



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**

TESIS

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXTRACCIÓN PARA
UNA MOLIENDA DE 30TN PARA DISMINUIR LA
POLUCIÓN DEL PROCESO EN FÁBRICAS DE
LADRILLOS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

Autor

Bach. Reque Chavez Harvey Amberly

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0997-1175>

Asesor

MSc. Rojas Coronel Ángel Marcelo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2720-9707>

Línea de Investigación

Tecnología e Innovación en el desarrollo de la Construcción y la Industria en un
contexto de Sostenibilidad

Sublínea de Investigación

Innovación y tecnificación en Ciencia de los Materiales, Diseño e
Infraestructura

Pimentel – Perú

2023

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXTRACCIÓN PARA UNA MOLIENDA DE 30TN
PARA DISMINUIR LA POLUCIÓN DEL PROCESO EN LAS FÁBRICAS DE LADRILLOS**

Aprobación del jurado

Dra. GASTIABURÚ MORALES SILVIA YVONE

Presidente del Jurado de Tesis

Mtro. VIVES GARNIQUE JUAN CARLOS

Secretario del Jurado de Tesis

MSc. ROJAS CORONEL ANGEL MARCELO

Vocal del Jurado de Tesis

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien(es) suscribe(n) la DECLARACIÓN JURADA, soy(somos) egresado (s)del Programa de Estudios de **Ingeniería Mecánica Eléctrica** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro (amos) bajo juramento que soy (somos) autor(es) del trabajo titulado:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXTRACCIÓN PARA UNA MOLIENDA DE 30TN PARA DISMINUIR LA POLUCIÓN DEL PROCESO EN LAS FÁBRICAS DE LADRILLOS

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Reque Chavez Harvey Amberly	DNI: 42326229	
-----------------------------	---------------	---

Pimentel, 31 de agosto de 2023

Dedicatoria

Esta tesis dedico a:

Dios que me dió la vida y me permitió llegar a este momento tan importante de mi formación profesional.

Mis padres, Eduardo Reque Requejo y Melita Chávez Zapata, me ayudaron a lograr otro sueño con amor y paciencia. Por darme un ejemplo de compromiso y coraje.

Mi esposa Mónica y mis hijos Eduardo y Luciana que me han brindado su apoyo incondicional durante este proceso ya que me han convertido en una mejor persona les agradezco todos los días su amor y cariño. Y a mis hermanas Melita y Celia, por sus oraciones, consejos y aliento y de alguna manera me han acompañado durante todo esto. Tanto los sueños como las metas que siempre tengo en mi corazón.

Agradecimientos

Me gustaría expresar mi más profundo agradecimiento a Dios por tenerme aun con vida, por guiarme, acompañarme, por darme salud, fuerza y sabiduría para lograr mis metas.

Mis padres, Eduardo y Melita, son los pilares básicos y me apoyan incondicionalmente, a pesar de las dificultades e inconvenientes en nuestras vidas.

Mis hijos Eduardo y Luciana, que son el mejor regalo que haya podido recibir de parte de Dios, agradecerles por cada momento de felicidad, por darle sentido a mi vida y permitir ser cada día mejor padre para ustedes. Y, sobre todo, a mi esposa Mónica a quien amo tanto, gracias por estar continuamente a mi lado, aconsejándome y apoyándome en cada decisión que tomo a lo largo de mi vida. Gracias por darme la libertad de crecer como ser humano.

Índice

Dedicatoria	4
Agradecimientos.....	5
Resumen.....	8
Abstract.....	9
I. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Realidad Problemática	10
1.2. Formulación del Problema.....	13
1.3. Hipótesis	14
1.4. Objetivos	14
1.5. Teorías Relacionada al Tema.....	14
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	38
2.1. Tipo y Diseño de la Investigación	38
2.2. Variables, Operacionalización	38
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección.	41
2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, valides y confiabilidad. .	41
Técnicas.....	41
2.5. Procedimiento de Análisis de Datos.	42
2.6. Criterios Éticos.	42
III. RESULTADOS Y DISCUCIÓN.	44
3.1. Resultados.....	44
3.2. Discusión	84

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	86
4.1. Conclusiones.....	86
4.2. Recomendaciones.....	86
REFERENCIAS.....	87
ANEXOS	90

Resumen

La presente investigación titulada: Diseño de un Sistema de Extracción para una Molienda de 30tn para disminuir la Polución del Proceso en las Fábricas de Ladrillos, la cual presenta como objetivo general Diseño de un sistema de extracción para una molienda de 30tn para disminuir la polución del proceso en las fábricas de ladrillos. Aplicando el tipo de investigación tecnológico y diseño cuasi – experimental, por lo cual población y muestra no aplica en este proyecto de investigación. Como resultados obtenidos, se hizo un muestreo durante la producción de la molienda y se determinó la polución aproximadamente 30tn, donde se ha distribuido; cada maquinaria que contamina al medio ambiente. Además, vemos, en las diferentes ladrilleras del departamento, se utilizan las maquinas más comunes como son: Desmenuzador, Desintegrador, Molino primario (de impacto), Molino secundario (de martillos loco), zaranda. Concluyendo que, mediante esta investigación planteada, permitan controlar y seguir disminuyendo la Polución del Proceso en las Fábricas de Ladrillos.

Palabras claves: diseño, molienda, polución, extracción, ladrillos, inventor

Abstract

This research entitled: Design of an Extraction System for a 30-ton Grinding to reduce Process Pollution in Brick Factories, which presents as a general objective Design of an extraction system for a 30-ton grinding to reduce process contamination in brick factories. Applying the type of technological research and quasi-experimental design, for which population and sample are not applied in this research project. As results obtained, a sampling was carried out during the milling production and the contamination was determined approximately 30tn, where it has been distributed; all machinery that pollutes the environment. In addition, we see, in the different brickyards of the, the most common machines are used such as: Crusher, Disintegrator, Primary Mill (impact), Secondary Mill (crazy hammers), Sieve. Concluding that through this investigation it was proposed, control and continue to reduce the Pollution of the Process in the Brick Factories.

Keywords: design, grinding, pollution, extraction, bricks, inventor

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

En la actualidad el manejo de los residuos producidos por el quehacer el ser humano se ha convertido en todo un reto que día a día tiene que solucionar las diversas ciudades, más aún aquellas que se encuentran en vías de desarrollo.

El alto nivel de polución existente en el aire que terminan generando las ladrilleras, fue uno de los temas oficiales tratado el Día Mundial del Medio Ambiente, el cual se celebró el de junio. Sin embargo, lo principal es tener en cuenta que la acumulación de ciertos contaminantes en la atmósfera se encuentra por encima de los estándares establecidos en las normas ambientales[1]

Bulk Solids Storage y Handling Zaman Bhuiyany en su trabajo de investigación, tuvieron como objetivo afrontar importantes retos en el control del polvo para asegurar un funcionamiento continuo y sostenible y cumplir con las normativas y objetivos de emisiones. En su metodología, para controlar las emisiones de polvo pueden consistir en prevenir las emisiones de polvo o eliminar el polvo una vez que se ha transportado al aire. Como conclusión, el análisis de diseño y la mejor selección de un sistema de recolección de polvo para varios tipos de industrias manufactureras que enfrentan emisiones de polvo y no pueden controlar.[2]

Sandeep, en su trabajo de investigación, tiene como objetivo desarrollar ladrillos aglutinantes no cocidos y no estructurales con material de desecho 100% utilizando cenizas volantes, cenizas de estanque y desechos industriales. Su tipo de metodología es el diseño experimental, que producirá conscientemente ladrillos a partir de residuos industriales basados en caracterización, empaque y otras propiedades de ingeniería. Concluyó que los ladrillos que se desarrollaron en este estudio son amigables con el medio ambiente y pueden comercializarse como sostenibles.[3]

Satyajeet, en su trabajo de investigación, su objetivo es fabricar compuestos poliméricos de cenizas volantes en diferentes proporciones poliméricas y estudiar el comportamiento físico-mecánico, la conductividad térmica y el desgaste. El tipo de diseño fue experimental, en los resultados presentó tres porcentajes diferentes en peso de cenizas volantes y polvo de resina con (75%, 80% y 85%) y (25%, 20% y 15%) respectivamente. Se concluyó que la investigación, proporciona un enfoque computacional para gobernar varios parámetros que surgen durante la práctica.[4]

Málaga, en su trabajo de investigación, tuvo como objetivo evaluar el grado de riesgo para la salud que representa la exposición de los trabajadores de la construcción a las cenizas de carbón. La población está formada por 106 empresas ladrilleras de la región de Yarabamba. Los resultados de encuestas, matrices IPERC, radiografías digitales y medidores de actividad pulmonar muestran que los trabajadores activos en el lugar de trabajo presentan riesgos para la salud moderados y nocivos.[5]

Herrera, en su trabajo de investigación de tipo documental tuvo como objetivo general fijar la problemática ambiental derivada por las ladrilleras artesanales en la ciudad de Arequipa. Para ello contó con una muestra de 148 ladrilleras artesanales, de las cuales 70 fueron su población. Empleo la técnica de estudio de recolección de datos, observación y ejecutó encuestas. De este trabajo de investigación obtuvo que el problema ambiental generado por la elaboración de ladrillos artesanales, que del 100% del combustible que se utiliza para la etapa de cocción el 42% es el carbón mineral, continuado por la leña que es usado en un 27% y minoritariamente compendios como llantas acabadas y ramas y hojas frescas, cuenta con algunos intentos por aquietar y aminorar los impactos emanados por las diferentes fases del proceso productivo.[6]

Suty, 2016, en su trabajo de investigación cuasi experimental descriptivo, se centró en determinar el nivel de influencia de la ventilación mecánica en el diseño del sistema de ventilación del nivel 4955 Mina Urano SAC en Puno. Los resultados fueron: el rendimiento del personal antes de realizarse la instalación era de 3 viajes en 3:45 min. Acarreando 13.8 TM,

y luego de la instalación se logró realizar 4 viajes en 4:10 m, acarreado de tal forma 18.4 TM; lo cual refleja un incremento en el rendimiento de 4.6 TM/guardia. Finalmente, la instalación del circuito de ventilación logró minimizar la reducción del aire viciado.[7]

Campillos, en su tesis tuvo como objetivo parametrizar una explotación subterránea para la modelización de la labor minera y poder lograr la adaptación del circuito de ventilación a las condiciones nuevas que permitan llegar eficientemente. En utilizaron métodos informáticos que ayudaron en la simulación de la creación del sistema de ventilación barato, eficiente y seguro. Se concluyó que al utilizar un ventilador de tipo 2kPa y al realizar un aumento de la resistencia en ciertas ramas por medio de telones es que se consigue incrementar en medida el caudal necesario para el nuevo nivel. La utilización de un ventilador secundario en conjunto con dicho ventilador llevaría a que los costos se incrementen de forma innecesaria, ya que se pudo comprobar que con un ventilador menor se logra satisfacer las necesidades.[8]

Lanazca, en su investigación se centró en la determinación de los parámetros para implementar un sistema de ventilación que permita el control de la polución en los túneles de área 220 ubicado en la planta de cal CDC del proyecto de Pachachaca, y que a su vez cumpla con lo establecido en las normas peruanas de seguridad, del medio ambiente y de la salud ocupacional. Como resultados se obtuvo que dicho sistema de ventilación en los túneles 1 y 2 implementado se considera un sistema de flujo de aire de 13.34 m³/s para cada túnel. También piensa que el máximo número de personas que pueden permanecer laborando dentro de los túneles del área 220, para diluir y transportar contaminantes, está acorde con lo establecido por el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería. Lo cual se traduce en que dicho sistema de ventilación considera aquellos detalles de ingeniería de túneles que permitan la implementación adecuada de dichos parámetros, con el objetivo que se desarrollen las labores con una mayor seguridad.[9]

En la actualidad, en el departamento de Lambayeque existen muchas ladrilleras, donde durante su producción generan la contaminación en dos áreas muy importantes que

son el área de molienda y el cocido del ladrillo que es en el horno. Para ello entre todas estas ladrilleras algunas trabajan en minimizar la contaminación, algunos en la inversión de su combustible y otras en fabricación de sistema de extracción de polvo y ceniza generada por este proceso productivo.

Esta investigación contribuye al quehacer científico porque mostrará la realidad de la percepción del diseño de colectores de polvo, que es amigable con la naturaleza y no pone en peligro la salud de las personas.

Por sus características medioambientales, es que realizará aportaciones en los campos de las ciencias medioambientales y la ingeniería mecánica. Por sus características de salud, adquiere una gran importancia en el trabajo social.

Conviértase en la fuente de investigación de primera mano a la que los investigadores y expertos acudirán para profundizar la investigación sobre el diseño de colectores de polvo. Asimismo, posee relevancia económica porque el diseño de esta máquina de extracción de polvo, propone la reducción de costos en las empresas ladrilleras.

Por lo expuesto resulta necesario profundizar la investigación en el tema asociado con el impacto en el ambiente que trae consigo la actividad de las ladrilleras artesanales, a su vez urge la necesidad de proponer no sólo modelos sino también esquemas de maquinarias que sean amigables con el ambiente y que permitan contribuir en mejorar el rendimiento de este tipo de actividades, y no generar los impactos ambientales que hasta la actualidad se siguen presentando.

Finalmente, los resultados obtenidos en la investigación servirán como referente para estudios similares.

1.2. Formulación del Problema

¿Cuál será la configuración geométrica de la máquina de extracción de polvo, para reducir la polución generada en el proceso de fabricación de ladrillos?

1.3. Hipótesis

Si fabricamos este sistema de captación de polvo mediante un extractor, controlaremos la polución.

1.4. Objetivos

Objetivo General

Diseñar de un sistema de extracción para una molienda de 30tn para disminuir la polución del proceso en las fábricas de ladrillos.

Objetivos Específicos.

- ✓ Determinar la cantidad de material particulado, desprendido por el proceso de molienda de una capacidad de producción de 30 toneladas por hora.
- ✓ Determinar el diseño conceptual para el sistema de extracción de polución según requerimientos de ingeniería.
- ✓ Calcular el sistema de extracción de polución fundamentado en principios fluido dinámicos, resistencia de materiales y normas vigentes.
- ✓ Calcular el costo de fabricación del sistema de extracción de polución.

1.5. Teorías Relacionada al Tema

El Proceso de Fabricación de Ladrillos

El proceso de elaboración de ladrillo puede llegar a ser interpretado como un proceso que resulta ser sencillo de ejecutar, sin embargo, está muy alejado de la realidad; ya que dicho proceso no sólo requiere de un seguimiento continuo que va desde adquirir la materia prima, sino que incluye el seguimiento durante el proceso de las máquinas utilizadas, la mano de obra y la materia prima empleada en el dicho proceso para la obtención del producto terminado.

En los primeros inicios, se solía conocer un único proceso para elaborar ladrillos, la cual era el artesanal, sin embargo, con el pasar de los años y hasta la fecha ya se conocen

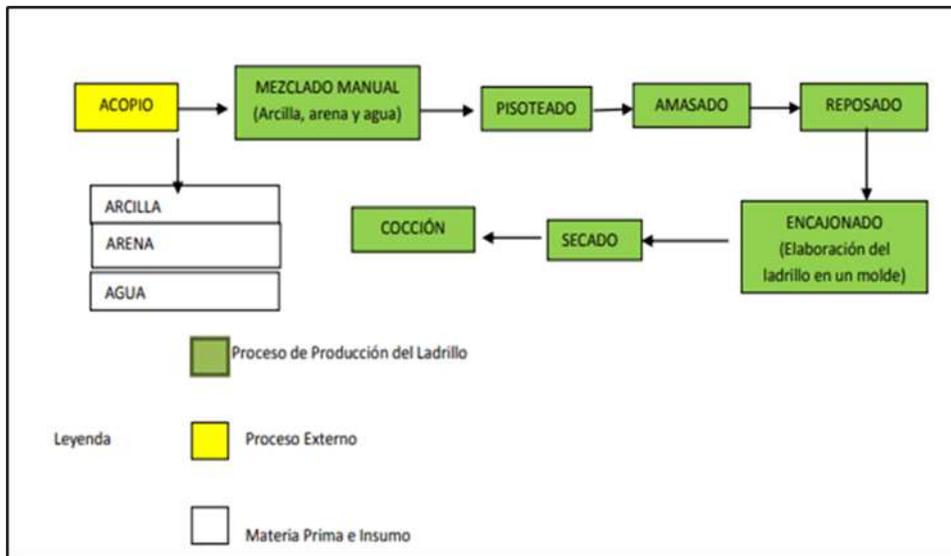
una serie de procesos que se han ido implementando de manera progresiva en dichas industrias, lo cual hace que resulte mucho más factible y económica el tema de producir ladrillos en la industria; entre ellos se mencionan los siguientes:

- ✓ Procesos de fabricación de ladrillos artesanales.
- ✓ Procesos de fabricación de ladrillos semi mecanizados.
- ✓ Procesos de fabricación de ladrillos mecanizados.
- ✓ Procesos de fabricación de ladrillos automatizados

Proceso De Fabricación De Ladrillos Artesanales.

