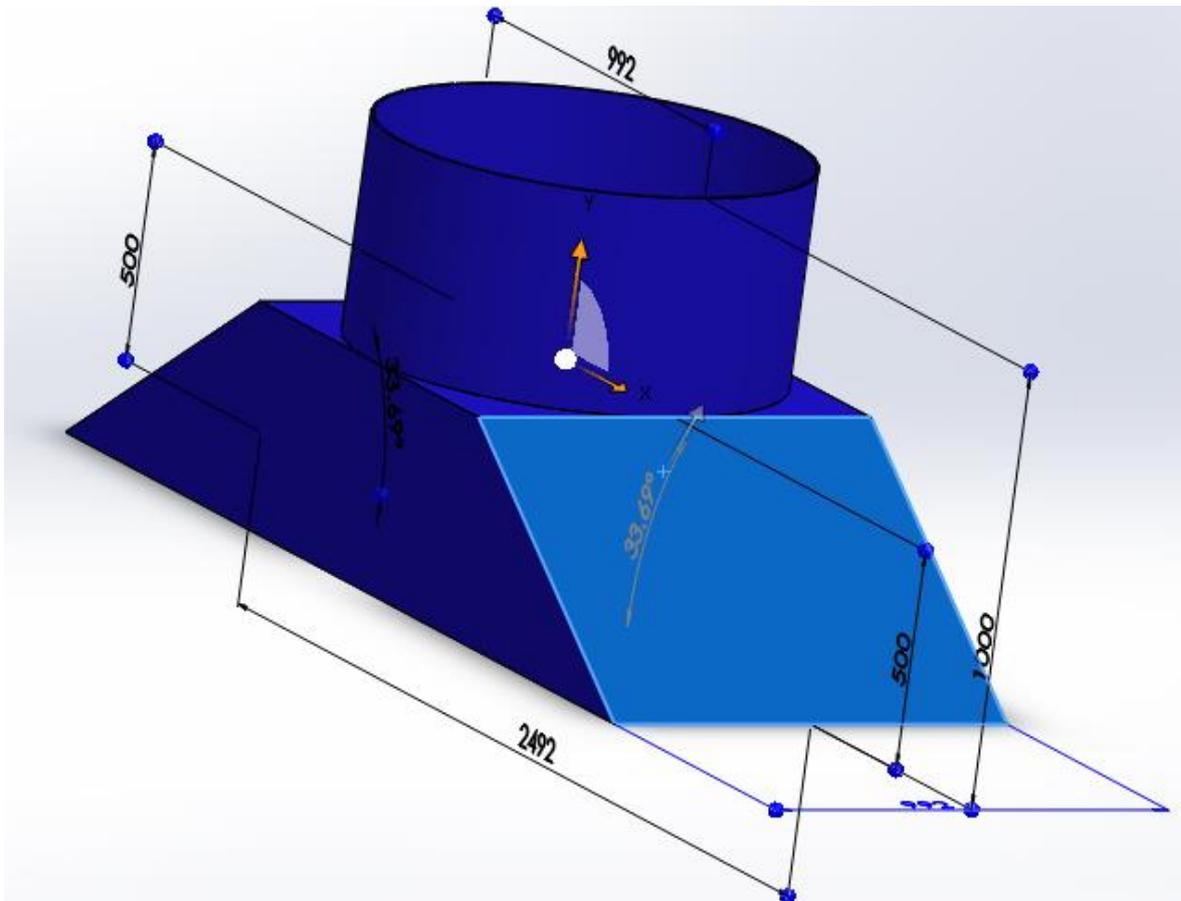
Área perímetro de ducto recto (1) $0.992 \cdot \pi \cdot 3 = 9.35 \text{ m}^2$

Área perímetro de ducto recto (2) $0.992 \cdot \pi \cdot 2.50 = 7.79 \text{ m}^2$

Área perímetro de ducto recto (3) $0.992 \cdot \pi \cdot 1 = 3.12 \text{ m}^2$

Área de perimétrica del codo $1.56 \cdot 0.992 \cdot \pi = 4.86 \text{ m}^2 \cdot 3 \text{ codos}$

Figura 34. Campana de captación



Fuente: Elaboración propia SolidWorks 2017

Área de la superficie metálica $0.992 \cdot \pi \cdot 0.50 = 1.558 \text{ m}^2$

$$2 \cdot 2.50 \cdot 0.50 = 2.50 \text{ m}^2$$

$$2 \cdot 0.992 \cdot 1.25 = 2.48 \text{ m}^2$$

suma total de áreas

$$90.31 + 11.72 + 12 = 114.03 \text{ m}^2 \text{ plancha de 6mm}$$

$$9.35 + 7.79 + 3.12 + (4.86 \cdot 3) + 1.55 + 2.50 + 2.48 = 41.34 \text{ m}^2 \text{ de plancha 3mm}$$

4 Angulo de 5*5' x 9mm

2 perfil H 8' x 12 mm

Tabla 13 Medidas de acero

ESPESOR NOMINAL		PESO NOMINAL DE PLANCHA (KILOGRAMOS)	
(Pulgadas)	mm	1220mm * 2440mm	1500mm * 3000mm
1/64	0.40	9.53	14.40
1/46	0.50	11.91	18.00
1/40	0.60	14.29	21.60
1/32	0.80	19.05	28.80
1/27	0.90	21.43	32.40
1/20	1.20	28.58	43.20
1/16	1.50	35.72	54.00
	2.00	47.63	72.00
3/32	2.50	59.54	90.00
1/8	3.18	75.61	114.30
5/32	4.00	95.26	144.00
	4.50	107.16	162.00
3/16	4.76	113.42	171.45
	5.00	119.07	180.00
1/4	6.35	151.22	228.60
3/16	4.76	113.42	171.45
3/8	9.53	226.83	342.9
1/2	12.70	302.44	457.2
5/8	15.88	378.05	571.5
3/4	19.05	453.66	685.8

Fuente: metalmark

Plancha de 6mm 114m² (1plancha = 2.98m²) = 38.27 = 40 Planchas

Plancha de 3 mm 41.34 m² (1plancha = 2.98m²) = 13.87 = 15 Planchas

4 Angulo de 5*5' x 9mm

2 perfil H 8' x 12 mm

Tabla 14 Presupuesto para llevar a cabo la inversión en la construcción de un separador de partículas en una planta de asfalto.

			CANTIDAD	PPRECIO UNITARIO	ACUM
MANO DE OBRA	INGENIERO		1	5300	5300
	OPERARIO		2	2600	5200
	AYUDANTE		4	1500	6000
TRANSPORTE	PERSONAL		1	60	60
	MATERIALES		1	250	250
MARETIALES	PLANCHAS 3mm		15	240	3600
	PLANCHAS 6mm		40	410	16400
	PLANCHAS 9mm		1	530	530
	ANGULOS 9mm		4	280	1120
	PERFIL H 12		2	490	980
	PERNO + TUERCA		200	1.5	300
	MANGAS		180	360	64800
	TUBOS 1 1/2		10	80	800
	COMPRESOR		1	1000	1000
	PULSADOR		1	50	50
	GUARDAMOTOR		1	600	600
	CONTACTOR		1	500	500
	RELE		1	450	450
	CABLES 4*4		15	200	3000
	MOTOR		1	7200	7200
	RODETE DE VENTILADOR		1	1200	1200
	CHUMACERAS		2	800	1600
	FAJAS		3	150	450
	POLEAS		2	200	400
	SOLDADURA kg		30	15	450
	DISCOS DE CORTE 9"		20	25	500
	DISCO DE DESVADTE 9"		12	27	324
	PINTURA gl		6	55	330
	LIJA 120 pl		15	3	45
HERRAMIENTAS /d	MAQUINA DE SOLDAR		30	150	4500
	AMOLADORA		30	80	2400
	EQUIPO DE CORTE		15	120	1800
	COMPRESOR		3	200	600
	SOPLETE		3	120	360
TOTAL					S/ 133,099.00

Fuente: Elaboración Propia – 2022

V. DISCUSIÓN

En la investigación se propuso el primer objetivo específico determinar alternativas de filtración de partículas para planta de asfalto. Mena (2021) la filtración de partículas es un método utilizado para la captación de polvos en los gases dentro de la industria siderúrgica, teniendo en cuenta que esta es de vital importancia para la purificación de las emisiones cargados de sedimentos generados por las operaciones tecnológicas o mecánicas en producción de insumos o materiales, con estos equipos de filtración de partículas o filtro de mangas los cuales tienen mayor eficiencia se garantiza un nivel mínimo de expulsión de sedimentos o gases contaminados de partículas de polvo a la salida de las chimeneas de las grandes y pequeñas industria que trabajan con calderas o incluso de los mismos motores de combustión.