En este proceso se suele recurrir a la mano de obra directa durante todo el proceso de producción, promoviendo por el acopio de la materia prima (arcilla, arena y tierra), el mezclado (se hace en forma proporcional las materias primas y se hace con ayuda de un pico y una pala para triturar partes de la materia prima que sean de mayor dimensión), el amasado (puede ser a mano, con los pies, con bueyes o toros), el reposado (la masa se deja reposar para su deshidratación natural rodeada en plásticos para que no se endurezca la arcilla), el encajonado o moldeado (la masa es colocada en moldes de madera llamados gaveras que serán los encargados de facilitar el moldeo), el secado (una vez moldeada la masa es dejada en el piso al aire libre para su secado al natural) y la cocción (es el proceso por el cual ingresan los ladrillos que ya han sido secado en forma natural, al horno, siendo por lo general de "Tiro Abierto").

Figura 1. Diagrama del proceso artesanal.



Fuente: Elaboración propia.

Proceso de Fabricación de Ladrillos Semi Mecanizados.

Este proceso se caracteriza ya que durante su proceso de elaboración suele utilizarse al menos una máquina, la cual termina suplantando la mano de obra de tipo directa, además suele empezar por recopilar toda la materia prima necesaria (tierra, arcilla y arena), el mezclado, el extruido, etc. En la fabricación de estas máquinas no existe un nivel de calidad, ni mucho menos una estandarización o calibración de las mencionadas, lo cual genera como resultado que se terminen estropeando periódicamente; ciertos especialistas suelen llamarla como la máquina 3 en 1 ya que engloba el proceso de mezclado, amasado y extruido como tal. Muchas veces se termina forzando a que una máquina realice funciones que por su naturaleza no le corresponde.

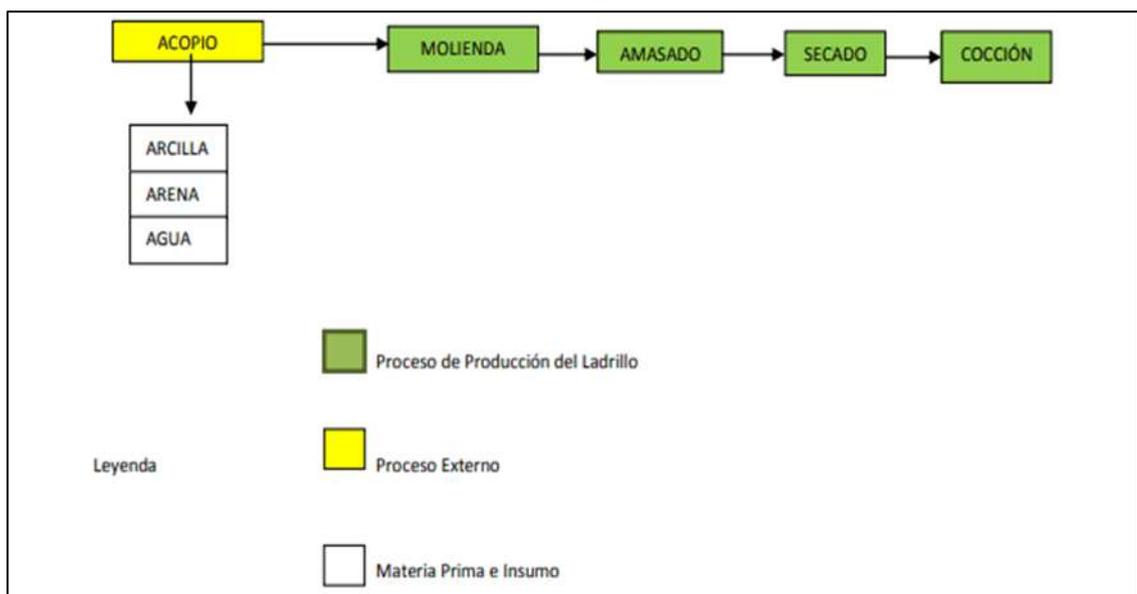
La utilización de la máquina “hechiza” permite poder acelerar los productos entre 7 a 12 veces con respecto a la producción realizada de forma artesanal, obviamente también depende mucho del tipo de motor que se usa. Esto quiere decir que, si antes un labrador solía

producir un total de 1000 ladrillos diariamente, ahora puede llegar a pasar los 7 millares. Es fundamental indicar que la utilización de dicha máquina no responde de manera necesaria al nivel de disposición de la pasta amasada, ya que esta se ejecuta en una máquina que no está calibrada en su nivel de presión. Para sustraer agua, ésta se realiza por medio de una bomba de vacío, el secado por su parte puede ser realizado al aire libre o haciendo uso de un horno de secado, independientemente si se realiza de forma mecanizada o manual; y en el tema de la cocción, muchas empresas han optado por invertir en diseños de sus propios hornos acompañado de un sistema de cocción que sea homogénea.

Cabe indicar que los hornos si bien mantienen un tiro abierto, se les ha agregado una ventilación o también conocida como extractor de aire, la cual permite que el fuego producido en la base del horno se termine propagando en el interior del mismo, lo que permite el logro de dos objetivos:

- ✓ Propagar el fuego en toda la cavidad posible del horno, lo que se logra obtener un cocido mucho más homogéneo.
- ✓ Disminuir el consumo de combustible con la consecuente reducción de emisiones de gases contaminantes e invernaderos que producen los mismos.

Figura 2. Diagrama de proceso semi-mecanizado



Fuente: Elaboración propia.

Proceso de Fabricación de Ladrillos Mecanizados.

Este proceso suele incorporar desde inicio a fin de su proceso maquinarias, mediante las cuales se permite obtener una mejor compactación del ladrillo, determinado de la siguiente manera:

Triturado: Este proceso se centra en moler la arcilla seca para lograr diseminar cualquier tipo de grumosidad o piedras existentes en la arcilla.

Amasado: Aquí la máquina realiza la mezcla y amasa la arcilla combinándola agua.

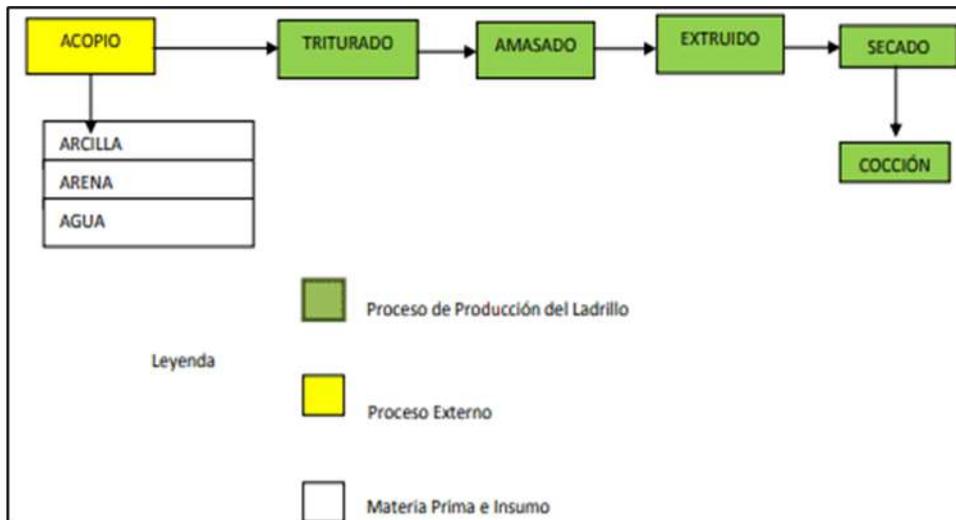
Laminado: En este proceso es donde la máquina tiene como objetivo homogenizar las masas y minimizar las porosidades de la mezcla, dejando a un estilo de hojuela.

Extruido: Proceso por el cual se da forma al ladrillo, el cual, a través de la bomba de vacío, hace que el ladrillo se le quite todo el aire, lo que le da mayor compactación, al igual que lo deshidrata, lo que permite, que el ladrillo salga con porcentaje de humedad mínimo para su formateado.

Secado: Las ladrilleras que son mecanizadas suelen contar con secaderos en los cuales apilan los ladrillos en habitaciones cerradas y que cuentan con una temperatura constante, lo cual ayuda de manera directa al proceso de secado.

Cocción: En este proceso se da la quema de los ladrillos. Una ejemplificación sería, aproximadamente 120 mil ladrillos por quema; mientras que el diseño de horno que es más empleado son los denominados "Tipo Hoffman".

Figura 3. Diagrama de Proceso de Mecanicizado.



Fuente: Elaboración propia.

Proceso de Fabricación de Ladrillos Automatizados.

Son aquellas que tienen el mismo proceso de producción, que las ladrilleras mecánicas, logrando a diferenciarse en:

Las maquinarias son operadas automáticamente, lo que quiere decir que, la existencia de mano de obra es cada vez menor.

Se realiza el manejo de más de una línea de producción.

Se prioriza el uso de hornos tipo bóveda de producción de tipo continuo, lo que hace que trabajen las 24 horas del día, y no se requiere de una quema muy prolongado para lograr que los ladrillos salgan bien cocidos.

Algunos de estos procesos son:

- Mezcla de la materia prima: Mediante un cargador frontal o pala se tomará de cada una de las materias primas un determinado porcentaje que será con el que entrará al proceso.
- Molienda: Este proceso empieza en la tolva de mezcla donde se recibe la materia prima y mediante un desmenuzador se reduce el diámetro de las rocas de

caolín de 20 cm a 5 cm aproximadamente; luego pasa al desintegrador donde se reducirá aún más del diámetro de las rocas de 5 cm a 1.5 cm de diámetro.

Luego de esto pasará a un molino de martillos refinador donde tendrá un proceso de refinado nuevamente para después de un circuito de cribas y fajas pasar a la tolva de seco que es una especie de almacén donde se recepciona la mezcla para luego pasar a la amasadora donde se le mezclara con porcentaje de agua para luego pasar a un laminador primario que tiene 2mm de separación entre rodillos donde se extraerá el oxígeno, hidrógeno que está contenido en la mezcla; luego pasara a la tolva de húmedo para posteriormente ingresar al segundo laminador que se encuentra antes de la extrusión con 1mm de abertura la cual pasara a la extrusora donde se le terminara de dar el porcentaje de agua requerido para el proceso.

c) Extrusión y moldeo: En este proceso se le da el porcentaje de agua, para luego a través de una bomba de vacío sacará todos los gases y partículas inertes de la materia prima y pasará por un molde donde dará la extrusión.

d) Cortado y llenado de estantes: Después de salir de la extrusión, este mediante un sistema de fajas es pasado por la cortadora donde se le dará el corte deseado automáticamente y siguiendo su circuito de fajas es llevado hasta las mesas de llenado de estante donde el proceso es completamente automático; una vez llenado el estante sigue su proceso hasta llegar a un secadero continuo.

e) Secadero continuo: Aquí se le da un proceso de calor moderado donde empieza con la saturación y extracción de humedad mediante extractores y ventiladores para poco a poco ir dando calor al material para su secado hasta llevar a la salida del secadero con un porcentaje de humedad no menor de 13.8% y 80°C de calor ya que de ser menor el ladrillo se rompería al tacto (mínimo esfuerzo).

f) Desapilado de estanterías y apilado de vagones: Una vez que sale del secadero mediante un circuito automático es llevado hasta el área de apilado de vagones.

g) Horneado o cocido: Aquí se le llevara al vagón para terminar la parte de cocción del ladrillo donde se el horno tiene curvas de temperatura manejadas según el control de calidad que tenga el proceso.

Figura 4 Tipos de ladrillo que se fabrican.



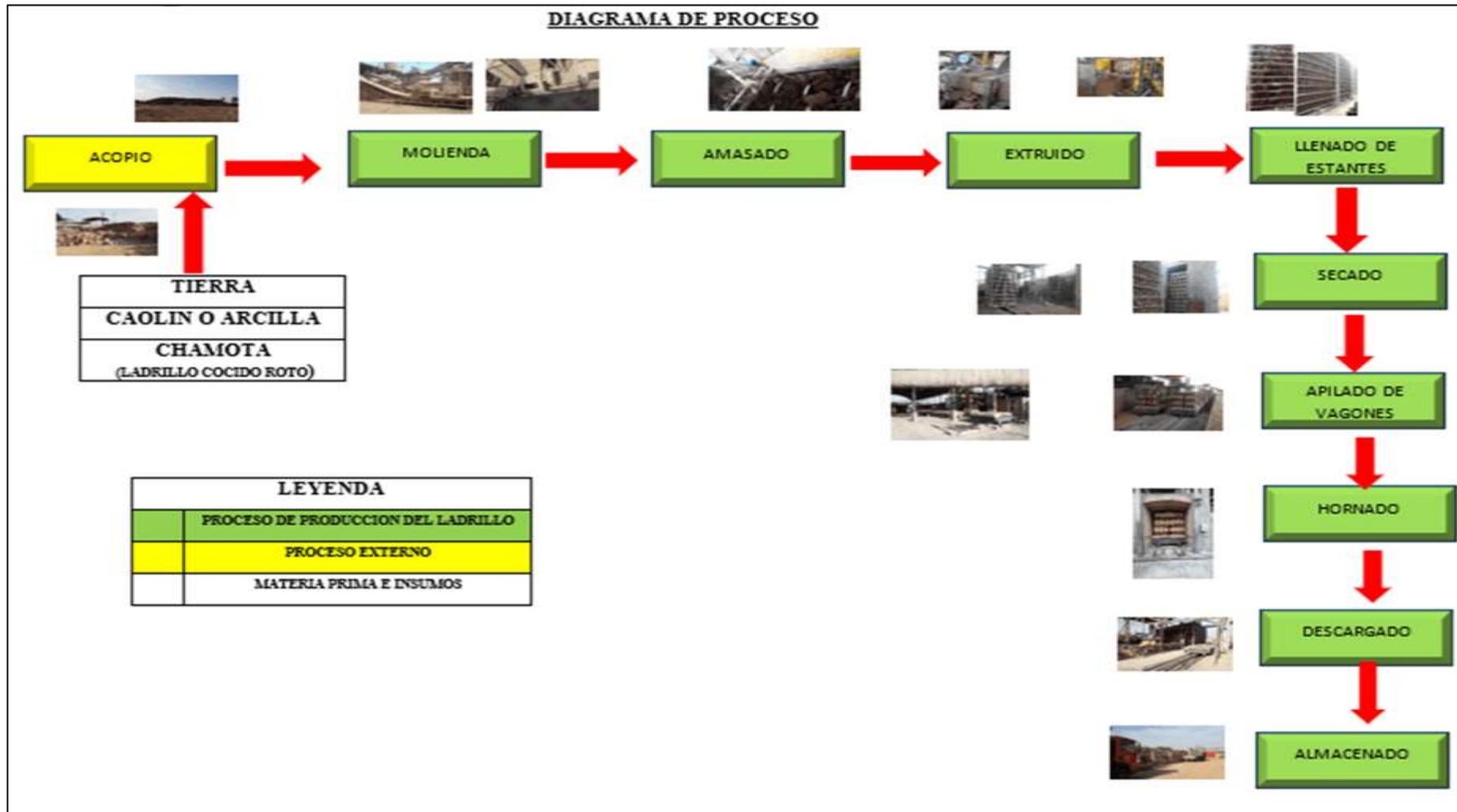
Fuente: [10]

Figura 5. Tipos de ladrillos que se fabrican.



Fuente: [10]

Figura 6. Diagrama del proceso de fabricación de ladrillo



Fuente: Elaboración propia.

Principales Sistemas de la Molienda para la Fabricación de Ladrillos.

Acopio de la Materia Prima.