Para nuestro informe se tuvo a bien plantearse tres de los posibles mejores candidatos de los cuales más se adaptarían a las condiciones de trabajo en una planta de asfalto, el lugar donde será instalada el espacio con el que se cuenta y los recursos económicos con los que puede facilitar la empresa en cuestión. Por lo tanto, se puede decir que la elección de las alternativas de filtración de partículas fue la más apropiada y que presenta una mejor garantía y eficacia de filtrado de las partículas generadas por la planta de asfalto cabe recalcar que la elección no se hizo al azar sino por un lineamiento de criterios seleccionados, de antemano para hacer público que tuvo en cuenta la opinión tanto de los trabajadores, jefe responsable de operaciones administrativos y demás personal involucrado realizándose una entrevista en ese momento, para de esa manera ver entre todas las alternativas de filtración posibles y así seleccionar las mejores y convenientes opciones para luego seleccionarlas con ciertos criterios. Donde efectuando de acuerdo a lo especificaciones técnicas de filtrantes más adecuados se logró establecer el filtrante más óptimo, pero no el más económico con el cual se desearía contar en la industria.

Para el segundo objetivo específico se tuvo en cuenta a Brenes (2017) que el cálculo para espacio de filtración: en primer lugar, se establece el volumen total de las emisiones en las condiciones que se encuentran en contacto con el filtro, sosteniendo un sin número de parámetros estándar, su volumen global de las emisiones en la filtración, tomando en cuenta los sucesos de los filtros de mangas y el aire necesario que se usara para la regeneración debe ser igual a las emisiones más el 25 % de reserva. Para este caso se calculó el caudal con el que circula el aire por los ductos de transporte de gas particulado también se tuvo en cuenta la velocidad el diámetro de los ductos el área específica de filtración dándole un margen para la regeneración coa que es de vital importancia para limpieza en simultaneo en las mangas filtrantes. Se realizaron cálculos de caudales y así lograr un equilibrio con lo requerido por la empresa.

Para el tercer objetivo específico se tuvo en cuenta a López (2019) en su artículo informa que un filtrante de mangas es un separador de partículas por cribado, este tipo de filtro es el más empleado a nivel industrial por el hecho de ser cada vez más comunes simples y baratos además de ser de fácil mantenimiento. Para este aparatado no tan común se tuvo a bien generar una simulación de filtrado a través del programa Matlab para las cuales se requirió de los diferentes especificaciones te de los filtros como también del gas y sobre todo del elemento simulador para determinar en gran parte la capacidad de filtración así como generar una comprobación a modo d simulación de las partículas que logran ser retenida en las mangas filtrantes del equipo que se desea instalar en la planta de asfalta para efectos de limpieza del aire emanado a la atmosfera.

Del mismo modo se efectuó la ingeniería de detalle la existencia estática de los soportes del filtro de mangas actuando entre ellas la gravedad la masa distribuida de tanto del equipamiento del filtro como la presión de circulación de flujo de airea través de las mangas filtrantes además se implementó la automatización de las electroválvulas de regeneración para la limpieza a contra presión de las mangas.

Para cuarto objetivo específico se tiene el detalle económico de la inversión para su construcción, al realizarse los planos a través del SolidWorks nos dio la referencia de cuanto material se va emplear en la fabricación del equipo donde los materiales son los más costos del mercado en los cuales la inversión será muy fuerte, pero vale la pena ya que realizando la ejecución del proyecto de acuerdo a los cálculos este se verá siendo una excelente forma de sedimentación de partículas en la industria de producción de asfalto caliente en planta.

Para (Soto, 2021) la ejecución de proyectos de inversión pública abarca una serie de herramientas que permiten asegurar que las actividades y obras públicas puedan realizarse de manera efectiva en base a ciertos criterios a fin que se pueda mejorar la prestación de bienes y servicios públicos destinados a optimizar la calidad de vida de los ciudadanos. Con la ejecución del proyecto se estará logrando una mejora en el ambiente laboral y un espacio más comfortable para las generaciones que se vienen.

VI. CONCLUSIONES

Se logró realizar con éxito las tres mejores alternativas de filtración de partículas: el separador ciclónico (255), Scrobber (395) y Filtro de mangas (425) de los cuales el que obtuvo mayor puntaje respetando los criterios de selección respecto a las otras alternativas es el filtro de mangas quedo seleccionado. por lo tanto, será el mismo que representa los cálculos siguientes y resultados finales.

Se concluye que el caudal específico es de $3.78 \text{ m}^3/\text{s}$ con el cual se realizaran los cálculos siguientes, también se obtuvo una densidad de $0.8414 \text{ Kg}/\text{m}^3$ a través de una interpolación y conversión de grados de temperatura. Donde también se logró obtener la potencia del motor para el ventilador extractor de 45 kW, la cual trabaja a máxima carga con una eficiencia nominal de 63.6%.

La simulación en el programa Matlab se vio el cambio considerable que existe entre usar un modelo de filtración en este caso se usó uno de mangas el cual dio un buen resultado en emanación de gases con partículas al medio ambiente en planta de asfalto, la herramienta Matlab se ha convertido en una técnica importante que permite estudiar diferentes campos; como medición de contaminantes transporte a gran distancia, medición de aerosoles en erupciones volcánicas, monitoreo de partículas de aerosol y monitoreo de la calidad del aire a nivel de simulación.

Se concluye que los cálculos de inversión son sumamente altos S/. 133 099.00 pero que son recuperables a un plazo promedio. En estos costos cabe recalcar que no incluye planes de mantenimiento ni repuestos en reserva.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda que la temperatura de entrada de la mezcla debe ser baja para evitar un deterioro de las mangas esto incrementa la eficiencia en la separación de las partículas del aire.

Se recomienda capacitar al personal de operación como también al personal de mantenimiento a fin de evitar posibles riesgos y accidentes al momento de operación y mantenimiento planta de asfalto

Uno de los métodos para mantener una temperatura equilibrada al ingreso de las mangas el instalar un sensor PT100 o termocupla para estar pendiente de los límites de temperatura adecuados de trabajo esta abarata costos en mantenimiento y adquisición de mangas.

A las industrias con este tipo de actividades o similares se recomienda instalar este tipo de filtro de magas puesto que tienen mayor eficiencia no contamina el medio ambiente, fácil mantenimiento

Se recomienda hacer trabajos experimentales en laboratorio para valida los resultados obtenidos en el presente trabajo.

REFERENCIAS

- Alfredo, Otero Ortega. 2018.** enfoques de investigacion. *google academico*. [En línea] 2018. researchgate.net.
- Arias, RIVEROS JULIO MIKER. 2011.** *DISEÑO DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN LOCALIZADO PARA EL BANCO DE PRUEBAS DE COMBUSTIÓN DEL PROYECTO CARBÓN*. Lima : Repositorio institucional de la PUCP, 2011.
- Bałaga, Dominik, Siegmund, Michał y Kalita, Marek. 2021.** *Selection of operational parameters for a smart spraying system to control airborne PM10 and PM2.5 dusts in underground coal mines*. Poland : Institution of Chemical Engineers, 2021. 09575820.
- BASTIDAS, Martinez Juan Gabriel y RONDON, Quintana Hugo Alexander. 2020.** *Caracterización de mezclas de concreto asfáltico*. colombia : Repositorio Institucional, 2020.
- Bezek, Lindsey B, Pan, Jin y Harb, Charbel. 2021.** *Additively manufactured respirators: quantifying particle transmission and identifying system-level challenges for improving filtration efficiency*. United States : Elsevier B.V., 2021. 02786125.
- Blause, Sacha. 2021.** *Quality and completeness of RCTs assessing cognitive interventions in children and adolescents presenting memory deficits: a meta-research protocol*. mexico : revista alegria de mexico, 2021.
- Borup, Daniel D, Elkins, Christopher J y Eaton, John K. 2020.** *Experimental Analysis of a Particle Separator Design With Full-Field Three-Dimensional Measurements*. EE. UU. Stanford : Assoc. Editor: David G. Bogard. (Journal of Turbomachinery), 2020. págs. Volumen 142, numero 10. Vol. 142. 0889504X.
- Boudhan, Rachid y al), (et. 2019.** *Influence of air humidity on particle filtration performance of a pulse-jet bag filter*. Francia : Elsevier Ltd, 2019. Vol. 130. 00218502.
- Brenes, Greivin David Gutierrez. 2017.** *Redesign of the bag filter in the premix area for the CEMEX Costa Rica Plant "*. Costa Rica : repositorio tecnologico de Costa Rica, 2017.
- Comex, Perú. 2020.** *INFRAESTRUCTURA VIAL: GOBIERNOS SUBNACIONALES ESTANCADOS*. Perú : sstudio tigres, 2020. págs. 1-10.
- Cook, Lawrence L, Gostomski, Peter A y Apel, William A. 1999.** *Biofiltration of asphalt emissions: Full-scale operation treating off-gases from polymer-modified asphalt production*. United States, New Zelanda : AIChE, 1999. 02784491.
- Cristo-Andrade, Silveli y Ferreira, João J. 2020.** *Knowledge spillovers and strategic entrepreneurship: what researches and approaches?* Portugal : Springer, 2020. 15547191.
- Cueva, Arquinigo Yoel Hernan. 2016.** *"DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXTRACCIÓN LOCALIZADA DE GASES DE LOS HORNOS DE FUNDICIÓN DEL PROYECTO TAMBOMAYO*. Lima : repositorio de la UTP, 2016.

- DAVILA, Velandia Magda Lorena y MAGALDI, Manotas Pedro Miguel. 2019.** *Effect of recycled cooking oil on the physical and mechanical properties of hot mix asphalt MD-19 (60-70).* Colombia : Repositorio Institucional de la Universidad Católica de Colombia (RIUCaC), 2019.
- Design and prototype of a precipitator.* **RODRIGUEZ, Juan Felipe, y otros. 2017.** 2017, RESEARCH ARTICLE, págs. vol 7 pag.86 - 95.
- Drag, Marlena. 2021.** *Model-based fiber diameter determination approach to fine particulate matter fraction (Pm2.5) removal in hvac systems.* Poland : MDPI AG, 2021. 20763417.
- ejecutivo, poder. 2020.** *Decreto Supremo N° 001-2020-MINAM.* lima : actualida civil, 2020.
- Emisiones de Contaminantes Atmosfericos de la industria del asfalto en Beijing, China.* **QU, Siu. [et al]. 2021.** 2021, Revista de Ciencias Ambientales (China) 109, págs. 57-65.
- Eslava, René Tolentino, González, Pedro Francisco Huerta y Rodríguez, Ivone Cecilia Torres. 2020.** *Caracterización de una instalación experimental para medición de flujo de aire.* s.l. : Memorias del Congreso Científico Tecnológico de las carreras de, 2020. págs. 1- 7.
- Espinoza, Freire Eudaldo Enrique. 2018.** *Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Parte I.* 2018. pág. Vol.14.
- Esther, Lizasoain-Arteaga, y otros. 2020.** *Comprehensive analysis of the environmental impact of electric arc furnace steel slag on asphalt mixtures.* Spain : Elsevier Ltd, 2020. pág. produccion 275. 09596526.
- Farrokhi, Farahman y Mahmoudi, Hamidabad Asgar. 2012.** *Rethinking convenience sampling: Defining quality criteria.* Iran : Academy Publisher, 2012. 17992591.
- Gallo, Torres Tomás. 2017.** *Efectos Nocivos del Humo de la Combustion.* Sevilla : Diputación Provincial de Sevilla. Area de servicios publicos supramunicipales, 2017.
- Garcia, Sanchez Andres Eugenio. 2019.** *ANÁLISIS AERODINÁMICO DEL SEPARADOR CICLÓNICO DEL.* Bogota : Repositorio Universidad Libre, 2019.
- GROUP, Aimix. 2019.** *Partes De Una Planta De Asfalto Y El Funcionamiento.* AIMIX Grupo Cía.,Ltda. [En línea] 27 de 04 de 2019. <https://aimixgrupo.com.mx/partes-de-una-planta-de-asfalto-y-el-funcionamiento/>.
- Health, New Zealand PM Stresses. 2021.** *Economic, Security Issues at East Asia Summit.* Woodside. New Zelanda : Xinhua News Agency - CEIS; Woodside, 2021.
- Hermosilla, García Ruben y Soto, Elvira Pedro Luis. 2009.** *Diseño del sistema de ventilación de un establecimiento industrial dedicado a la fabricación de harina.* Lima : repositorio upct, 2009.
- Hu, Xiayi (Eric), y otros. 2020.** *A review of N-functionalized solid adsorbents for post-combustion CO2 capture.* China, Australia : Elsevier Ltd, 2020. 03062619.

Huallpayunca, Herrera Johssep Andrew. 2021. *Diseño de una máquina bobinadora automática multifunción para reducir el tiempo de bobinado en la Corporación Industrial Ronny SAc.* Perú : repositorio UCV, 2021.

Huang, An-Ni y al), (et. 2018. *Effects of particle mass loading on the hydrodynamics and separation efficiency of a cyclone separator.* Taiwan : Taiwan Institute of Chemical Engineers, 2018. Vol. 90. 18761070.

Ibarra, León Edna Katherin. 2019. *good operational practices for compliance with the emissions standard.* colombia : pdf 52.200.198.20 portafolio, 2019.

Ilechukwu, Ifenna y al), (et. 2020. *Assessment of heavy metal pollution in soils and health risk consequences of human exposure within the vicinity of hot mix asphalt plants in Rivers State, Nigeria.* Nigeria : Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2020. Vol. 193. 01676369.

Ilechukwu, Ifenna, y otros. 2021. *Evaluación de la contaminación por metales pesados en el suelo y las consecuencias de los riesgos para la salud de la exposición humana en las proximidades de las plantas de mezcla de asfalto en caliente en el estado de Rivers, Nigeria.* Nigeria : Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2021. 01676369.

Imata, Cruz Alonso Lester. 2022. *CONTROL DE CALIDAD DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y MATERIALES BITUMINOSOS.* Arequipa : Universidad Nacional de San Agustín, 2022.

IRMA, projekt sistem SRL. 2013. <http://www.irma-ps.com>. *office@irma-ps.com*. [En línea] 2013. [Citado el: 15 de junio de 2022.]

Ivan, Cardenas. 2016. *Diseño de Mezcla Asfáltica.* Lima : fondo editorial ICG, 2016.

Joe, Yun-Haeng, Shim, Joonmok y Park, Hyun-Seol. 2017. *Evaluation of the can velocity effect on a bag filter.* South Korea : Elsevier B.V., 2017. Vol. 321. 00325910.

Kanaoka, Chikao. 2019. *Fine particle filtration technology using fiber as dust collection medium.* Japan : Hosokawa Powder Technology Foundation, 2019. Vol. 36. 02884534.

Kowalski, Karol J, y otros. 2016. *Eco-friendly materials for a new concept of asphalt pavement.* Poland, Spain, Belgium, Denmark, : Elsevier B.V., 2016. 23521457.

LAHIDALGA, Serna Jesus. 2018. *Ventiladores centrifugos.* s.l. : ciencia y tectologia, 2018.

LALANGUI, Matamoros Cesar Leodan. 2018. *Modelo de planificación del proceso constructivo de carreteras asfaltadas en la provincia de El Oro.* Ecuador : Machala, Repositorio Digital de la UTMACH, 2018.

Lanzerstorfer, Christof y al), (et. 2019. *Emissions and Removal of Gaseous Pollutants from the Top-gas of a blast furnace.* Austria : Iron and Steel Institute of Japan, 2019. Vol. 59. 09151559.

Lebrusán, Irene y Toutouh, Jamal. 2020. *Using smart city tools to evaluate the effectiveness of a low emissions zone in Spain: Madrid central.* United States : MDPI, 2020. 26246511.

Leon, Benavides Jorge, Bullard, González Arturo y Benavides, Alfaro Pilar. 2018. *Perú: ¿qué porcentaje de la red vial no está pavimentada?* Perú : s.n., 2018. pág. POST 466.