Este es el inicio del proceso de producción del ladrillo, aquí se recibe la materia prima del almacén y el gerente de calidad brindará las muestras necesarias para su evaluación. Las materias primas son revisadas y verificadas mediante muestreo inmediatamente después de su llegada a las instalaciones de la fábrica para que cumplan con los estándares de calidad necesarios, esto será parte del proceso, los materiales utilizados son:

Tierra:

- ✓ Que sea de preferencia de cultivo.
- ✓ Hay muy poca sílice en la tierra
- ✓ No está demasiado mojado u húmedo.
- ✓ No está contaminado por rocas ni malezas.

Caolín o arcilla:

- ✓ Que no sea demasiado duro.
- ✓ Que en su estructura las rocas no sean mayores a 10 o 20 pulgadas de diámetro.
- ✓ Sea desmenuzable al mínimo golpe.

Análisis de la materia prima y probeta de muestra:

En esta parte del proceso se analizarán las materias primas a utilizar, lo que nos permitirá brindar una referencia para la producción del día, ya que la probeta de muestra simulará el proceso real de fabricación del ladrillo.

- ✓ Se hará una probeta de 10 cm³.
- ✓ Se verificará que la muestra contenga el 6% de humedad y no más de este.
- ✓ Se tomará la muestra de las materias primas.
- ✓ Se le dará el porcentaje de agua del 21% que es el que tiene en el proceso real.
- ✓ Se toma los pesos de la probeta en húmedo, seco y cocido.

- ✓ Se tomará las medidas de la muestra para ver la contracción de la materia prima
- ✓ En esta probeta se podrá sacar el corte que tendrá el ladrillo en el proceso según lo que haya contraído la muestra.

Contaminación Ambiental

“La contaminación afecta el equilibrio de dicho entorno y como causas ambientales, dependen de muchos representantes y varían según el ecosistema al que afecten”[11]

Partículas

La materia particulada que tiene lugar en la atmósfera que suele clasificarse en partes que tienen que ver con el tamaño de las partículas que la conforman.

La clasificación más habitual son tres grupos: material con tamaño de partícula que supera las 10 micras, la de tamaño inferior o igual a 10 micras y las inferiores a 2.5 micras conocidas también como PM_{2,5}; estas últimas suelen ser de suma importancia, ya que tienen en lo asociado a la contaminación urbana, y afectan a los pulmones y los riesgos que poseen resultan ser significativos en la salud. Aquellas partículas cuyo tamaño se encuentra entre 2,5 y 10 micras no son inhaladas o llegan hasta vías profundas, además logran ser expulsadas de forma relativa y eficaz por medio de la tos o mucosidad, sin llegarse a penetrar en el árbol respiratorio.[12]

Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS)

Conformado por partículas que son contaminantes de un diámetro semejante a $D \geq 10 \mu$; peso y tamaño que se encuentra inmerso en la influencia de la fuerza de atracción gravitacional.

Polución

La Polución Ambiental trastorna este proceso y se asocia a un incremento de rinoconjuntivitis, asma y bronquitis, por lo tanto, muestran un incremento sostenido de efectos negativos sobre la salud, entre otras enfermedades respiratorias, las que se han incrementado en las últimas décadas.[13]

Granulometría

La granulometría por tamizado reside en confeccionar la curva granulométrica de una muestra, ya que representa a la distribución de los tamaños de las partículas. Sin embargo, para tamaños de partículas inferiores es mejor emplear la granulometría por sedimentación mediante el higrómetro. Sería menos que el anterior y normalmente se emplea en casos de suma importancia y necesario determinar el porcentaje de partículas finas.[14]

Principales métodos utilizados en la medición granulométrica

- Tamizado en seco: superior a 100µm.
- Tamizado en húmedo: superior a 30µm.
- Sedimentometría: 1µm a 100µm.
- Centrifugación analítica: 0.01µm a 20µm.
- Difracción laser: 0.01µm a 3mm.
- Microscopia: 50 µm a 1mm.
- Potencia Zeta: 3m a 10µm.

Tamizado: Consiste en la medición del peso del material que pasa por medio de una caja de madera con una malla calibrada. Los tamices se superponen y permiten disminuir la malla y se procede a la medición del peso del material en cada tamiz.

El tamizado en las ladrilleras mayormente se realiza con una materia prima seca, con un porcentaje de humedad del 6%.

Sedimentometría: La granulometría por sedimentación se realiza dispersando una cantidad de suelo fino en agua mediante agitación, y añadiendo una serie de sustancias que evitan la floculación de los granos, con el fin de conseguir una suspensión uniforme.[15]

“Para determinar la distribución de tamaños de la fracción fina (inferior a 0.080 mm, formada por limos y arcillas), acogemos el método de sedimentación y gravimetría; basado en la Ley de Stokes”. [15]

$$v = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{18n} D^2$$

Siendo:

- v = Velocidad de caída de una esfera en el seno de un fluido (cm/s).
- γ_s = Peso específico de las partículas sólidas (g/cm³).
- γ_w = Peso específico del agua (g/cm³).
- D = Diámetro de la esfera (cm).
- η = Coeficiente de viscosidad dinámico del agua.

Centrifugación analítica

Centrífugas analíticas llamado sistema Schlieren, en el cual la luz que atraviesa las regiones de concentración uniforme prosigue su camino sin desviarse, mientras que la que atraviesa regiones de concentración cambiante se desvía debido al cambio del índice de refracción que varía con la concentración.[16]

Análisis de imágenes

“Es un conjunto de técnicas que se usan para obtener datos de un objeto a partir de una imagen digital, los datos de interés en su mayoría son numéricos”.[17]

Molienda

Es el proceso donde se encarga de triturar todas materias primas que ingresan a ellas desde rocas a un grano de maíz, dependiendo de su diseño de molino fabricado para desintegrar y minimizar su estructura molécula, para obtener un producto a favor de la humanidad.

Tipos de molinos:

- ✓ Molino de Rulos.
- ✓ Molino de Discos.
- ✓ Molino de Barras.
- ✓ Molino de bolas.
- ✓ Molino de rodillos

Molino de Rulos

Este tipo de molinos, realiza una molienda con un porcentaje de humedad para evitar la polución y a través de sus cribas agujereadas llegan a lograr que exista un grado de homogenización.

Molino de Discos

Este tipo de molinos es de suma importancia, para la trituración fina bajo un rango medio de dimensión de partícula de sólidos blandos a duros y altamente sensibles ante la exposición a la temperatura. El material suele triturarse por presión y cizallamiento entre ellas.

Molino de Barras

Son aquellas máquinas están diseñadas para la molienda de todo tipo de materia prima, en particular aquellos que son duros y abrasivos; y pueden trabajarse en aplicaciones tanto secas como húmedas. Las barras son de material de alto acero al carbono que permite su eficiencia en la molienda.

Molino de Bolas

Este molino es usado tanto para moler como para mezclar diversos materiales para posteriormente ser empleados en procesos de mezclado de minerales.

Molino de Martillos

Este tipo de máquinas, son usados dentro de ella unos yunques, que ayuda a desterronar la materia prima que ingresa a ella y con sus cribas o mallas que trabajan en ella hacen pasar una granulometría de 0.01mm.

Tipos de Molienda

- ✓ Molienda Húmeda
- ✓ Molienda Seca

Molienda Húmeda

En esta molienda el material que se pretende moler es primero mojado, dando así más humedad a la materia prima, lo cual permite favorecer en la producción y el medio ambiente.

Sus ventajas son:

- ✓ Requiere menos potencia por tonelada tratada.
- ✓ No requiere equipos adicionales para la polución.

Sus desventajas son:

- ✓ Mayor consumo por desgaste.

Molienda Seca

En esta molienda no suele intervenir ningún tipo de agente que ofrezca humedad a la combinación de los materiales a reducir.

- ✓ Requiere más potencia por tonelaje.
- ✓ Requiere equipos adicionales para la polución.

Sistema de Extracción de Polvo.

Un colector de polvo no es más que un sistema que permite el mejoramiento de la calidad del aire que es liberado por los distintos procesos de tipo industriales o comerciales mediante lo que es la recopilación de polvo y otras impurezas de un gas o aire. Fue diseñado principalmente para lograr la separación de volúmenes grandes de gas, y consiste en un escape de gas, un limpiador del filtro, un filtro de polvo y un receptáculo removedor del polvo. Suele diferenciarse de los limpiadores de aire, quienes usan un filtro para mover el polvo.[18]

En ambos casos, la elección correcta del colector de polvo puede ahorrar energía. Estos equipos se utilizan principalmente para procesar materiales sólidos en polvo, por ejemplo, en la industria química, minería, laboratorios y en cualquier lugar del proceso de procesamiento de materiales a granel o dispersión de polvo.

Su funcionamiento es automático, muy sencillo, de moderado consumo energético, y no requiere operación supervisada ni mantenimiento especial, cumple con los estándares oficiales de calidad del aire y tiene una eficiencia de filtración superior al 99%, el polvo y las partículas capturadas.

“Un buen colector de polvo requiere un sistema completo que pueda capturar, recolectar y descargar de manera efectiva las emisiones de diferentes tipos de procesos industriales”.[18]



Tipos de Ventiladores.

Ventilador industrial.

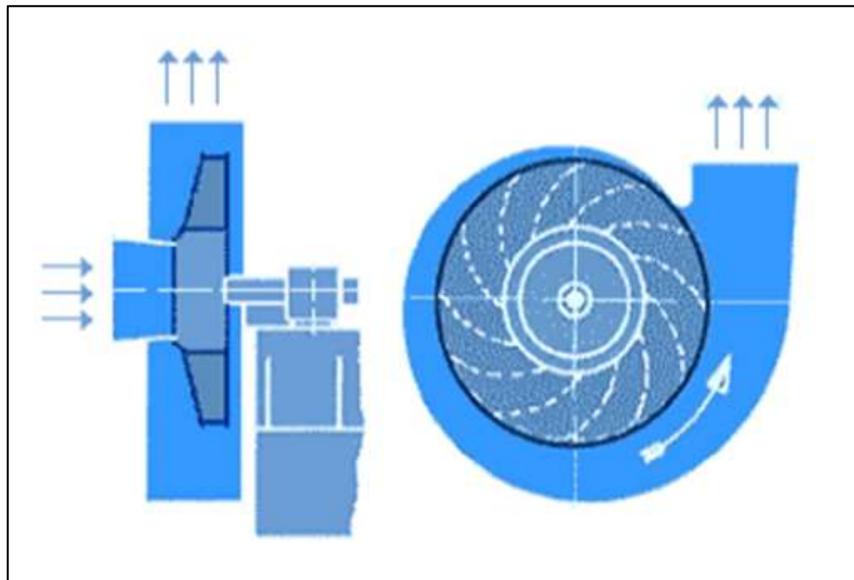
Un ventilador es un equipo de fluido que fue creado para generar una corriente de aire por medio de un rodete que contiene aspas las cuales al girar producen presiones distintas. Dicho equipo fue inventado en el año 1882 por Schuyler S. Wheeler, y mayormente es utilizado para trasladar gas o aire de un destino a otro, entre espacios, para uso industrial o residencial, o incluso para incrementar la locomoción de aire en un espacio que se encuentra habitado, con el objetivo de mantener el lugar fresco. Un ventilador también es considerado una turbo máquina que se encarga de la absorción de energía mecánica y transferirla a un gas, permitiendo que se aumente la presión no mayor de 1.000 mmH₂O, lo que da lugar a cierta variación pequeña del volumen y se le considera una máquina hidráulica.

“En el ámbito de energía, dichos equipos se utilizan para la producción de flujo de gases de un punto a otro destino; en algunos casos el gas actúa como medio de transporte de calor, humedad, etc.”[18]

Ventilador Industrial.

“En los ventiladores centrífugos, si el aire en la salida es recogido perimetralmente en una voluta, entonces se puede decir que el ventilador también es de voluta”[18]

Figura 8. Ventilador Industrial



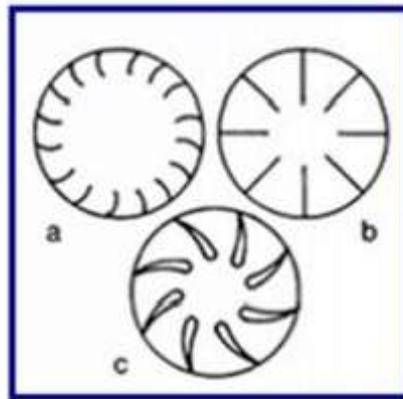
Fuente: [18]

Estos ventiladores presentan tres tipos de rodets básicos:

1. Álabes con curvas hacia adelante.
2. Álabes de tipo rectos
3. Álabes con cierta inclinación hacia atrás.

La siguiente ilustración permite observar la disposición de los álabes

Figura 9. Disposición de álabes.



Dispositivos para el Control de Partículas en el Aire.

Entre los dispositivos utilizados para el control de emisión de partículas más utilizados son los siguientes:

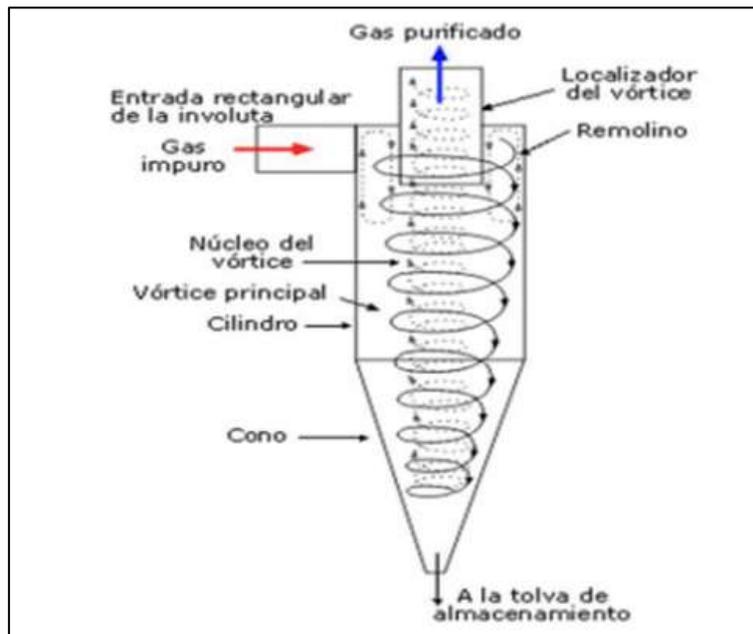
Separador de Inercia.

CICLÓN

Utilizan el principio de la fuerza centrífuga para revolver el material particulado. En los ciclones, el flujo de tipo contaminante es forzado a un movimiento de tipo circular, dicho movimiento suele ejecutar fuerzas centrífugas sobre dichas partículas y las envía a las paredes de la parte externa del ciclón. Las paredes que poseen los ciclones suelen encogerse en la parte inferior, lo que permite que las partículas sean recogidas en una tolva. El aire limpio emerge del ciclón por la parte superior de la cámara, para luego pasar por un espiral de flujo de tipo ascendente conformado por otro espiral que suele moverse en dirección hacia abajo.

“Los ciclones como tal resultan ser eficientes para revolver partículas de gran tamaño, sin embargo, son menos eficientes con aquellas más pequeñas; es por dicha razón que suele utilizarse otro tipo de dispositivos de control”[18]

Figura 10. Ciclón.



Fuente: [18]

Ciclones de alta eficiencia

Están debidamente diseñados para lograr una mayor remoción de aquellas partículas pequeñas a diferencias de los ciclones convencionales, pueden llegar a remover partículas de $5\mu\text{m}$ alcanzando niveles de eficiencia de aproximadamente 90%, pudiendo obviamente alcanzar mayores niveles de eficiencias cuando son partículas de mayor tamaño.

Poseen caídas de presión superiores, lo que requiere obviamente un aumento de costos de energía para trasladar el gas sucio por medio del ciclón. En términos generales, dicho diseño del ciclón se encuentra determinado por cierta limitación en la caída de presión.[18]

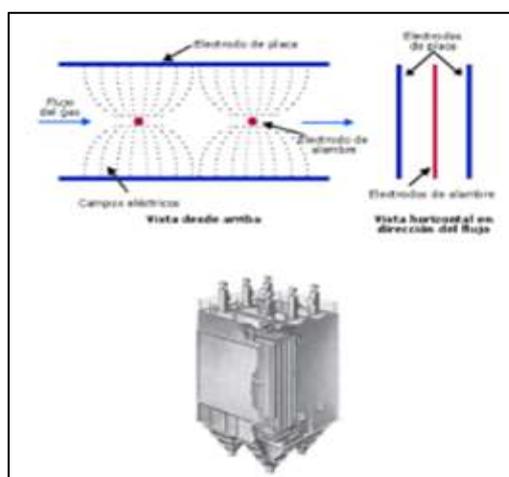
Ciclones de alta capacidad

“Aquellos ciclones que poseen alta capacidad suelen estar garantizados únicamente para remover partículas que superen los $20\mu\text{m}$, aunque en cierto grado acontezca la colección de partículas más pequeñas”. [18]

Precipitadores electrostáticos.