Lin, Liang. 2021. *the efficiencies of different dust collectors and characteristics of PM2.5 Water soluble Ions in industrial fluidised bed boilers.* China : China Special equipment inspection and research institute, 2021. Vol. 245. doi.org/10.1051/e3sconf/202124503076.

López, Charca Miguel. 2019. *Determination of Dust Load in a Bag Filte.* s.l. : Patent Application, 2019.

Martín, Ezequiel Uguet, y otros. 2020. *ARENA ASFALTO COMO SISTEMA ANTIRREFLEJO DE FISURAS EN.* Argentina : Unidad de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Civil, 2020.

Martinho, Fernando C. G, Picado-Santos, Luis G y Capitão, Silvino D. 2020. *Assessment of warm-mix asphalt concrete containing sub-products as part of aggregate blend.* Portugal : Taylor and Francis Ltd., 2020. págs. 152 - 173. 10298436.

Medina, León Alberto, y otros. 2019. *Procedimiento para la gestión por procesos: métodos y herramientas de apoyo.* 2019. pág. vol. 27.

Mena, Report. 2021. *Engineering, Design, Supply And Erection And Commissioning Of Bag Filter System In Unit-2 Bed Material Silo.* la Habana : Mena Report.Gale Academic OneFile, 2021.

Minimización de material particulado generado en el proceso de clinkerización mediante el empleo de filtros de mangas. **Castillo, Ever y Seijas, Segundo. 2019.** 2019, revista CYT, pág. vol 15 n°3.

Minimization of particulate material generated in the clinkerization process through the use of bag filters. **Diaz, Ever Segundo Castillo y Velasquez, Segundo Seijas. 2019.** 2019, Revista CIENCIA Y TECNOLOGÍA, págs. 169 - 181.

Misiulia, Dzmitry, Lidén, Göran y Antonyuk, Sergiy. 2022. *Performance characteristics of a small scale cyclone separator operated in different flow regimes.* Germany : Elsevier Ltd, 2022. Vol. 163. 00218502.

Muñoz, Muñoz Laura. 2021. *Construcción de los diagramas de flujo de la cadena de valor completa para algunos de los productos de la empresa Nutrimenti de Colombia S.A.S.* Colombia : Repositorio Institucional Universidad de antioquia, 2021.

Narita, E, Honda, M y Nakata, M. 2018. *Gyrokinetic modelling of the quasilinear particle flux for plasmas with neutral-beam fuelling.* Japan, : s.n., 2018. 07413335.

Ortega, Gómez Miriam. 2017. *Methodological design.* MEXICO : <http://ri.uaemex.mx/>, 2017.

OSORIO, Ceballos Stefania. 2021. *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de triturado y asfalto en la Cantera el Faro en el municipio de Manizales.* Colombia : Repositorio Institucional Universidad EAFIT, 2021.

Pacheco, Espejo - Jairsinho Emmanuel. 2020. *Diseño de un sistema para el control de polvo en plantas de agregados en Arequipa.* Arequipa : Repositorio Insstitucional de la UNSA, 2020.

Pagnan, Andreia Salvan, y otros. 2020. *Individual protection mask with improved filtering properties: 3D printed solution guided by design materials selection.* Brazil, : Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2020. 19842988.

Palau, Soler &. 2012. *Sistemas de ventilacion.* 2012.

Parisuaña, Zea Maycohl Peter y Lupaca, Valeriano Gilmer Hugo. 2021. *DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DEL PUNTO ÓPTIMO DE FUNCIONAMIENTO DE UN VENTILADOR CENTRÍFUGO O RADIAL DE 500 W DE POTENCIA EN LA CIUDAD DE PUNO.* puno : <http://repositorio.unap.edu.pe/>, 2021.

Pereira, Villazón Tatiana, Portilla, Manjón Idoia y Rodriguez, Salcedo Natalia. 2019. *Big data y Relaciones Públicas. Una revisión bibliográfica del estado de la cuestión.* 2019. pág. vol. 18.

Petroperu. 2020. ASFALTOS SOLIDOS. *PRETROPERU.* [En línea] 16 de DIC de 2020. <https://asfaltos.petroperu.com.pe/descripcion-tipos-solidos.php>.

PILAY, Guerra Darwin Antonio y GAVIDIA, García Leonardo Fabian. 2020. *FLOW WET SCRUBBER SYSTEMS.* huayaquil : Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana, 2020.

Qiu, L., Zhou, H., Wang, Z., Zhang, S., Zhang, L., & Lou, W. 2021. *High-speed elevator car air pressure compensation method based on coupling analysis of internal and external flow fields.* s.l. : Applied Sciences, 11(4), 1700., 2021. págs. 11(4), 1700.

Rapp, Graeme, Garcia-Montoto, Victor y Bouyssiere, Brice. 2021. *Indian mustard bioproducts dry-purification with natural adsorbents - A biorefinery for a green circular economy.* France : Elsevier Ltd, 2021. 09596526.

Real, Méndez Karla. 2014. *La importancia de la Ventilación.* california : La revista lider de la industria en latinoamerica, 2014.

Report, Mena. 2021. *Supply fuel filter element, filter element, insert paper, bypass filter element, air filter element, oil filter (element), prefilter, oil filter element, throw away filter, paper pack centrifugal spinner filter, filter fuel duplex ek405, fuel filter spare.* 2021.

Ruukanen, Matti. 2021. *Links between gut microbiome composition and fatty liver disease in a large population sample.* 2021. págs. Gut microbes, vol 13, iss 1.

Sanchez, José M. 2018. *ESTUDIO PARAMÉTRICO DE UN VENTILADOR CENTRÍFUGO INDUSTRIAL A TRAVÉS DE LA HERRAMIENTA CFD FLUENT EN ANSYS®.* atlantico : Academia Accelerating the world's research., 2018.

- Seijas, Segundo y Catillo, Ever. 2019.** *Minimización de material particulado generado en el proceso de clinkerización mediante el empleo de filtros de mangas.* 2019. pág. vol.15 n° 3.
- Service, US Fed News. 2021.** INTERNATIONAL PATENT: ZHEJIANG LIBIAO ROBOTS CO., LTD. FILES APPLICATION FOR "GOODS UNIFIED DISTRIBUTION SYSTEM AND GOODS UNIFIED DISTRIBUTION METHOD. *Including US State News.* 19 de Oct de 2021.
- Shesterikov, I, Crombe, K y Noterdaeme, J.M. 2019.** *Experimental analysis of the particle transport in the magnetized plasma column with an application to the helicon discharge.* Germany, Belgium, : American Institute of Physics Inc., 2019. 1070664X.
- Shrestha, Bishwash, Ezazi, Mohammadamin y Kwon, Gibum. 2021.** *Delamination-free in-air and underwater oil-repellent filters for oil-water separation: Gravity-driven and cross-flow operations.* United States : MDPI, 2021. 19961073.
- Silva, Rodriguez Julio Jose. 2017.** *Desarrollo de un sistema de procesamiento de datos para la caracterización de la señal mioeléctrica (sEMG) recogida en ensayos dinámicos en cirujanos durante intervenciones laparoscópicas.* Valencia : repositorio UPV, 2017.
- Sivilevičius, Henrikas y Vislavičius, Kęstutis. 2019.** *Simulation of composition of recycled hot-mix asphalt mixture produced in asphalt mixing plant.* Lithuania : Elsevier Ltd, 2019. págs. 17-27. 09500618.
- Soto, Arévalo Rafael. 2021.** *Eficiencia en la ejecución de proyectos de inversión.* Perú : Repositorio Universidad Ce3sar Vallejo, 2021. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i2.378.
- SUAREZ, Cónдор Raúl Álvaro. 2017.** *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE RESPECTO AL SO₂ Y SU RELACIÓN CON EL USO DE COMBUSTIBLE DIÉSEL EN lima.* Lima : repositorio La molina, 2017.
- The Techniques of Qualitative Data Collection in Mapping Indonesian Litterateurs in East Java: An Initial Design.* **AHMADI, Anas. 2021.** Antioquia : s.n., 21 de Enero de 2021, International journal of multicultural and multireligious understanding,, págs. 19-29.
- TOMA, Humblot-Ferrero, STRAGIER, Gielis y MONNET, S. 2020.** *A new operating model for digital support functions.* Boston : Consulting Group Boston, from ProQuest Central Retrieved, 2020.
- Winnes, Hulda, Fridell, Erik y Moldanová, Jana. 2020.** *Effects of marine exhaust gas scrubbers on gas and particle emissions.* Swenden : MDPI AG, 2020. Vol. 8. 20771312.
- Wójtowicz, Ryszard, Wolak, Paweł y Wójtowicz-Wróbel, Agnieszka. 2021.** *Numerical and experimental analysis of flow pattern, pressure drop and collection efficiency in a cyclone with a square inlet and different dimensions of a vortex finder.* Poland : MDPI AG, 2021. pág. 11. Vol. 14. 19961073.

- Xia, Wenjing, Zhou, Xueyang y Yang, Xiaoyi. 2022.** *Suppressive effects of composite flame retardant on smoke release, combustion soot and residue constituents of asphalt mixture.* China : Elsevier B.V., 2022. 17439671.
- Yang, Liu, Zhang, Lufeng y Stettler, Marc E.J. 2020.** *Supporting an integrated transportation infrastructure and public space design: A coupled simulation method for evaluating traffic pollution and microclimate.* China : Elsevier Ltd, 2020. 22106707.
- Zamalieva, A.T y Ziganshinm, M.G. 2019.** *Improving Energy and Environmental Efficiency of Flue Gas Cleaning at Thermal Power Plants.* Russia : Institute of Physics Publishing, 2019. 17551307.
- Zarbakhshnia, Navida, y otros. 2020.** *A novel hybrid multiple attribute decision-making approach for outsourcing sustainable reverse logistics.* Iran, Australia, Denmark : Elsevier Ltd, 2020. 09596526.
- Zheng, Cheng-hang y Kanaoka, Chikao. 2018.** *Recent advances in dust collection technology and ISO standardization in bag filtration.* Japan : Zhejiang University, 2018. Vol. 19. 1673565X.

ANEXOS

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo Valverde Anticona Tomás Fernando, egresado de la Facultad Ingeniería y Arquitectura / Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica / Programa académico Formación para Adultos de la Universidad César Vallejo (Sede Trujillo), declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado:

“Diseño de un sistema de filtración para mitigar el nivel de contaminación del aire en planta de asfalto – Trujillo”, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación / Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha, 07/07/2022

Apellidos y Nombres del Autor Valverde Anticona, Tomás Fernando	
DNI: 46555720	
ORCID: 0000-0001-6462-2667	
Firma	

Anexo 1: CRONOGRAMA DE EJECUCION

N°	ACTIVIDADES	TIEMPO (semanas)															
		setiembre				octubre				noviembre				diciembre			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Planeamiento del problema, objetivos y justificación	■	■	■													
2	Construcción del marco teórico				■	■	■	■	■								
3	Formulación de hipótesis y marco metodológico								■	■							
4	Elaboración y prueba de instrumentos									■							
5	Recolección de datos										■						
6	Tratamiento de datos											■					
7	Análisis de resultados y contratación de hipótesis												■				
8	Formulación de conclusiones y recomendaciones													■	■		
9	Redacción del informe														■	■	
10	Presentación del informe																■

Anexo 2: operacionalización de variables.

Anexo 2

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION	INSTRUMENTO
Variable Independiente: DISEÑO DE UN SISTEMA DE FILTRACION	Es preciso informar que es un elemento fundamental en los diferentes tipos de instalacion de separador de particulas. Donde su trabajo es filtrar los sedimentos que son expulsados al aire (Bezdek, y otros, 2021) en respuesta al proyecto de investigación no dice que se han lanzado esfuerzos de nivel gubernamental, industrial e incluso académico. Los respiradores y los filtros están diseñados para filtrar las partículas del aire además de estar aprobados para ajustarlos correctamente.	El sistema de filtracion de particulas es un dispositivo electromecanico, que utiliza como elemento principal el flujo de aire con la intervencion de la corriente electrica entrega un aire limpio al medio ambiente. para la medicion operacional de esta variable se tendra en cuenta la seguridad del diseño eficiencia de de filtacion, temperatura de operacion, facilidad en el mantenimiento y sobre todo el impacto ambiental.	Eficiencia Capacidad de proceso Seguridad Mantenimiento Temperatura Facilidad de operación	Razón intervalo	OP
Variable Dependiente: MITIGAR EL NIVEL DE CONTAMINACION DEL AIRE	Con el diseño de un sistema de filtracion para mitigar el nivel de contaminacion del aire, ademas se tendra un ambiente de trabajo mas confortable.(Lebrusán, y otros, 2020) opinaron que la efectividad de las herramientas de algunas ciudades inteligentes brinda datos que pueden usarse para evaluar un impacto ambiental como se analizó la ciudad de Madrid central.	En este se toma los gases de escape a altas temperaturas la cual viene a ser una mezcla de aire-particulas se pasa por el sistema de filtracion luego un segundo ventilador expulsa un aire limpio al medio ambiente; los finos se recuperan para la continuidad del proceso.	Disponibilidad confiabilidad Rendimiento	Razón intervalo	Parte de Producción

Anexo 5

(Kanaoka, 2019)

Tabla 1 Comparación de índices de filtros.

Artículo	filtro HEPA	Filtro de cartucho	Filtro de bolsa no tejido
material de fibra	vidrio, polímero	Polímero	Polímero
Longitud de fibra	Corto	Largo (filamento)	Corto largo
Tamaño de fibra	Fino (< 2 μm)	Grueso (10~20 micras)	Grueso (10~20 micras)
Grosor	Delgado (< 0,2 mm)	Medio (0,4~0,7 mm)	Grueso (> 1 mm)
Densidad de empaquetamiento	Bajo (< 0,15)	Alto (> 0,25)	Alto (> 0,25)
Masa de fibra por área	Bajo (< 100 g/m ²)	Medio (100~300 g/m ²)	Alto (300~900 g/m ²)
Proceso	fabricación de papel	Compresión térmica	Punzonado con aguja
Forma	Hoja (plisada)	Hoja (plisada)	Cilindro, envolvente
Mecanismo principal de recolección de partículas.	Filtración profunda	Filtración superficial	Filtración superficial
Regeneración	No lavable, desechar	Lavable, Reutilizar	Lavable, Reutilizar

(Joe, y otros, 2017)

Propiedades del filtro de mangas y condiciones experimentales en trabajos anteriores.

Nbaga (ea)	DF ^a (mm)	sl ^a (metro)	v.f. ^a (m/min)	material de partículas de entrada	Dp ^a (μm)	Cin ^a (g/m ³)	Arbitr.
1	60	0,5	1,8-3	Centra voladora	1,7	3,7-6,2	[1]
56	150	3,5	0,46-0,91	mezcla a base de calcio	8	200	[2]
24	130	1,5	1,7-5	Polvo de alúmina	2,5		[3]
6	60	1,8	1,2	Caliza	5	4	[4]
6	120	1,8	1,2-2	Caliza	5	7,2 4,5-	[5]
24	130	1,5	2,8	Polvo de alúmina	3,1	7,3 0,5	[6]
13	207-324	0,57-0,63	1,8-3	Polvo de alúmina	4,5	5 4,5-	[7]
	120	1,8	1,2-2,9	Caliza		7,3	[8]
24	130	1,5	2,8	Polvo de madera	34	5	[9]
1	150	0,44	1,2	aglomerado de carbono	0,04	5,5 x 10 ⁶ b	[10]

^a Nbaga: número de filtros de bolsa instalados, DF: diámetro de la bolsa, LF: longitud de la bolsa, VF: velocidad de filtración, Dp: diámetro medio de masa de la partícula de prueba, Cin: concentración de entrada de partículas de prueba.