Los precipitadores cargan de electricidad a las partículas permitiendo que exista una atracción hacia las placas metálicas que tengan contrapuestas y estén ubicadas en el precipitador. Para retirar las partículas de las placas se debe realizar por medio de golpes secos y luego son recolectados en una tolva la cual suele ubicarse en la parte inferior de la unidad.[18]

Figura 11. Precipitador Electroestático

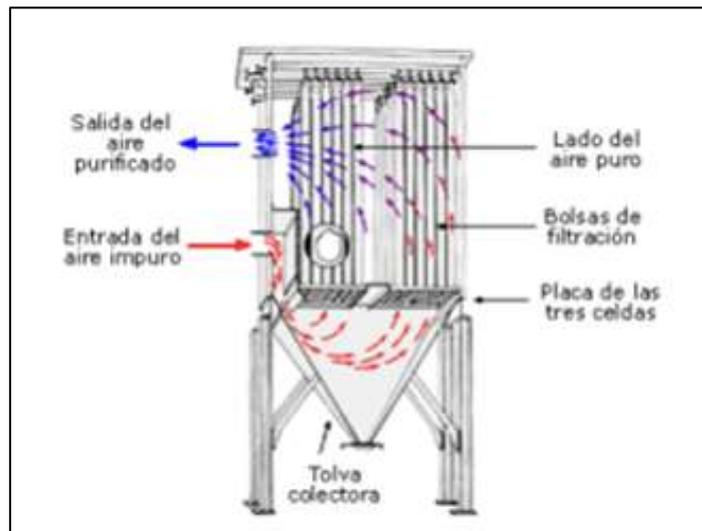


La eficiencia en la remoción de los PES suele ser demasiado variable, pues sólo para las partículas que tamaño inferior es que la eficiencia de remoción puede llegar a un 99% aproximadamente.

Filtros de mangas.

También conocidos como cámara de filtros de bolsa, los cuales trabajan bajo el análogo principio de una aspiradora utilizada para el uso doméstico. El flujo de gas pasar por el filtro que se encarga de retirar todo tipo de partículas existentes. El filtro de tela suele ser eficiente cuando se busca la retención de partículas finas y puede incluso llegar a sobrepasar el 99% de remoción. Una de las desventajas que posee el filtro de telas es que los gases cuando se encuentran a temperaturas altas muy a menudo suelen ser enfriados antes de ingresar en contacto con el medio filtrante.[18]

Figura 12. Filtros de mangas.



Fuente: [20]

Lavadores Venturi.

Estos lavadores utilizan un flujo líquido para remover aquellas partículas sólidas. En el lavador Venturi, el gas cargado con material particulado pasa por un tubo corto con extremos anchos y una sección estrecha, pueden alcanzar 99 por ciento de eficiencia en la remoción de partículas pequeñas. Sin embargo, una desventaja de este dispositivo es la producción de aguas residuales.[18]

Figura 13. Lavador Vénturi

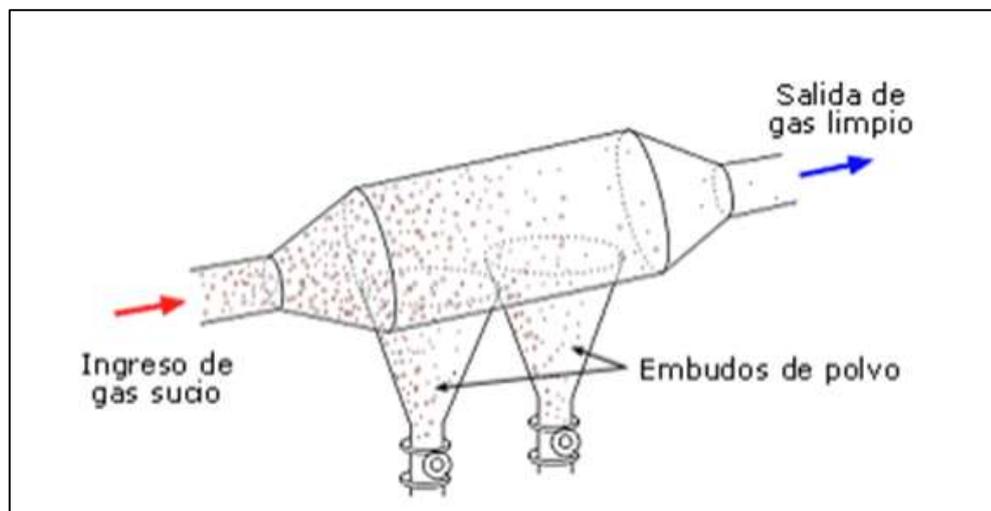


Fuente: [21]

Cámaras de Sedimentación.

Estas cámaras usan la fuerza de gravedad para mover las partículas sólidas. El flujo de gas pasa a una cámara donde se logra disminuir la velocidad del gas. Las partículas de mayor tamaño suelen caer de dicho flujo en una tolva. Estas cámaras suelen ser efectivas solamente para remover partículas grandes, de manera usual se utilizan en paralelo con un dispositivo que permite un control más eficiente.[18]

Figura 14. Cámara de sedimentación



Fuente: [18]

Ventajas y Desventajas del Ciclón Industrial.

Ventajas

- ✓ Baja inversión, bajo costo de mantenimiento.
- ✓ Mayor eficiencia.
- ✓ Facilidad de remover el material encapsulado.

Desventajas

- ✓ Baja eficiencia de colección con partículas muy finas (menores a $5\mu\text{m}$).
- ✓ Elevada caída de presión (hasta 2.5 kPa - 250 milímetros de columna de H₂O) para alcanzar altas eficiencias de colección alrededor del 95%.

Ventajas y Desventajas de los Precipitadores Electrostático.

Ventajas

- ✓ Se requiere un bajo requerimiento del personal.
- ✓ Recolección en seco.
- ✓ El costo de operación resulta ser bajo.
- ✓ Cierta capacidad para manipular a presiones altas o al vacío.
- ✓ Capacidad para operar a temperaturas altas.

Desventajas

- ✓ Alto costo de energía.
- ✓ El costo de inversión es alto.
- ✓ Debe haber un gran espacio durante la instalación.
- ✓ Algunas partículas son difíciles de recolectar debido a sus propias características relacionadas con la resistencia.
- ✓ Personal de mantenimiento calificado.
- ✓ Es sensible a ciertos cambios en condiciones de flujo, composición de gas, temperatura y partículas.
- ✓ Existe un gran riesgo en la clasificación de partículas.

Ventajas y Desventajas de los Filtros de Mangas.

Ventajas:

- ✓ Costos bajos asociados a la inversión.
- ✓ Alta eficiencia en lo que respecta a la recolección de partículas tanto finas como gruesas.
- ✓ Tanto la caída de presión como la eficiencia no presentan grandes cambios en lo que se refiere a la entrada de polvo.
- ✓ En la mayoría de los casos, el aire que sale del filtro tiende a recircularse en la planta.
- ✓ El material recopilado suele ser recuperado seco, para luego procesarlo.

- ✓ En términos generales, los temas de oxidación y corrosión no resultan ser un problema.
- ✓ Existe la disponibilidad de filtros con diversas configuraciones, por lo que hay variedad de dimensiones que permiten adecuarse a los requerimientos que exige la instalación.

Desventajas

- ✓ Cuando las temperaturas llevan a pasar los 288° es necesario material refractario especial o de telas metálicas las cuales son caras.
- ✓ Algunos tipos de polvo necesitan de ciertas telas tratadas.
- ✓ Se requiere de mantenimientos altos.
- ✓ Si se tienen elevadas temperaturas, esto puede producir que se acorte la vida de las telas.
- ✓ Si se piensa reemplazar las telas, será necesario que los trabajadores cuenten con protección de tipo respiratoria.
- ✓ Los componentes alquitranados y condensación de humedad pueden ocasionar agotamientos de las telas o llegar a requerir de aditivos especiales.
- ✓ La concentración de ciertos polvos puede llegar a constituir ciertos riesgos de incendio o hasta de explosión si se llega a penetrar chispas ya sean de forma accidental.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Tipo y Diseño de la Investigación

La investigación es de tipo tecnológico, lo cual se debe al diseño de la máquina para la extracción de polvo para la reducción de la polución que es generada durante el proceso de fabricación de ladrillos, intentando poder incidir en las diversas empresas ladrilleras con las que cuenta la región Lambayeque, proponiendo un diseño que resulte ser amigable con la naturaleza, de salubridad y que además sea a bajo costo.

La investigación es de diseño cuasi experimental, teniendo como referencia que carece de Hipótesis, no presenta una muestra al azar, sólo una interrogante bajo la cual se presente lograr observar los cambios que se produzcan al ejecutar la investigación cumpliendo los objetivos trazados.

2.2. Variables, Operacionalización

Variable Independiente

Sistema de Extracción de Polvos.

Variable Dependiente

Polución

Operacionalización de Variables

Variable Independiente	Dimensión	Indicador	Sub Indicador	Índice	Técnica / Instrumento
Sistema de Extractor de Polvo	Capacidad Dimensionada	Transmisión de la Máquina	Velocidad angular	$\pi r \theta x n / 1000$	Revisión Bibliográfica / Guía de Análisis Bibliográfico, Tacómetro
		Capacidad de extracción	Velocidad de flujo de aire	$\frac{tn}{h}$	Revisión Bibliográfica / Guía de Análisis Bibliográfico, anemómetro

Variable Dependiente	Dimensión	Indicador	Sub Indicador	Índice	Técnica / Instrumento
Polución	Sólidos en suspensión captados	Metros cúbico	Volumen de filtro de mangas	Dimensionamiento en metros cúbicos: H= Altura. A= Ancho L= longitud	Revisión Bibliográfica, Entrevista / Guía de Análisis Bibliográfico, instrumentos de medición (wincha, pie de rey)
	Humedad Relativa	El porcentaje de humedad en la mezcla	% de agua	Densidad húmeda en (T/m3) = 1,92	Revisión Bibliográfica, Guía de Análisis Bibliográfico,

2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección.

No aplica en esta investigación

2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, valides y confiabilidad.

Técnicas

Revisión Documentaria

Es una técnica de investigación cualitativa que se encarga de recopilar y seleccionar información a través de la lectura de documentos, libros, revistas, grabaciones, filmaciones, periódicos, bibliografías, etc.[22]

Observación

Es una técnica de investigación que consiste en observar personas, fenómenos, hechos, casos, objetos, acciones, situaciones, etc., con el fin de obtener determinada información necesaria para una investigación[23]

Instrumentos

Ficha de Revisión Documentaria

La ficha de revisión documental, nos va a permitir llevar un registro de los diversos documentos que serán consultados para el control de los estándares de los parámetros eléctricos a medir, información técnica de la normatividad vigente, etc.

Validez

La presente investigación será validada por especialistas en la materia (profesionales de Ingeniería Mecánica Eléctrica) y por el responsable designado por la empresa donde se realizará la investigación, teniendo en cuenta que se validarán los instrumentos de recolección de datos como el aspecto metodológico de la presente investigación para determinar los parámetros de funcionamiento.

2.5. Procedimiento de Análisis de Datos.

La primera etapa a realizar es la elaboración de la entrevista, en la cual se formularán aquellas interrogantes que serán realizadas a los colaboradores del área de la molienda de las fábricas ladrilleras que fueron seleccionadas en la zona.

Posteriormente, en la segunda etapa se procederá a elaborar el cronograma con la finalidad de contar con fechas y horarios establecidos que nos permita poder cumplir con las entrevistas o visitas pactadas con el jefe de planta y poder aplicar de forma virtual el cuestionario a cada colaborador del área de molienda que fueron seleccionados.

En la tercera etapa, se dará la ejecución de la entrevista por medio de la cual se logrará saber que tan factible resulta para la empresa el sistema que se propone y a su vez conocer el beneficio que los colaboradores esperan obtener.

Por último, se procederá a identificar todos los requerimientos necesarios de la empresa y se recopilarán los comentarios emitidos por los colaboradores; todo ello se tendrá en cuenta para enriquecer la investigación.

Cabe indicar que los resultados que logren obtenerse serán analizados mediante tablas de frecuencias y gráficos, a fin de poder brindar una visualización de los datos más atractiva

2.6. Criterios Éticos.

“Los principios éticos de nuestro proyecto de investigación se basarán en el Código de Ética de la Escuela de Ingeniería (CIP, 1999) y el Código de Ética en Investigación de la Universidad de Señor de Sipán”. (USS, 2017)

Código de ética del Colegio de ingenieros (CIP). Aprobado en la III sesión ordinaria del congreso nacional de consejos departamentales del periodo 1998 – 1999 en la ciudad de Tacna 22, 23, 24 abril 1999.

"Art. 2.- Los ingenieros deben promover y defender la integridad, el honor y la dignidad de su profesión, y contribuir con sus acciones, de manera que formen un consenso público

sobre la base de la honestidad y equidad y mantengan la plenitud para ellos y sus integrantes, manteniendo el respeto y la integridad de su ejecución. Por lo tanto, deben ser honestos y justos. Servir fielmente al público, empleadores y clientes; deben esforzarse por mejorar la reputación, calidad y capacidades de la ingeniería, y deben apoyar a sus instituciones profesionales y académicas”.

"Art. 5.- Los ingenieros prestarán atención al uso razonable y correcto de los recursos humanos, económicos, naturales y materiales para evitar su mal uso o desperdicio. Cumplirán y acatarán las leyes y reglamentos que garantizan la protección del medio ambiente".

**Código de ética de Investigación de la Universidad Señor de Sipán (USS),
Ratificado por acuerdo de consejo universitario con resolución rectoral N° 0851-
2017/USS**

“Art. 2º: Finalidad

El Código de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán (USS) tiene como finalidad proteger los derechos, la vida, la salud, la privacidad, la dignidad y el bienestar de los participantes. Una actividad de investigación científica, tecnológica e innovadora que sigue los principios éticos aceptados por la normativa nacional e internacional y de nuestro país aquí, además de los acuerdos firmados sobre el tema en nuestro país”.

“Art. 3º: Alcance

La ética de la investigación actual es obligatoria para todos los departamentos académicos, administrativos, docentes, estudiantiles, de posgrado y administrativos de la Universidad de Señor de Sipán”.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

3.1. Resultados

Determinar la cantidad de material particulado, desprendido por el proceso de molienda de una capacidad de producción de 30 toneladas por hora.

En la actualidad, en el departamento de Lambayeque, las empresas ladrilleras han incrementado tanto su producción como su aparición, tanto así que la contaminación ambiental en sus moliendas ha incrementado, una más que otras.

Algunas fábricas ladrilleras conocidas su producción es de 30 tn/hora promedio, con una granulometría de 0.1mm de tamiz, al tener este análisis granulométrico su polución se propaga más, donde algunas ladrilleras han querido detener esta contaminación tapando el contorno de la molienda, donde ha bajado un 15% de contaminación, otras trabajan con ciclones y obtienen un 60 % de su eficiencia.

La eficiencia de los filtros de mangas es un 80%, donde absorbe esas pequeñas partículas que generan la polución en el sistema y reusado en el proceso de fabricación de ladrillo.

En las diferentes ladrilleras del departamento, se utilizan las maquinas más comunes como son: Desmenuzador, Desintegrador, Molino primario (de impacto), Molino secundario (de martillos loco), zaranda.

Figura 15. Molienda tapada con malla RATCHEL



Fuente: Elaboración propia.

Figura 16. Sistema de Molienda



Fuente: Elaboración propia.

Se hizo un muestreo durante la producción de la molienda y se determinó la polución aproximadamente 30tn, donde se ha distribuido en la tabla M1, cada maquinaria que contamina al medio ambiente.

Los datos son tomados de una molienda donde tiene un molino primario como desmenuzador, desintegrador y un molino secundario. Las horas de trabajo son durante 8 horas desde la 7:00 am – 15:00 pm.

El desmenuzador trabaja con una velocidad de 125 rpm son un motor de 60 hp, esta máquina esta dimensionada para el trabajo hasta de 40 tn/h. Esta máquina recepciona las 30 toneladas y tritura la materia prima de una granulometría de 200mm de diámetro a 50 mm de diámetro.

Figura 17. Desmenuzador



Fuente: Elaboración propia.

El molino desintegrador trabaja con una velocidad de 230 rpm, y un motor de 40 hp, esta máquina llega a desintegrar hasta 40 tn/h, por la ayuda de sus cuchillas y rodillos tipo laminador llega a una granulometría de 30 mm de diámetro.

Figura 18. Desintegrador



Fuente: Elaboración propia

El molino de martillos trabaja con una velocidad de 48m/s, y un motor de 150 hp, esta máquina llega a moler hasta 40 tn/h, a través de su juego de cribas de diámetro de 7mm al 32 % de vacío, genera un cambio de granulometría a 0.01mm de diámetro, donde obtienen la granulometría casi ideal para la fabricación de ladrillos.

Figura 19. Molino de martillos.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 1 Total de masa de polución diría = masa de polución 7 hora de trabajo.

TABLA 1 RESUMEN				
	MA QUINA N° 01	MA QUINA N° 02	MA QUINA N° 03	TOTAL
TOTAL DE MASA DE POLUCIÓN EN *Tn.	0.0 71	0.0 31	0.03 1	0.133
TOTAL, DE MASA DE POLUCIÓN EN Kg. (Tn. X 1000)	71	31	31	133
HORAS DE TRABAJO DIARIO	10	10	10	30
TOTAL MASA DE POLUCIÓN DIARIA EN KG.	710	310	310	1,330

Fuente: Elaboración propia

Seleccionar el mejor diseño conceptual para el sistema de extracción de polución según requerimientos de ingeniería.

- En la actualidad existen diversos tipos de sistemas de extracción:

Sistema de diseño con ciclón

Filtro de vacío, tambor de 8 pies de diámetro y 16 pies de longitud, 24 secciones, con sistema de variación de velocidad del filtro. Con serie 7, superficie de 60,000 a 90,000 m², anchura 4,00 mm, longitud 22,50 m, altura 3,000 mm y peso de 35 a 50 tn. El lavado de la torta por la parte superior del filtro por sistema de regado. En los filtros se cumplen los parámetros de operación, la extracción diaria es de aproximadamente 240 toneladas por filtro. La polución en cachaza es aproximadamente de 2, lo normado es de 2,3. La humedad es de 48. El Brix del jugo de los filtros es de 12,8.

Sistema de diseño con mangas

La filtración se produce por la retención, tanto de materia orgánica como inorgánica, algas y partículas gruesas, en la capa de arena silíceas que forma el denominado "lecho filtrante", a través de la que se hace pasar el agua a filtrar.

Su cuerpo suele ser de acero con algún revestimiento epoxi para protegerlo de la corrosión, son de fácil instalación y muy seguros.

En comparación con otros sistemas de filtrado, son los que poseen la mayor superficie de filtración, resultando ideales para aguas muy contaminadas. En función de su sistema de limpieza, pueden ser manuales o automáticos.

Sistema de diseño húmedo

Este tipo de filtro, tiene una caída de presión del orden de 4 – 10 in de agua. Tienen gran eficiencia ya que llegan a capturar partículas de menos de 0.5 de micra con 99% de eficiencia. No pueden manejar flujos a más de 200°C y deben estar totalmente secos.

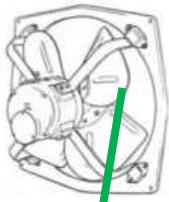
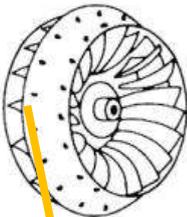
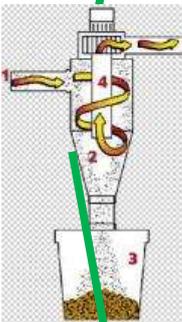
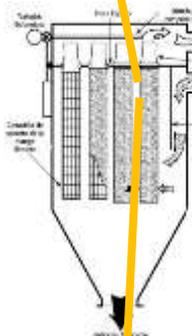
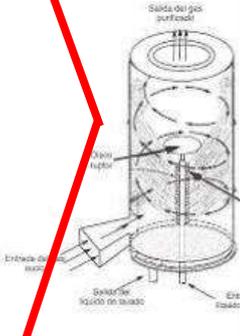
Estas unidades se complementan con ventiladores centrífugos y ductería, para succionar el polvo donde se produce, enviarlo a los filtros colectores para finalmente disponer del polvo capturado.

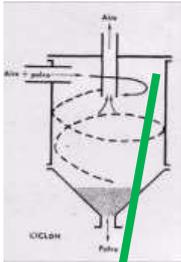
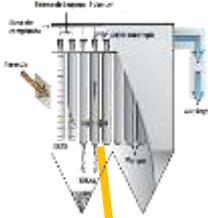
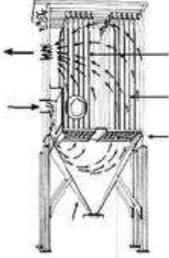
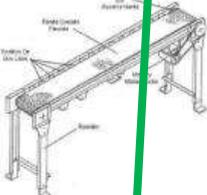
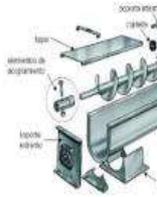
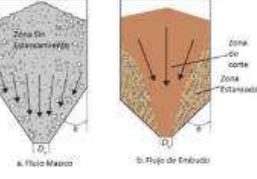
Elaboración de la Matriz Morfológica

La matriz morfológica es una serie de cuadros en donde se comparan opciones de diseño para cada una de las diferentes partes de la máquina.

En este cuadro, analizaremos cada una de las opciones y se selecciona la mejor de acuerdo a los criterios estudiados en las mismas.

Tabla 2. Matriz morfológica del diseño

FUNCION	1	2	3
VENTILADOR	<p>HELICOIDALES</p>  <p>Fuente: AIR</p>	<p>CENTRIFUGO</p>  <p>Fuente: ALAB</p>	<p>CENTRIFUGO CON DOBLE ENTRADA</p>  <p>Fuente: AIR</p>
COLECTOR	<p>CICLÓN</p>  <p>Fuente: LDX</p>	<p>MANGAS.</p>  <p>Fuente: ECS</p>	<p>HÚMEDO</p>  <p>Fuente: METALCYM</p>

<p>FILTRADO</p>	<p>CICLÓN</p>  <p>Fuente: UNAC</p>	<p>MANGAS</p>  <p>Fuente: BTECH</p>	<p>TALEGAS</p>  <p>Fuente: ORGG</p>
<p>TRANSPORTE</p>	<p>BANDA</p>  <p>TRANSPORTADORA</p> <p>Fuente: ALAMY</p>	<p>SIN FIN</p>  <p>Fuente: INME</p>	
<p>ALMACENAMIENTO</p>	<p>SILO.</p>  <p>Fuente: SODIMATE</p>	<p>TOLVA</p>  <p>Fuente: IQ</p>	

Fuente: Elaboración Propia

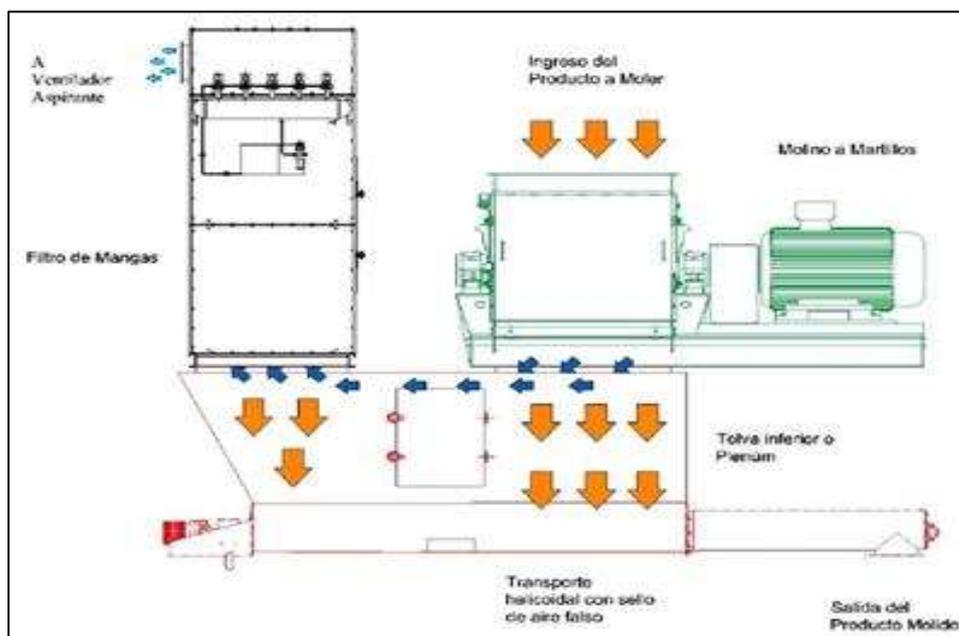
DISEÑO CONCEPTUAL 1

Descripción:

Está diseñado específicamente para aplicaciones con carga de polvo elevada, alta temperatura y recuperación de productos. El aire con polvo ingresa en el ciclón y las partículas de polvo se desplazan a través de la pared interna del ciclón.

- ✓ Se puede utilizar solo, con montaje de filtro de bolsa opcional o como prefiltro.
- ✓ Aplicaciones desde 510 hasta 22.082 m³/min / 300 hasta 13,000 cfm.
- ✓ Construcción para trabajo pesado de larga vida útil y bajo mantenimiento.

Figura 20. Diseño conceptual



DISEÑO CONCEPTUAL 2

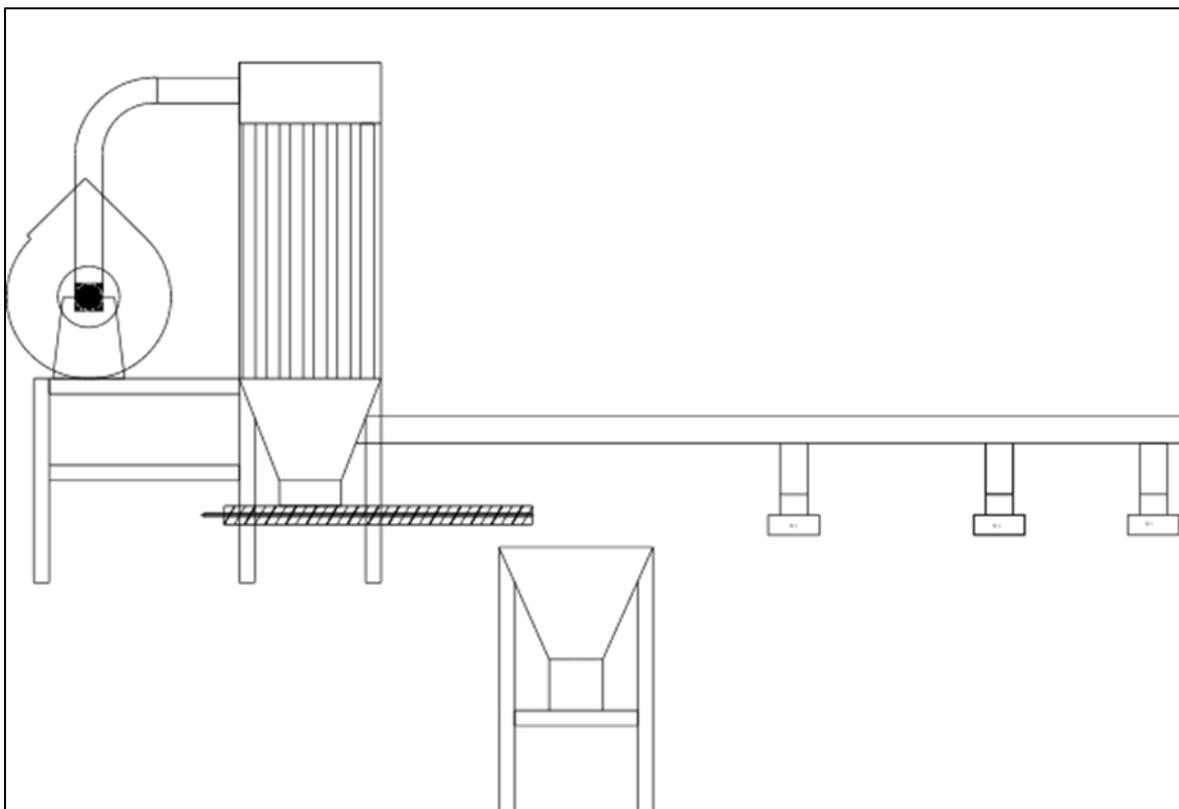
Descripción:

La captación y depuración de partículas presenta una problemática muy diversa en los distintos procesos industriales que generan emisiones a la atmósfera.

Los filtros de mangas son uno de los equipos más representativos de la separación sólido-gas mediante un medio poroso: aparecen en todos aquellos procesos en los que sea necesaria la eliminación de partículas sólidas de una corriente gaseosa.

Eliminan las partículas sólidas que arrastra una corriente gaseosa haciéndola pasar a través de un tejido.

Figura 21. Propuesta diseño conceptual 02



Fuente: Elaboración propia

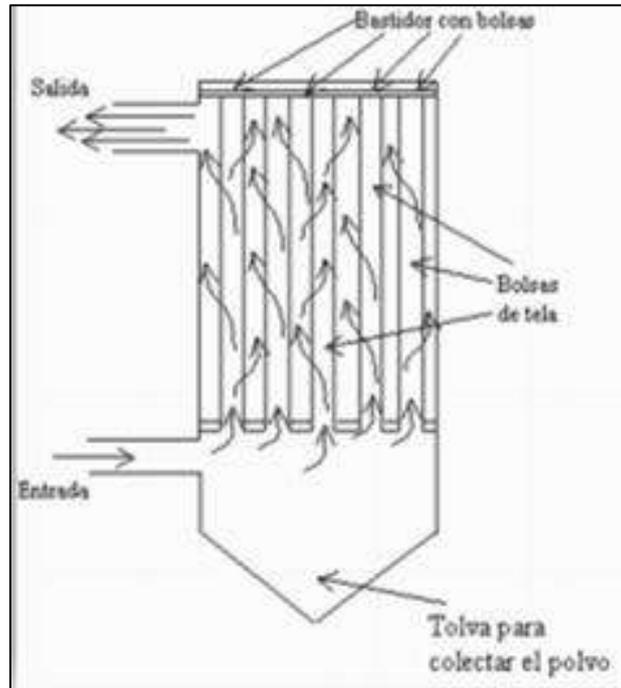
DISEÑO CONCEPTUAL 3

Descripción:

Es un sistema de almacenaje de gran altura diseñado no sólo para almacenar mercancía, sino para soportar la estructura de la edificación. Dicho de otra forma, en este tipo de almacenes la estantería o rack industrial constituye una parte estructural del edificio además de ser el lugar donde se almacenan o estocan las unidades de carga.

Generalmente, están destinados a almacenar mercancías paletizadas y suelen incorporar medios automatizados o robotizados para el flujo de las mercancías.

Figura 22. Diseño conceptual 03



Determinación de Criterios Ponderados y Alternativas de Solución.

- ✓ Mantenimiento.
- ✓ Consumo de energía.
- ✓ Tamaño.
- ✓ Costo.
- ✓ Facilidad de Operación.
- ✓ Seguridad.

Tabla 3. Tabla de indicadores ponderados.

INDICADORES	
CRITERIOS	PONDERADO (%)
Mantenimiento	20
Consumo de Energía	20
Tamaño	10
Costo	30
Facilidad de Operación	10
Seguridad	10
TOTAL	100

Fuente: Elaboración propia

Para la calificación de los criterios, designamos una puntuación del grado de satisfacción para luego obtener una puntuación ponderada a las soluciones.