^b

(Lin, 2021)

Tabla 1. La capacidad de las calderas y el tipo de colectores de polvo

Calderas	la carga de prueba ∧%∨	carga nominal	colector de polvo
1#	95	73t	electrostática
2#	98	20t	filtro de bolsa
3#	90	20t	filtro de bolsa
4#	100	40t	filtro de bolsa
5#	90	35t	película de agua

Anexo 6

Cálculos del aire de ingreso

Este equipo está provisto de un motor trifásico tipo jaula de ardilla de 30HP de 2500 rpm la cual transmite la fuerza a un eje de ventilador a través de poleas con correas respectivamente donde la polea motriz tiene un diámetro de 5 pulgadas y la polea conducida tiene un diámetro de 6 pulgadas. el diámetro del ducto de salida tiene 0.27 m y el diámetro del ventilador 0.50 m. aplicado a sus curvas características estos ventiladores operan con ciertas leyes que se hacen llamar (ley de ventiladores) donde nos permite observar como varia su caudal, presión y potencia absorbida al cambiar su condición de funcionamiento, se aplica las leyes en caso de la variación de velocidad del ventilador (LAHIDALGA, 2018).

Datos para calcular

Velocidad del motor = 2500rpm

Diámetro polea motriz = 5in

Diámetro polea conducida= 6in

Velocidad ventilador = X

Formula $V_m/D_m = V_v/d_m$

$$\frac{2500}{6} = \frac{x}{5} = 2083\text{rpm}$$

Velocidad angular W = radianes/segundo

1 vuelta = 2 pi radianes = 360°

$$1 \text{ min} = 60 \text{ s}$$

$$2083 \text{ rpm} \frac{2 \pi \text{ rad}}{60 \text{ s}} = 69.43 \pi \text{ rad/s}$$

Transformando a una velocidad lineal

$$\text{Velocidad del flujo} = 69.43 * 3.1415 * 0.50 \text{ m/s}$$

$$V = 109.01 \text{ m/s}$$

Caudal volumétrico

$$\text{Ingreso} = D = 0.25 \text{ m}$$

$$\text{Salida} = d = 0.27 \text{ m}$$

velocidad obtenida 109.01 m/s

$$\text{Caudal } Q = X$$

$$Q = a \times V$$

Área del círculo

$$a = \frac{\pi * d^2}{4} = \pi * r^2$$

Ingreso

$$A = \frac{\pi * 0.25^2}{4}$$

$$A = 0.049 \text{ m}^2$$

Salida

$$A = \frac{\pi * 0.27^2}{4}$$

$$A = 0.057 \text{ m}^2$$

Caudal al ingreso

$$Q = 0.049 \text{ m}^2 * 109.01 \text{ m/s}$$

$$Q = 5.34 \text{ m}^3/\text{s}$$

Caudal a la salida

$$Q = 0.057 \text{ m}^2 * 109.01 \text{ m/s}$$

$$Q = 6.21 \text{ m}^3/\text{s}$$

Pasando a hora se tiene

$$Q_i = \frac{5.34 * 3600 \text{ s}}{1 \text{ s} * 1 \text{ h}} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_i = 19 \ 224 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_s = \frac{6.21 * 3600 \text{ s}}{1 \text{ s} * 1 \text{ h}} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_s = 22 \ 356 \text{ m}^3/\text{h}$$

El caudal es proporcional a la relación de velocidades:

$$Q_2 = Q_1 \cdot \left[\frac{n_2}{n_1} \right]$$

La presión es proporcional al cuadrado de la relación de velocidades:

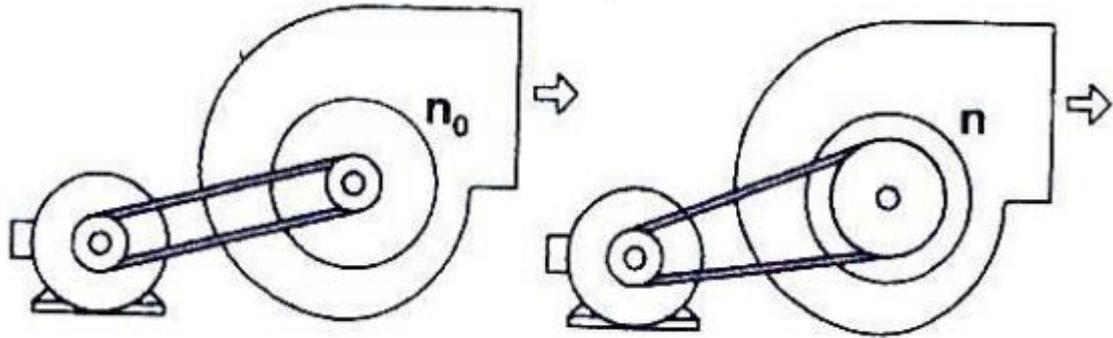
$$P_2 = P_1 \cdot \left[\frac{n_2}{n_1} \right]^2$$

La potencia absorbida es proporcional al cubo de la relación de velocidades:

$$N_2 = N_1 \cdot \left[\frac{n_2}{n_1} \right]^3$$

Porcentaje de trabajo del ventilador

$$Q_2 = 19\,224 \cdot \frac{2083}{2500} = 16\,017 \text{ m}^3/\text{h} \times 0.85 = 13\,614.45 \text{ m}^3/\text{h}$$



variación de velocidad (Eslava, y otros, 2020)

Anexo 7

$P \times H \times 0.25$ m/s de velocidad de captación

P = perímetro de la campana en m.

H = distancia de captación en m.

$$P = 0.98 \times 2 + 2.48 \times 2 = 6.92 \text{ m}$$

$$H = 0.98 \text{ m}$$

$$6.92 \times 1 \times 0.25 \times 3600 = 6228 \text{ m}^3/\text{h}$$

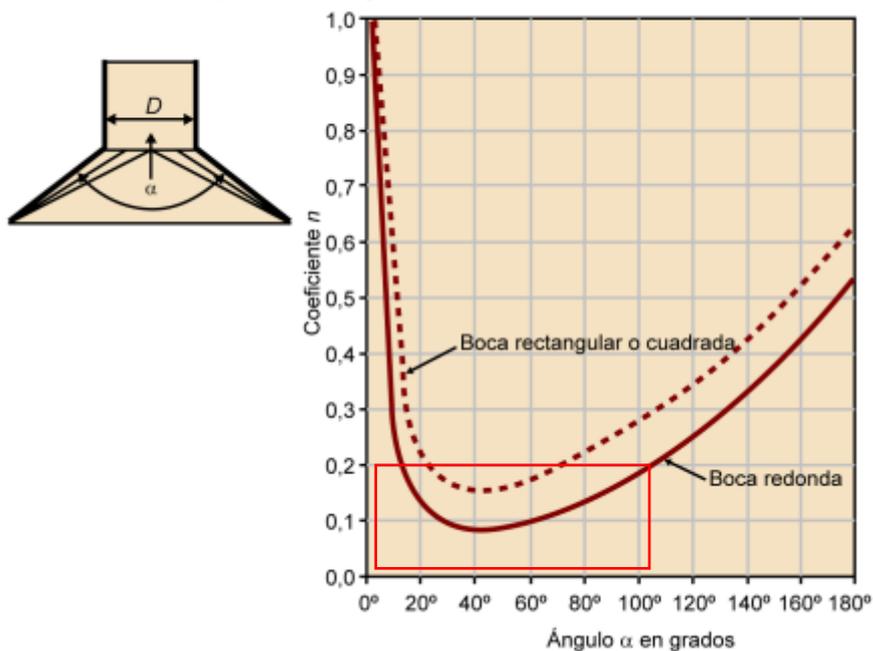
Velocidad de captación = $13614 \text{ m}^3/\text{h}$

Campana suspendida = $13614 + 6228$
= $19842 \text{ m}^3/\text{h}$

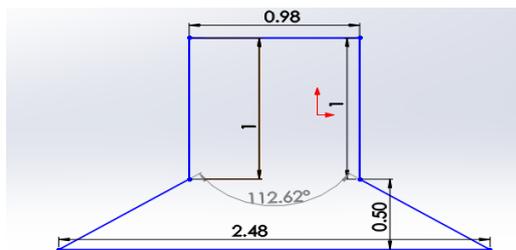
Según el coeficiente de pérdida de carga para una campana de boca cuadrangular y 112° de inclinación: dimensiones de la campana $0.98 \text{ m} \times 2.48 \text{ m}$.

g. Entrada a campanas de captación

Coefficientes n de pérdida de carga referidos a la velocidad del aire en D



Fuente: Emilio Castrejón Vilella



$$n = 0.20$$

$$Q = 13614 \text{ m}^3/\text{h} = 3.78 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D = 0.98 \text{ m}$$

$$v = 3.78 / (\pi * 0.98^2 / 4) = 5.01 \text{ m/s}$$

Anexo 8

150 grados Celsius es igual a 423.15 grados Kelvin

400 0.8826

423.15 y

500 0.7048

$$Y = y_0 + ((y_1 - y_0) / (x_1 - x_0)) * (x - x_0)$$

= 0.8414 densidad

presión dinámica = $(d \cdot v^2) / 2$

$$PD = (0.8414 \cdot 7.30^2) / 2$$

= 22.42Pa

Perdida en la entrada de la campana

$$PC = n \cdot PD$$

$$0.20 \cdot 22.42 = 4.48Pa$$

Anexo 9

El coeficiente de pérdida es $n = 0.20$

$$PC = 0.20 * 22.42$$

$$= 4.48Pa$$

Perdidas en el tramo recto CD

De acuerdo a formula.