Malo (1), Regular (2), Bueno (3), Excelente (4)

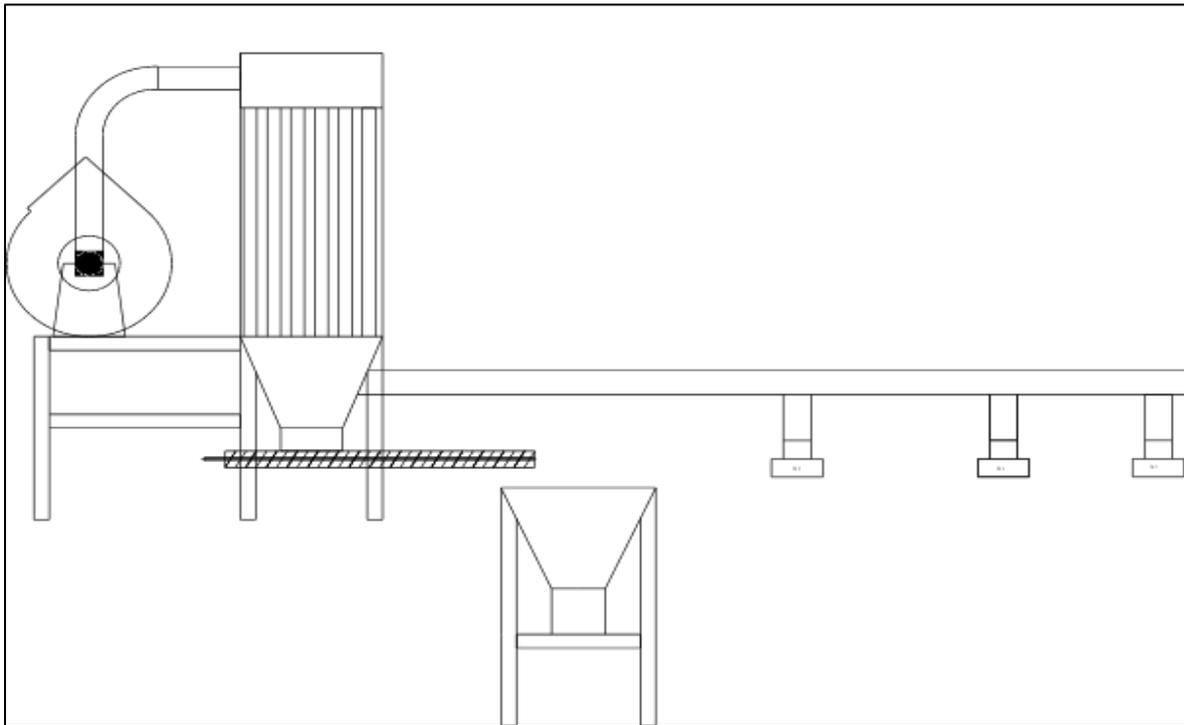
ÍTEM	NIVEL DE SATISFACCIÓN	VALOR
1	MALO	1
2	REGULAR	2
3	BUENO	3
4	EXCELENTE	4

Vemos que el diseño 2, es el más óptimo y se tomará como base para realizar los cálculos correspondientes:

DISEÑO MECÁNICO – EVACUACIÓN DE PROYECTOS
Proyecto: DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXTRACCIÓN PARA UNA MOLIENDA EN LAS FABRICAS DE LADRILLOS.
Criterios de Evaluación para el Diseño en Fase de Conceptos o Proyectos.

Variantes de proyecto			Diseño 1		Diseño 2		Diseño 3		Solución Ideal	
o	CRITERIO	Ponderado	P	PP	P	PP	P	PP		PP
	Mantenimiento	20%	2	0.4	4	0.8	3	0.6		0.8
	Consumo de Energía	20%	2	0.4	4	0.8	3	0.6		0.8
	Tamaño	20%	3	0.6	4	0.4	4	0.4		0.4
	Costo	20%	3	0.6	3	0.6	3	0.3		1.2
	Facilidad de Operación	10%	3	0.3	3	0.3	3	0.3		0.4
	Seguridad	10%	3	0.3	3	0.3	3	0.3		0.4
	TOTAL	100%		2.6		3.2		2.5		4.0
	Valor Técnico x_1			0.65		0.88		0.78		1,00
	Orden			2					3	

Figura 23. Sistema de Extracción para una molienda



Fuente: Elaboración propia.

Sistema de extracción de polvos consta de:

- ✓ Campanas de extracción.
- ✓ Ductos de chapas metálicas
- ✓ Tolvin de recepción
- ✓ Mangas de filtración
- ✓ Ventilador centrífugo
- ✓ Eclusa (válvula rotativa)
- ✓ Sin fin transportador

A este sistema añadiremos un cajón dosificador de faja de lona, donde se almacenará las partículas extraídas por nuestro sistema de extracción.

La ventaja de reutilizar este material particulado (polvo) es que el material que se producirá con este desecho que se extraerá de la polución de la molienda, será un producto de calidad, además de esto no usaremos el molino de tierra cambiando de malla para obtener esta finura

de granulometría, sino que ya con este captador de polvos lo lograremos extrayendo la polución generada por la propia molienda y dejando de contaminar.

Productos que se pueden fabricar con este material recuperado del sistema de extracción a diseñar.

Estos son productos que recién se están introduciendo en el mercado donde pocas ladrilleras lo producen por la granulometría requerida, al ser un producto de acabado se necesita una finura constante que de un buen acabado.

Porque para lograr esta finura se requiere consumo en el sistema de molienda, ya que se tendría que moler con una malla de menos porcentaje de vacío, para poder obtener esto se necesita una velocidad mayor en el molino, ocasionando mayor esfuerzo mecánico y eléctrico.

Dimensionar el sistema de extracción de polución fundamentado en principios fluido dinámicos, resistencia de materiales y normas vigentes.

Diseño de Sistema de extracción

Una vez ya determinada una necesidad indispensable en esta planta productora, como es el problema de manejo de polvos, y su recolección; se procede con cálculos, dimensionamiento y análisis, para fundamentar la propuesta del sistema de extracción de polvos.

Tabla 4. métodos analíticos utilizados en el proceso de este diseño

RESUMEN datos preliminares	
Material a filtrar	Polvo
Tamaño de partícula	1.00 µm (medio-alto)
Velocidad de captura	5m/s
Velocidad en ductos	20 m/s
Concentración de partículas	200kg/m ³
Temp. Max de trabajo	38 °C
Densidad de partícula (polvo Caolín tierra)	2 650 $\frac{kg}{m^3}$
Tela filtrante	Polipropileno

Tiempo de Limpieza	15 seg.
Presión de pulso de aire	8 bar según unidad de mantenimiento de fabrica
Peso de la manga	500 gr/m ²
Densidad de aire	$\delta = 1,225 \frac{kg}{m^3}$

Fuente: Elaboración propia.

Definición del material Particulado y su dirección de Filtrado

Los problemas causados por las partículas en el aire dependen de su rango de tamaño y de la concentración de la composición fisicoquímica. Las partículas con diámetros de 1 a 20 μm tienden a moverse. Las partículas de más de 20 μm se sedimentan más rápido, por lo que el aire se mueve con ellas durante un tiempo relativamente corto. Esto marca una gran diferencia en el comportamiento de las partículas y, por tanto, en el tipo de controlador que captura las partículas. Dado que partículas son transportadas por líquido en estado gaseoso, es necesario establecer el comportamiento de las partículas (la dinámica de las partículas en un gas). Por este motivo hemos analizado el número de Reynolds) y la velocidad para obtener un mecanismo de captura adecuado.

Partícula en fluidos

El comportamiento de las partículas en un líquido gaseoso incluye la acción de la fuerza de corte (fricción) que produce la fuerza neta ejercida por el fluido y la acción de la esfera sumergida bajo presión.

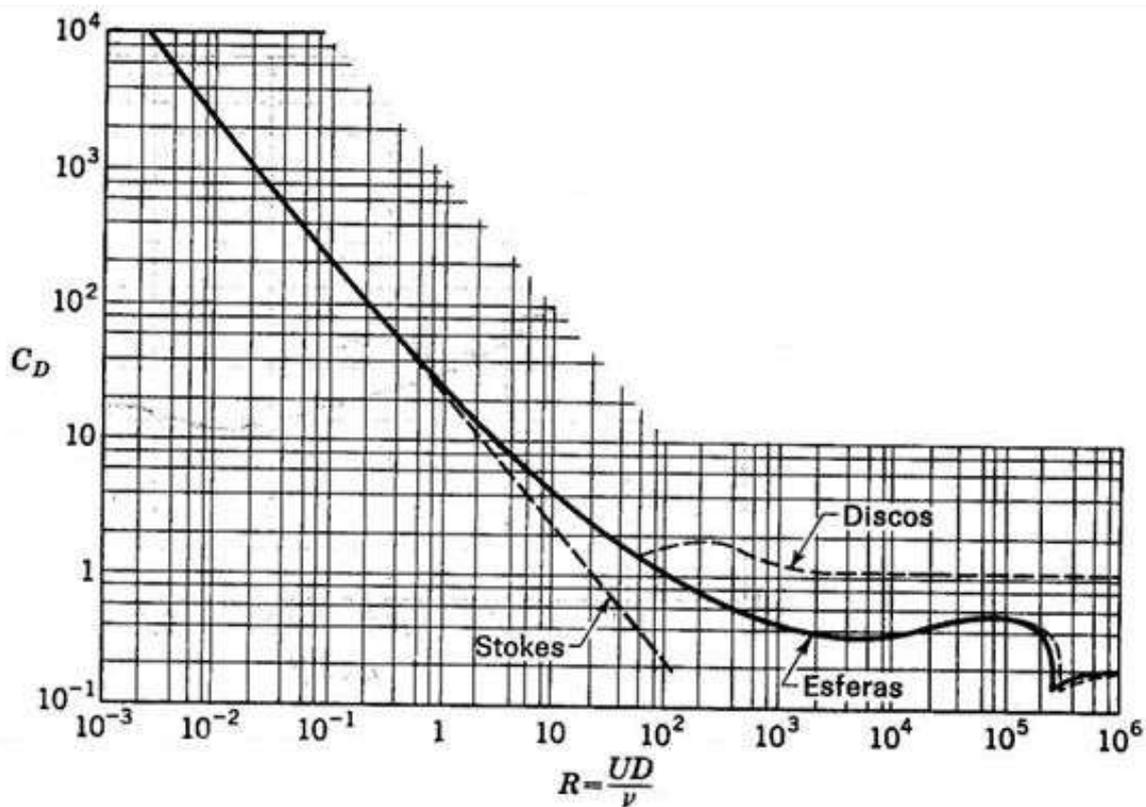
Esta fuerza se descompone en un componente paralelo al movimiento llamado arrastre y otro componente vertical llamado sustentación o flotabilidad. Además, la gente también considera la fuerza de gravedad, llamada gravitacional.

La separación del fluido en la esfera debido a la presencia de un gradiente de presión desfavorable impide el análisis para determinar la sustentación de arrastre.

A medida que aumenta el número de Reynolds (Re), la resistencia continúa disminuyendo, creando una combinación de resistencia a la fricción y presión debido a la

separación del flujo. Además, como se explica por el comportamiento de la esfera en el aire, la resistencia a la fricción disminuyó a medida que aumentaba el Reynolds. La curva de disco resultante también se puede ver en la línea de puntos en la misma figura.

figura 24. Curva de Reynolds



Fuente: [24]

Sin embargo, el tamaño de las partículas estudiadas con diámetros inferiores a $20 \mu\text{m}$ es un factor decisivo en la evaluación de los números de Reynolds, y estos valores de Reynolds muy pequeños son inferiores a 1, y el comportamiento de las partículas. Arriba siempre tienen una fuerza de fricción dominante, se regula en la región laminar o de Stokes. Tenga en cuenta que el número de Reynolds es muy pequeño para partículas de hasta aproximadamente $100 \mu\text{m}$ de tamaño. También muestra su comportamiento de múltiples capas.

Fuerza de arrastre

Como se mencionó anteriormente, el componente horizontal de la fuerza neta que un fluido ejerce sobre una partícula en la dirección del movimiento del fluido se llama resistencia, y la fuerza que resiste ese movimiento se define como:

$$F_d = \frac{r \times dp^2 \times p_g \times v_p \times C_d}{8}$$

$$F_d = 3 \times \pi \times \mu \times d_p \times v_p$$

Viscosidad (μ) absoluto del aire

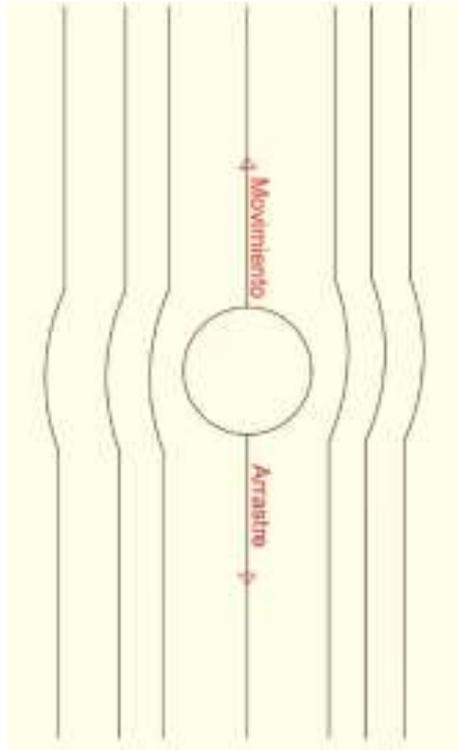
Igualamos las ecuaciones

$$\frac{\pi \times dp^2 \times \delta_{aire} \times C_d}{8} = 3 \times \pi \times \mu \times d_p \times v_p$$

$$\frac{d_p \times \delta_{aire} \times C_d}{8} = 3 \times \mu$$

Factor de arrastre

$$C_d = \frac{24}{Re}$$



Factor de Cunningham

$$C_d = \frac{24}{Re + C_f}$$

Donde:

dp: diámetro de partículas

δ_{aire} : densidad de aire

vp: velocidad de partículas

Cd: coeficiente de arrastre

Cf: factor de corrección de Cunningham

Re: Número de Reynolds

$$C_f = 1 + 6.21 \times 10^{-4} \times T$$

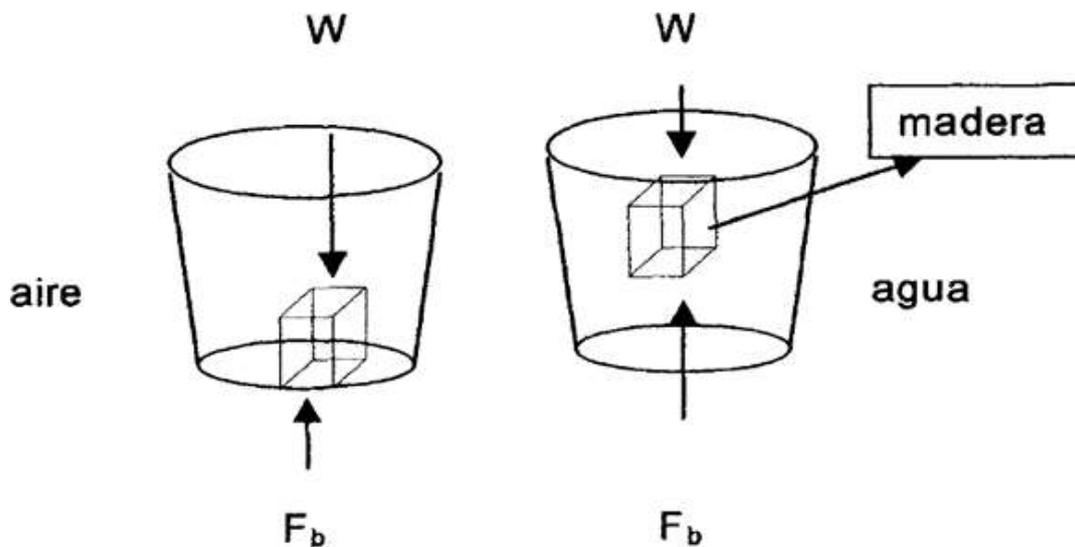
Tabla 5. Corrección del factor de Cunningham

Diámetro de partículas (μm)	C_f a diferentes temperaturas		
	21.1 °C	100°C	260 °C
0.1	2.88	3.16	5.14
0.25	1.682	1.952	2.528
0.5	1.325	1.446	1.711
1.0	1.160	1.217	1.338
2.5	1.064	1.087	1.133
5.0	1.032	1.043	1.067
10.0	1.016	1.022	1.033

Fuente: Elaboración propia.

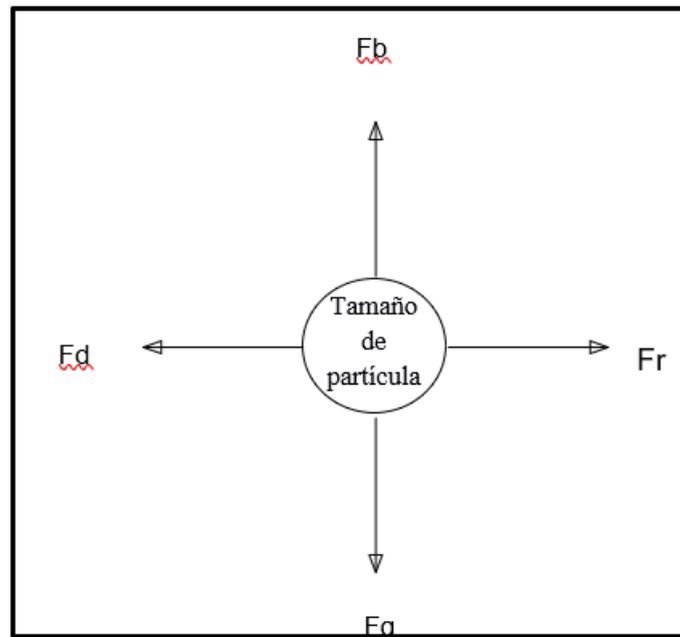
Fuerza de sustentación o Bouyantes

Es el peso del fluido desplazado, en fuerza de sustentación en diferentes fluidos.



Balance de fuerzas en una partícula

La segunda ley de Newton se puede aplicar porque las partículas que se mueven en un líquido (aire) están sujetas a fuerzas. En esta ley, la aceleración de la masa de una partícula debido a una fuerza externa es proporcional a la fuerza y su dirección.



Segunda Ley de Newton

$$\sum F = m \times \frac{dv}{dt}$$

Mecanismo de colección de partículas

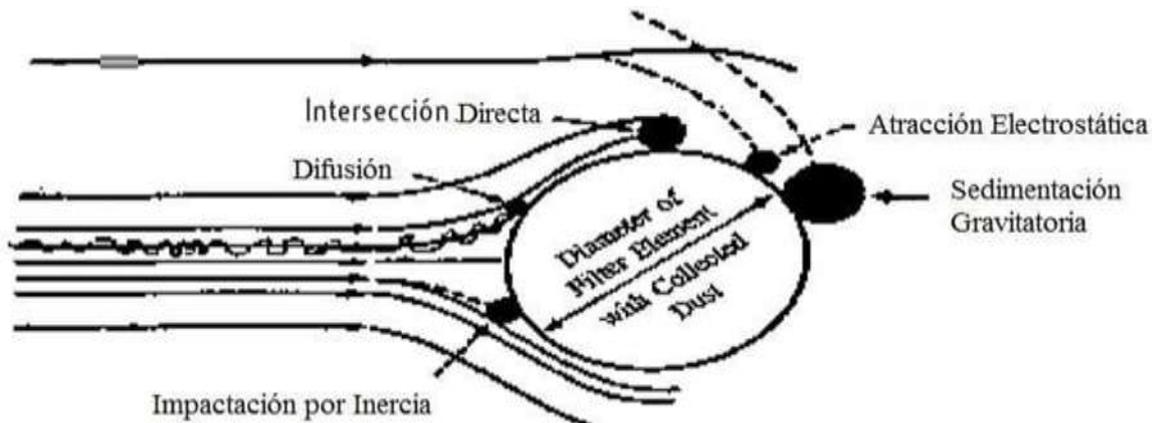
Los principales mecanismos de recolección de partículas de los filtros de tela son la fuerza de inercia, la difusión del movimiento browniano y el ruido. Durante el proceso de filtración de la tela, un vacío forzado extrae aire polvoriento de la tela. La masa forma parte del proceso de filtración, pero sobre todo favorece la acumulación de polvo.

La capa de polvo, es un filtro muy eficaz para partículas submicrónicas.

La captura de partículas durante la filtración de tejidos se debe principalmente a una combinación de colisiones inerciales, difusión e inserción directa. La recolección también

puede ser causada por la deposición por gravedad y la atracción electrostática, pero generalmente es poco frecuente.

Figura 25 Atracción electrostática.



Fuente: [24]

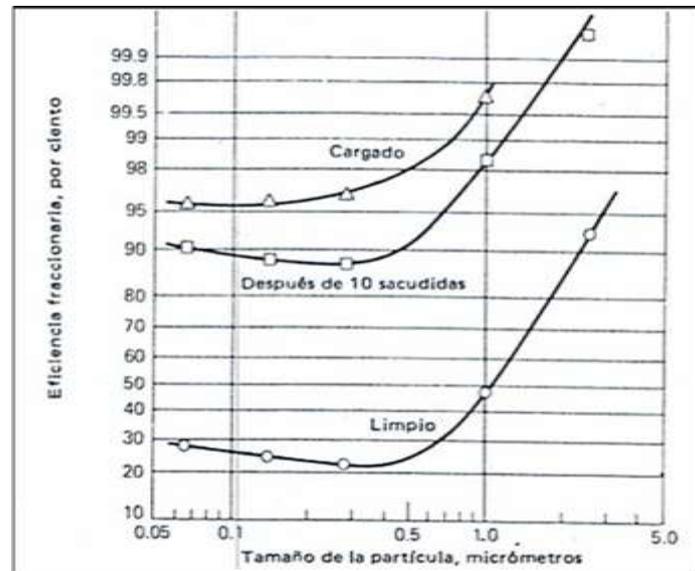
La acumulación de difusión es causada tanto por el movimiento de los fluidos como por el movimiento browniano (aleatorio) de las partículas. El efecto de dispersión-recolección es más pronunciado para partículas de menos de 1 micra (μm) de diámetro. El camino que sigue esta partícula puede ser el resultado de la inercia, la difusión o el movimiento del fluido.

Debido a la naturaleza física de cada mecanismo de recolección, el tamaño de partícula determina si un mecanismo de recolección tiene prioridad sobre otro. En general, cuanto mayor es el tamaño de partícula, mayor es la ventaja del mecanismo de recolección y difusión, asumiendo que los otros parámetros permanecen constantes. Cuanto más grandes sean las partículas, más fuerte será el mecanismo de colisión.

La combinación de estos dos efectos principales de recolección da como resultado un efecto de reducción en un tamaño de partícula particular. En las primeras etapas de la filtración, donde el tejido normalmente está expuesto, se produce cierta infiltración. Entre otras cosas, elimina una capa de suciedad que se acumula durante el funcionamiento del filtro de

tela. Los filtros de polvo son filtros muy efectivos para partículas submicrónicas. El tipo de tejido depende más de la finura del tejido.

Figura 26. Curvas de eficiencia de mangas



Fuente: [24]

Tipos de Medios Filtrantes

Los filtros de alta eficiencia también se conocen como filtros de tela porque la filtración se realiza principalmente con un medio filtrante llamado "tela filtrante". Los filtros y telas se utilizan en la fabricación de filtros de mangas, dependiendo de del método de limpieza utilizado para eliminar el polvo atrapado en la bolsa.

TELAS	DESCRIPCIÓN
POLYESTER	Material versátil que más se usa en la industria de la filtración de polvo, es muy fuerte y resistente a la abrasión, débil en presencia de humedad pues tiende a hidrolizarse, la humedad debilita las fibras las regresa a la base que las constituye las machaca y el material pierde su fuerza. Puede ser usado en condiciones húmedas con acabados en oleopbobic o membranas de recubrimiento.
POLYPROPYLENO (PP)	Es una fibra que se utiliza especialmente para trabajo en bajas temperaturas - 90°C. Su excelente resistencia química hace del PP un material perfecto para la industria Química y farmacéutica El PP no se hidroliza, pero es susceptible a agentes oxidantes El PP tiende a formar estática, para disiparla se recomienda alambre de conductividad, o combinación de scrim y alambre de conductividad. PP es usado en las Industrias de Comida, Aceite, Químicos, Detergentes, líquidos y en la industria de Galvanoplastía.
ARAMID (NOMEX)	La forma de las fibras de este material no es circular, esta forma no circular ayuda a que expanda su superficie de fibras por metro cuadrado de felt. Incrementando su capacidad de atrapar el polvo, reduciendo las emisiones. Aramid trabaja en filtración seca a mayores temperaturas que otras fibras - 220 °C. En operaciones donde hay humedad por vapor condensado el agua quiebra la composición química de las fibras que lo componen, reduce su fuerza y convierte sus fibras en polvo. En problemas asociados con la electricidad estática, es común el uso de fibras de acero inoxidable debido a las temperaturas y condiciones químicas que pueden estar presentes en el proceso.
ACRYLIC FELT	No es un material muy fuerte es por eso debe de llevar maya soporte. No se hidroliza, esta es su mejor característica, Pero en algunas aplicaciones donde existe la tendencia de humedad con aceite, se puede impregnar de algunos líquidos repelentes al agua y al aceite para evitar que el polvo se adhiera a la bolsa. El Acrylic tiene tendencia en algunas operaciones en desarrollar estática. No excede la temperatura de trabajo seco o húmedo - 125 °C. Acrylic es usado en generación de electricidad, cemento, yeso, Incineradores, Fundiciones y asfalto.

Selección de tela: Consideraremos la tela Polipropileno

	POLIPROPI LENO	POLIES TER	ACRILI CO	FIBRA DE VIDRIO	NOMEX	RYTON	P84	TEFLO N
Max. Temp. de oper.	75 °C	135 °C	140 °C	260 °C	190 °C	190 °C	60 °C	60 °C
Abrasión	Excelente	Excelente	Buena	Media	Excelent	Buena	Medi a	Buena
Absorción de energía	Buena	Excelente	Buena	Media	Buena	Buena	uena	Buena
Propo. De Filtración	Buena	Excelente	Buena	Media	Excelent e	Muy Buena	Excel ent	Media
Hidrolisis de calor húmedo	Excelente	Pobre	Excele nte	Excele nte	Buena	Excelen te	uena	Excele nte
Alc alinos	Excel ente	Media	Media	Media	Buena	Excelen te	edia	Excele nte

Acid os min erales	Excel ente	M edia	B uena	P obre	M edia	E xcelente	uena	xcelent e
Oxi geno (15%)	Excel ente	E xcelente	E xcelent e	E xcelent e	E xcelente	P obre	xcele nt	xcelent e
Cos to Relativo	X	X	X	X	X	X	X	X
			X	XX	XXX	XXXXX	XXXX X	XXXXX X

Fuente: [24]

Cálculo del \emptyset de las partículas, según tabla N°1

$$\emptyset = 1\mu m$$

Cálculo del peso de las partículas

$$\omega = 4\pi r^3 \times \delta$$

$$\omega = 4\pi(0.0005)^3 \times 2\,650 \frac{kg}{m^3}$$

$$\omega = 4.162620^{-6}$$

Ahora que sabemos cuánto pesa cada partícula, debemos saber con qué velocidad de aire produce una fuerza de succión en la partícula mayor a su propio peso.

Para partículas esféricas

$$\left. \begin{array}{l} C\delta = 0,1 \rightarrow \text{esfera lisa} \\ C\delta = 0,4 \rightarrow \text{esfera rugosa} \end{array} \right\} Re = 10^6$$

Número Reynolds

Para "Re" alto usar $C\delta = 0,4$

Caudal requerido:

$$Q = \frac{v}{t} = \frac{m^3}{s}$$
$$Q = \frac{1.33}{1.33} = \frac{1.02m^3}{s}$$

Donde:

Q: Caudal

v: volumen

t: tiempo

Tenemos que la polución generada de 30tn/h durante 10 horas de trabajo genera 1.330tn, según tabla

Calculamos el \emptyset ducto:

$$\emptyset = A \cdot v$$

Donde:

\emptyset : diámetro

A: área

v: velocidad

Consideramos, los valores de velocidad de transporte en ductos están tabulados en función de la naturaleza del contaminante, se utilizan frecuentemente las recomendaciones dadas por la ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Higienist),

Tabla 6. American Conference of Governmental Industrial Higienist

NATURALEZA DEL CONTAMINANTE	EJEMPLOS	VELOCIDAD EN CONDUCTO (M/S)
Vapores, gases, humos y polvos muy livianos.	Todos los vapores, gases, humos y polvo fino de algodón.	7 – 13
Polvos secos de densidad mediana.	Polvo de madera y de caucho, hilachas de yute.	13 – 18
Polvos industriales corrientes	Chorro de arena, esmerilado, polvo de cuero y virutas de madera.	18 – 20
Polvos pesados	Polvo de plomo y fundición pesada, virutas de metal.	20 – 23

Fuente: [24]

$$A = \frac{\emptyset}{v}$$

$$\frac{1.02 \frac{m}{s}}{18 \frac{m}{s}} = \frac{\pi(\emptyset^2)}{4}$$

$$\frac{1.02}{18} = 0.785(\emptyset^2)$$

$$\emptyset = \sqrt{0.072186}$$

$$\emptyset = \sqrt{0.26m}$$

$$\emptyset = 268mm$$

Esta relación debe ser suficiente para evitar la sedimentación o acumulación de sustancias como partículas de polvo.

Por lo tanto, se deben hacer concesiones para lograr una velocidad óptima mientras se protege la instalación.

Tabla 7 Análisis granulométrico de material particulado

Análisis Granulométricos del material particulado				
Abertura Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
23 mm	0	0.00%	0.00%	100.00%
19 mm	0	0.00%	0.00%	100.00%
13 mm	0	0.00%	0.00%	100.00%
5 mm	0	0.00%	0.00%	100.00%
3 mm	0	0.00%	0.00%	100.00%
2.5 mm	4	0.80%	0.80%	99.20%
2 mm	5	1.00%	1.80%	98.20%
1 mm	79	15.80%	17.60%	82.40%
0.75 mm	56	11.20%	28.80%	71.20%
0.5 mm	30	6.00%	34.80%	65.20%
0.3 mm	29	5.80%	40.60%	59.40%
0.25 mm	19	3.80%	44.40%	55.60%
0.1 mm	136	27.20%	71.60%	28.40%
<1 μm	142	28.40%	100.00%	0.00%
TOTAL	500	100.00%	--	--

Fuente: Elaboración propia.

Cantidad de aire requerido

El filtro de mangas tendrá la capacidad para desempolvar las máquinas de la molienda.

MÁQUINAS	CANTIDAD	m ³ /h
Molino Ereza	1	22.5
Desmenuzador	1	22.5
Desintegrador	1	22.5
TOTAL		67.5

Velocidad Ascendente

La velocidad de ascenso es la velocidad teórica calculada del aire sucio entre los filtros en la parte inferior del manguito.

$$V_a \left\{ \frac{m}{s} \right\} = \frac{Q \left\{ \frac{m^3}{s} \right\}}{A \{m^2\}}; A_i = a\{m\} \cdot b\{m\} - C_m \left\{ \frac{\pi D_m^2 \{m^2\}}{4} \right\}$$

Donde:

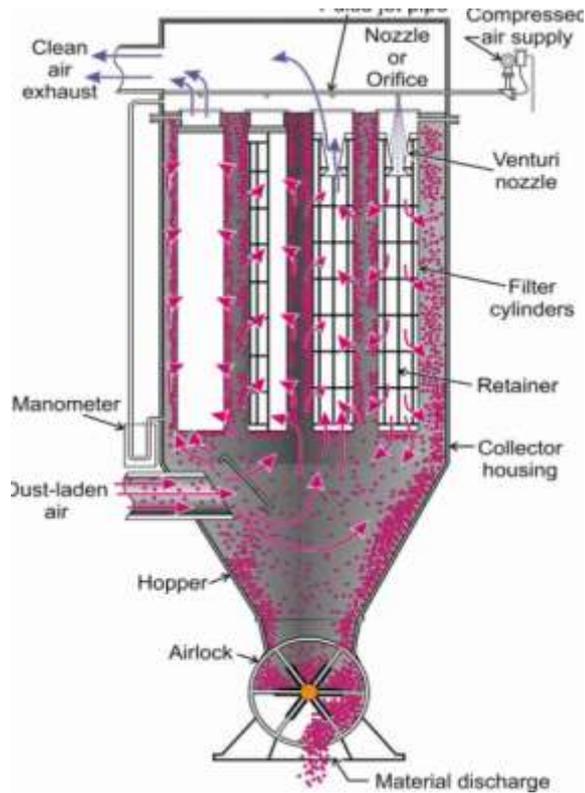
Ai: Área libre (m²).

a: ancho de la cámara de limpieza (m)

b: largo de la cámara de limpieza (m)

Cm: número de mangas del filtro

Dm: diámetro de las mangas (m)

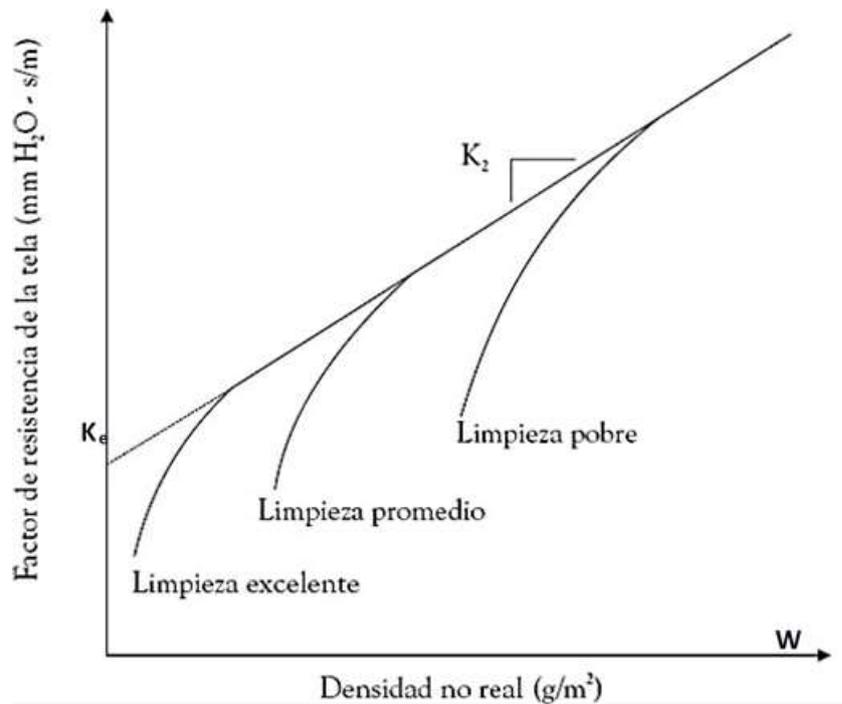


Caída de presión

Una vez que se activa el filtro, la caída de presión en la estructura puede considerarse insignificante. El filtro debe limpiarse con regularidad para reducir la caída de presión total a un valor razonable.

$$\Delta P = \Delta P_f + \Delta P_p + \Delta P_S$$

La siguiente figura muestra las curvas de rendimiento de un filtro de mangas típico para diferentes niveles de limpieza.