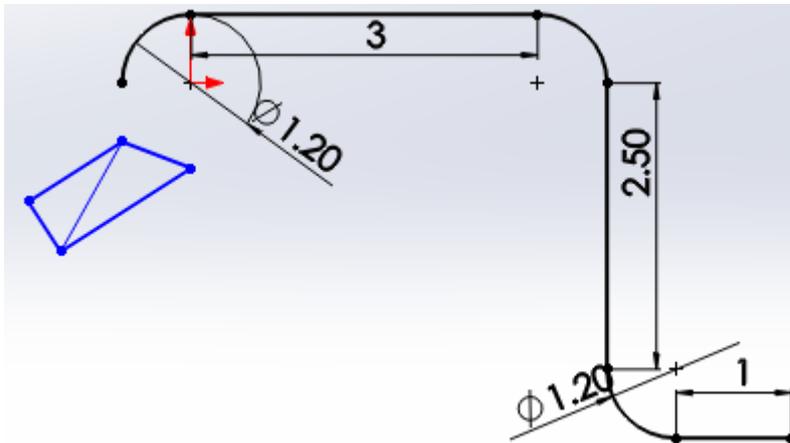
$$PC = 27.8 / (Q^{0.079} \cdot D^{1.66}) \cdot PD \cdot L \quad L_1=3 \quad L_2=2.50 \quad L_3=0.50$$

$$= 27.8 / (5.51^{0.079} \cdot 980^{1.66}) * 22.42 * L$$

$$= L_1=1.06Pa; \quad L_2=0.88Pa; \quad L_3=0.18Pa$$

$$= L_1+L_2+L_3 = 2.12Pa$$

Pérdidas totales:



$$PT = PC+PC+PT$$

$$= 4.48+(4.48*3) +2.12$$

$$= 20.04Pa$$

Anexo10

Perdidas de carga en los filtros

(Anexo 9)

$$\Delta P = 6.08 \times V_f \times P_j^{-0.65} + K_2 \times V_f^2 \times C_e \times t_f$$

$$K_2 = \frac{0.00304}{(d_{g,masa})^{1.1}} \left(\frac{\mu_g}{\mu_{g,70F}} \right) \left(\frac{2600}{\rho_p} \right) \left(\frac{V_f}{0.0152} \right)^{0.6}$$

□P: Caída de presión total del filtro (Pulg H2O)

Vf: Velocidad de filtración (ft/min)

K2: Coeficiente de resistencia específico del polvo (Pulg H2O /ft/min-Lb/ft2)

Ce: Concentración de polvo a la entrada del filtro (Lb/ft3)

tf: Tiempo de filtración (min)

dg, masa: 100 μm

g μ: 1,85 x 10⁻⁵

μg,70°F : 1,80 x 10⁻⁵

p ρ: 2.3675 Kg/m³

Vf: 0,025 m/s

$K_2 = (0.00304 / (0.01)^{1.1}) (1.85 \cdot 10^{-5} / 1.80 \cdot 10^{-5}) (2600 / 600) (0.025 / 0.0152)^{0.6}$

$K_2 = 0.482 \cdot 1.028 \cdot 4.333 \cdot 1.35$

$K_2 = 2.90 \text{ cmh}_2\text{O}$

$K_2 = 1.14 \text{ pulgh}_2\text{O}$

$A_p = 6.08 \cdot 10.97 \cdot 80^{-0.65} + 1.14 \cdot 10.96^2 \cdot 6.23^{-4} \cdot 34.7$

$= 7.02 \text{ [pulg.h}_2\text{O]}$

$= 178.31 \text{ [mm.h}_2\text{O]}$

Perdidas en el sistema

$P_s = 178.31 + (56.49 / 9.80)$

$= 184.73 \text{ [mm.h}_2\text{O]}$

Anexo 11

tipos de cemento asfaltico

Petróleos del Perú - PETROPERÚ S.A.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PETROPERÚ

CLASE DE PRODUCTO ASFALTO LÍQUIDO		Fecha efectiva: Enero 2019		
TIPO DE PRODUCTO ASFALTO LÍQUIDO CURADO MEDIO		Reemplaza edición de: Enero 2014		
NOMBRE DE PRODUCTO ASFALTO LÍQUIDO MC-30				
ENSAYOS	ESPECIFICACIONES (a)		MÉTODO	
	MIN.	MÁX.	ASTM	AASHTO
FLUIDEZ				
Viscosidad cinemática a 60°C, cSt	30	60	D-2170	T-201
VOLATILIDAD				
Gravedad API 15.6°C (60°F)	Reportar		D-3142	T-295
Gravedad específica a 15.6/15.6°C (60/60°F)	Reportar		D-3142	T-295
Punto de inflamación, Tag, copa abierta, °C	38		D-3143	T-79
Destilación				
Total destilado hasta 360°C, %V			D-402	T-78
a 225°C		25		
a 260°C	40	70		
a 316°C	75	93		
Residuo de destilación a 360°C, %V por diferencia	50			
Pruebas sobre el residuo de la destilación				
Penetración a 25°C, 100g, 5s, 0.1mm ó	120	250	D-5	T-49
Viscosidad absoluta a 60°C, poises	300	1200	D-2171	T-202
Ductilidad a 25°C, 5 cm/min, cm	100		D-113	T-51
Solubilidad, % masa	99.0		D-2042, D7553	T-44
CONTENIDO DE AGUA, % V		0.2	D-95	T-55
REQUERIMIENTO GENERAL:	El asfalto líquido debe presentar un aspecto homogéneo y sin grumos antes de ser usado y no debe formar espuma cuando es calentado a la temperatura de aplicación.			
OBSERVACIONES:				
(a) En concordancia con la Norma Técnica Peruana NTP 321.027 y con los estándares ASTM D 2027 y AASHTO M-82.				

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PETROPERÚ

CLASE DE PRODUCTO			Fecha efectiva:	
ASFALTO LÍQUIDO			Enero 2019	
TIPO DE PRODUCTO			Reemplaza edición de:	
ASFALTO LÍQUIDO CURADO RÁPIDO			Enero 2014	
NOMBRE DE PRODUCTO				
ASFALTO LÍQUIDO RC-250				
ENSAYOS	ESPECIFICACIONES (a)		MÉTODO	
	MÍN.	MÁX.	ASTM	AASHTO
FLUIDEZ				
Viscosidad cinemática a 60°C, cSt	250	500	D-2170	T-201
VOLATILIDAD				
Gravedad API 15.6°C (60°F)	Reportar		D-3142	T-295
Gravedad específica a 15.6/15.6°C (60/60°F)	Reportar		D-3142	T-295
Punto de inflamación, Tag, copa abierta, °C	27		D-3143	T-79
Destilación				
Total destilado hasta 360 °C, % V			D-402	T-78
a 225°C	35			
a 260°C	60			
a 316°C	80			
Residuo de destilación a 360°C, % V por diferencia	65			
Pruebas sobre el residuo de la destilación				
Penetración a 25°C, 100g, 5s, 0.1mm ó	80	120	D-5	T-49
Viscosidad absoluta a 60°C, poises	600	2400	D-2171	T-202
Ductilidad a 25 °C, 5 cm/min, cm	100		D-113	T-51
Solubilidad, % masa	99.0		D-2042, D7553	T-44
CONTENIDO DE AGUA, % V		0.2	D-95	T-55
REQUERIMIENTO GENERAL:	El asfalto líquido debe presentar un aspecto homogéneo y sin grumos antes de ser usado y no debe formar espuma cuando es calentado a la temperatura de aplicación.			
OBSERVACIONES:				
(a) En concordancia con la Norma Técnica Peruana NTP 321.028 y con los estándares ASTM D 2028 y AASHTO M-81.				

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PETROPERÚ

CLASE DE PRODUCTO ASFALTO SÓLIDO		<i>Fecha efectiva:</i> Enero 2019		
TIPO DE PRODUCTO ASFALTO USO INDUSTRIAL		<i>Reemplaza edición de:</i> Enero 2014		
NOMBRE DE PRODUCTO ASFALTO SÓLIDO 10/20 PEN				
ENSAYOS	ESPECIFICACIONES		MÉTODO	
	MIN.	MÁX.	ASTM (a)	AASHTO (b)
PENETRACIÓN, a 25°C, 100 g, 5 s, 0.1mm	10	20	D-5	T-49
VOLATILIDAD				
Gravedad específica a 15.6/15.6°C	Reportar		D-70	T-228
Punto de inflamación, Cleveland, copa abierta, °C	270		D-92	T-48
DUCTILIDAD a 25°C, 5 cm/min, cm	Reportar		D-113	T-51
SOLUBILIDAD, % masa	99.0		D-2042, D-7553	T-44
FLUIDEZ				
Viscosidad cinemática a 135°C, cSt	800		D-2170	T-201
REQUERIMIENTO GENERAL:	El cemento asfáltico deberá ser homogéneo, libre de agua, y no deberá formar espuma al ser calentado a 175°C.			
OBSERVACIONES:				
(a) Ensayos del Estándar de Especificaciones ASTM D 946.				
(b) Ensayos del Estándar de Especificaciones AASHTO M 20.				

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PETROPERÚ

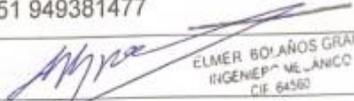
CLASE DE PRODUCTO		ASFALTO SÓLIDO		Fecha efectiva:		Enero 2019	
TIPO DE PRODUCTO		CEMENTO ASFÁLTICO		Reemplaza edición de:		Enero 2014	
NOMBRE DE PRODUCTO							
ASFALTO SÓLIDO 60/70 PEN							
ENSAYOS	ESPECIFICACIONES (a)		MÉTODO				
	MIN.	MAX.	ASTM	AASHTO			
PENETRACIÓN, a 25°C, 100 g, 5 s, 0.1mm	60	70	D-5	T-49			
VOLATILIDAD							
Gravedad específica a 15.6/15.6°C	Reportar		D-70	T-228			
Punto de inflamación, Cleveland, copa abierta, °C	232		D-92	T-48			
DUCTILIDAD a 25°C, 5 cm/min, cm	100		D-113	T-51			
SOLUBILIDAD, % masa	99.0		D-2042, D-7553	T-44			
SUSCEPTIBILIDAD TÉRMICA							
Prueba de calentamiento sobre película fina, 3.2 mm, 163°C, 5 horas:			D-1754	T-179			
Pérdida por calentamiento, % masa	0.8						
Penetración retenida, % del original	52+		D-5	T-49			
Ductilidad a 25°C, 5 cm/min, cm	50		D-113	T-51			
Índice de susceptibilidad térmica	-1.0	+1.0			Francés RLB		
FLUIDEZ							
Viscosidad cinemática a 100°C, cSt	Reportar		D-2170	T-201			
Viscosidad cinemática a 135°C, cSt	200		D-2170	T-201			
REQUERIMIENTO GENERAL:		El cemento asfáltico deberá ser homogéneo, libre de agua, y no deberá formar espuma al ser calentado a 175°C.					
OBSERVACIONES:							
(a) En concordancia con a Norma Técnica Peruana NTP 321.051 y con los estándares ASTM D 946 y AASHTO M-20.							

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PETROPERÚ

CLASE DE PRODUCTO ASFALTO SÓLIDO		Fecha efectiva: Enero 2019		
TIPO DE PRODUCTO CEMENTO ASFÁLTICO		Reemplaza edición de: Enero 2014		
NOMBRE DE PRODUCTO				
NOMBRE ALTERNATIVO C.A. 85/100 PEN				
CÓDIGO DE PRODUCTO: 520 - 08	CÓDIGO DE SEGURIDAD:	CÓDIGO NFPA: 0, 1, 0	Salud (0), Incendio (1), Reactividad (0)	
USO: OBRAS VIALES	CÓDIGO DE TRANSPORTE:	CÓDIGO NACIONES UNIDAS: UN 1999		
ENSAYOS	ESPECIFICACIONES (a)		MÉTODO	
	MIN.	MÁX.	ASTM	AASHTO
PENETRACIÓN, a 25°C, 100 g, 5 s, 0.1mm	85	100	D-5	T-49
VOLATILIDAD	Reportar			
Gravedad específica a 15.6/15.6°C	Reportar		D-70	T-228
Punto de inflamación, Cleveland, copa abierta, °C	232		D-92	T-48
DUCTILIDAD a 25°C, 5 cm/min, cm	100		D-113	T-51
SOLUBILIDAD, % masa	99.0		D-2042, D-7553	T-44
SUSCEPTIBILIDAD TÉRMICA				
Prueba de calentamiento sobre película fina, 3.2 mm, 163°C, 5 horas:			D-1754	T-179
Pérdida por calentamiento, % masa	1.0			
Penetración retenida, % del original	47+		D-5	T-49
Ductilidad a 25°C, 5 cm/min, cm	75		D-113	T-51
Índice de susceptibilidad térmica	-1.0	+1.0		Francés RLB
FLUIDEZ				
Viscosidad cinemática a 100°C, cSt	Reportar		D-2170	T-201
Viscosidad cinemática a 135°C, cSt	170		D-2170	T-201
REQUERIMIENTO GENERAL:	El cemento asfáltico deberá ser homogéneo, libre de agua, y no deberá formar espuma al ser calentado a 175°C.			
OBSERVACIONES:				
(a) En concordancia con a Norma Técnica Peruana NTP 321.051 y con los estándares ASTM D 946 y AASHTO M-20.				

VALIDACIONES

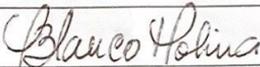
FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Guía de entrevista
Objetivo del instrumento	Recopilar información
Nombres y apellidos del experto	ELMER ALFREDO BOLAÑOS GRAU
Documento de identidad	18100737
Años de experiencia en el área	20
Máximo Grado Académico	Maestro
Nacionalidad	Peruana
Institución	Certificadora Andina SAC
Cargo	Supervisor de planta
Número telefónico	+51 949381477
Firma	 ELMER BOLAÑOS GRAU INGENIERO MECANICO CIE 64560
Fecha	13 /04 /2022

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Guía de entrevista
Objetivo del instrumento	Recopilar información
Nombres y apellidos del experto	WILLIAM FERNANDO VILLARREAL ALBITRES
Documento de identidad	18849265
Años de experiencia en el área	5
Máximo Grado Académico	Doctor en Ciencias e Ingeniería
Nacionalidad	Peruana
Institución	ZV sistemas de procesos SAC
Cargo	Jefe de Desarrollo e Investigación, D&I
Número telefónico	+51 934344947
Firma	
Fecha	19 /07 / 2022

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Guía de entrevista
Objetivo del instrumento	Recopilar información
Nombres y apellidos del experto	Yesenia Paola Blanco Molina
Documento de identidad	Ce:001597346
Años de experiencia en el área	5
Máximo Grado Académico	Universitario Con Diplomado
Nacionalidad	Colombiana
Institución	Multiservicios D&A SAC
Cargo	Jefe de logística
Número telefónico	+51 926695813
Firma	
Fecha	19 /07 / 2022



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ANIBAL JESUS SALAZAR MENDOZA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Diseño de sistema de filtración de partículas en planta de asfalto Multiservicios D&A SAC para reducir índice de contaminación", cuyo autor es VALVERDE ANTICONA TOMAS FERNANDO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 9.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 10 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ANIBAL JESUS SALAZAR MENDOZA DNI: 16720249 ORCID: 0000-0003-4412-8789	Firmado electrónicamente por: AJSALAZARM el 10- 12-2022 13:29:55

Código documento Trilce: TRI - 0481955