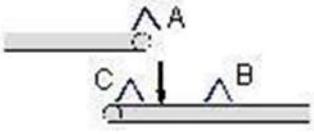
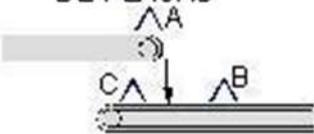
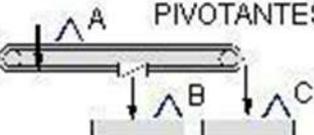
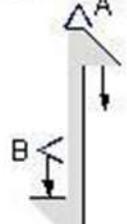
Valor requerido

$$67.5 \frac{m^3}{h}$$

$$\varnothing_{requerido} = \frac{67.51 m^3}{min}$$

Al inicio del proceso, el flujo a través del tejido no es uniforme, por lo que el inicio de la curva no es lineal y se forman tortas de masa en esta parte.

A continuación, se muestra cantidad de aire requerido en función del equipo a desempolvar:

Equipo	Tam. (mm)	m³/h	Valores/consideraciones				
			A	B	C		
BANDAS TRANSPORTADORAS 	650	4250	1500	1750	1000	m³/h	
	850	5250	2000	2250	1000		
	1000	6500	2500	2750	1250		
	1200	7750	3000	3250	1500		
	1400	8750	3500	3750	1500		
	1600	10'000	4000	4250	1750		
ALIMENTADORES DE PLACAS 	800	6500	3500	2000	1000	m³/h	
	1000	7500	4000	2500	1000		
	1200	8750	4500	3000	1250		
	1400	9750	5000	3500	1500		
	1600	10'000	5500	4000	1500		
ALIMENTADORES PIVOTANTES 	800		2500	9000	9000	m³/h	
	1000		3000	10'000	10'000		
	1200		3500	11'000	11'000		
	1400		4000	12'000	12'000		
ELEVADORES 	400		CADENA m³/h		BANDA m³/h		m³/h
	500		A	B	A	B	
	630		1250	1000	2000	1000	
	800		1500	1000	2250	1000	
	1000		2000	1250	2500	1250	
	1250		2500	1250	3000	1250	
	1600		3000	1500	3500	1500	
			3500	1500	4500	1500	
		4000	1500	6000	1500		
RASCADORES Y TORNILLOS SIN FIN	200	500	POR CADA 10 METROS				
	250	500					
	315	500					
	400	750					
	500	750					
	630	1000					
	800	1000					
	1000	1250					
DESLIZADORES			120% DEL SOPLADOR				
MALLA CLASIFICADORA		50	POR TON/H ABIERTO				
ZARANDA VIBRATORIA		450	POR M2 CERRADO				
MALLA GIRATORIA		600	POR M2 CERRADO				

Fuente: [24]

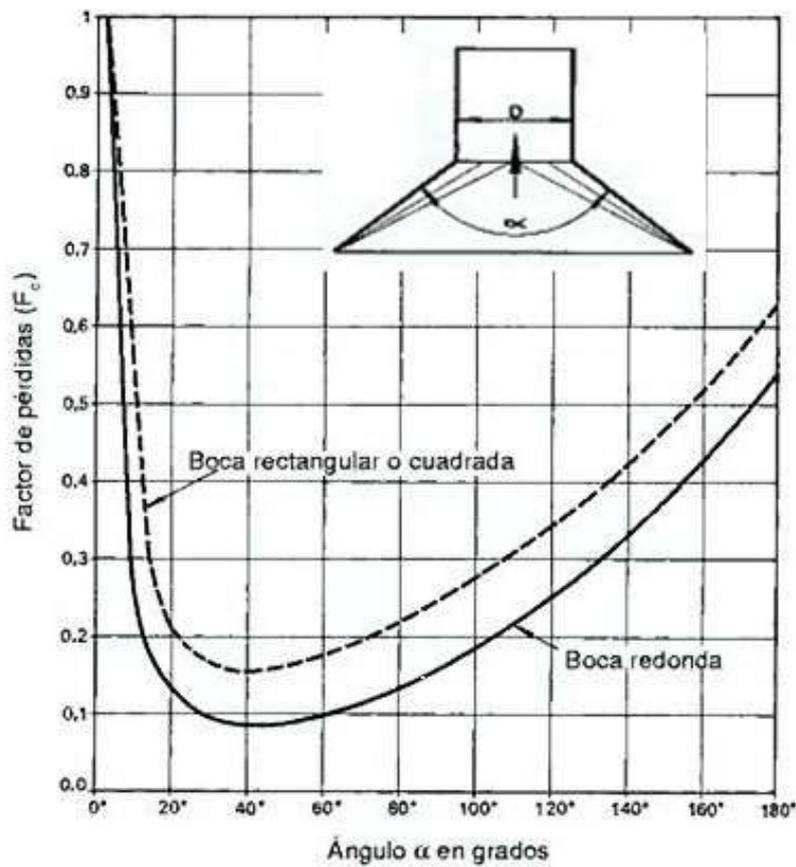
Polvo	Agitador/Tela Tejada Aire a la Inversa/Tela Tejada	Chorro a Pulso/Tela de Felpa Aire a la Inversa/Tela de Felpa
Oxido de Aluminio (Alúmina)	2.5	8
Asbesto	3.0	10
Bauxita	2.5	8
Carbón Negro	1.5	5
Carbón	2.5	8
Cacao, Chocolate	2.8	12
Arcilla	2.5	9
Cemento	2.0	8
Cosméticos	1.5	10
Residuo de Esmalte	2.5	9
Alimento de Ganado, Granos	3.5	14
Feldspar	2.2	9
Fertilizante	3.0	8
Harina	3.0	12
Ceniza Flotante	2.5	5
Grafito	2.0	5
Yeso	2.0	10
Mineral de Hierro	3.0	11
Oxido Férrico	2.5	7
Sulfato Férrico	2.0	6
Oxido de Plomo	2.0	6
Polvo de Pel	3.5	12
Cal	2.5	10
Piedra Caliza	2.7	8
Mica	2.7	9
Pigmentos de Pintura	2.5	7
Papel	3.5	10
Plásticos	2.5	7
Quarzo	2.8	9
Polvo de Piedra	3.0	9
Arena	2.5	10
Asestín (Madera)	3.5	12
Sílice	2.5	7
Loza	3.5	12
Detergentes, Jabón	2.0	5
Especies	2.7	10
Almidón	3.0	8
Amiarc	2.0	13
Talco	2.5	5
Tabaco	3.5	
Oxido de Zinc	2.0	

Fuente: [24]

Campana

En la siguiente tabla, se muestran los rangos de velocidades de captura para los diferentes procesos, dependiendo de la forma como se dispersa el contaminante.

CONDICIONES DE DISPERSION DEL CONTAMINANTE	EJEMPLOS	VELOCIDAD DE CAPTURA
Liberación con velocidad prácticamente nula en aire en reposo.	Evaporación, desengrase.	0,25 - 0,50
Liberación a baja velocidad en aire en movimiento moderado.	Soldadura, baños electrolíticos, decapado.	0,50 - 1,00
Generación activa en una zona de rápido movimiento.	Aplicación aerografía de pinturas, llenado de recipientes.	1,00 - 2,50
Liberación con alta velocidad inicial en una zona de movimiento rápido del aire.	Pulido, desbarbado, operaciones de abrasión.	2,50 - 10,0



Pérdida de carga en ductos:

Antes de comenzar a calcular la caída de presión en la tubería, es necesario determinar claramente el tamaño y la longitud de cada segmento y el número de accesorios como codos, reductores, etc. Se adjunta plano de instalación.

Dimensionamiento de los ductos

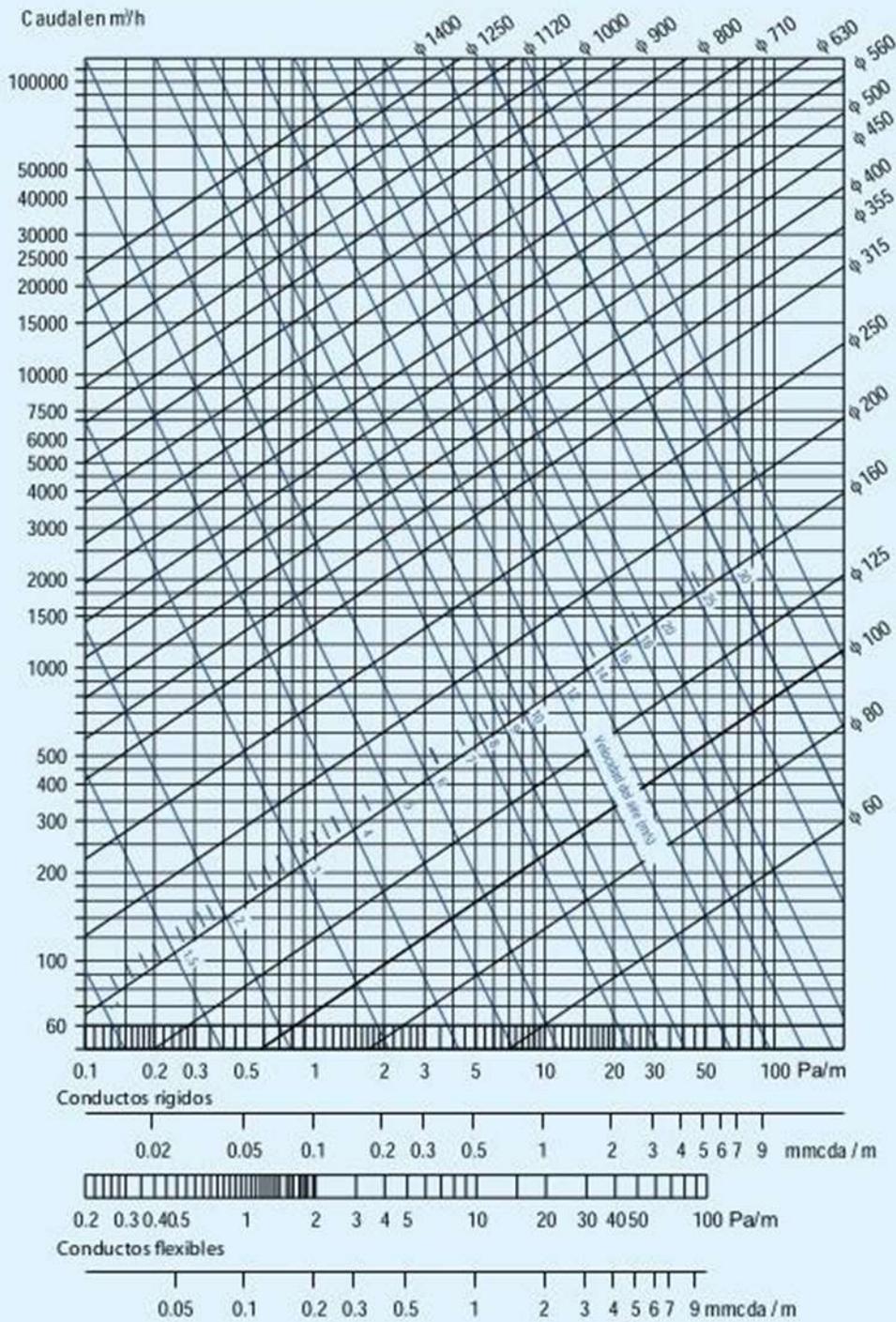
Las dimensiones del ducto recto para cada segmento, teniendo en cuenta una velocidad constante de 20 m / s.

$$V_a \left\{ \frac{m}{s} \right\} = \frac{Q \left\{ \frac{m^3}{s} \right\}}{A_s \{m^2\}} \rightarrow A_s \{m^2\} = \frac{Q \left\{ \frac{m^3}{s} \right\}}{V_a \left\{ \frac{m}{s} \right\}}$$

Presión estática

Codos, desagües, dilataciones, contracciones, entradas de ventilación, fricción de chimenea, fricción del sistema u otras pérdidas debidas a perturbaciones.

**CONDUCTOS CIRCULARES RECTILÍNEOS
PÉRDIDA DE CARGA POR ROZAMIENTO DEL AIRE**



Hallamos factor de Aplicación

Recolección de producto: 0.9

FACTOR DE LA APLICACIÓN

Ventilación de emisiones molestas (insidiosas). Alivio de los puntos de transferencias, transportadores, estaciones de embalaje, etc.	1.0
Recolección de producto. Transporte-ventilación del aire, molinos, secadoras relámpago, clasificadores, etc.	0.9
Filtración del gas de proceso. Secadoras por aspersión, hornos, reactores, etc.	0.8

$$Vf = 1.524 \times 0.9 = 1.316 \frac{m}{min} = 1.4 \frac{m}{min}$$

Área Neta:

$$A_n = \frac{\phi req}{v}$$

$$A_n = \frac{67.5}{1.4}$$

$$A_n = 48.21m^2$$

Área neta de filtración obtenida entre el Q y la velocidad de filtración

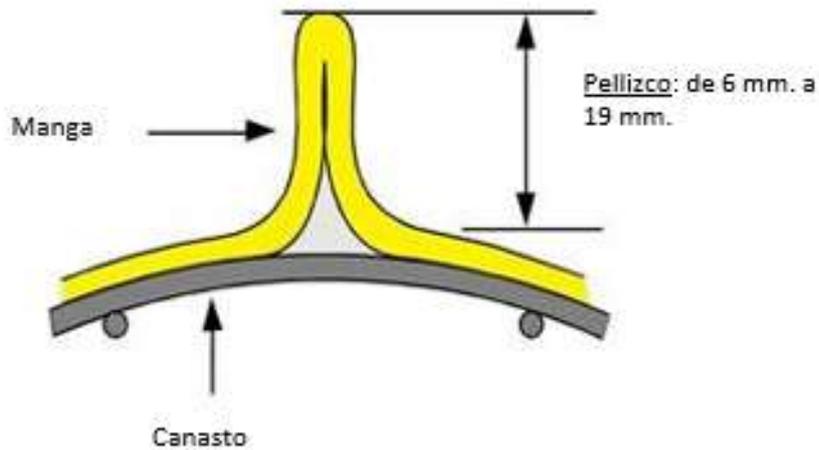
Dimensionamiento de las mangas:

El diámetro de las mangas se encuentra entre los 120mm y 160mm.

Para este proyecto se selecciona una manga de Ø130 y long 2500mm

$$\frac{2500}{130} = 19.2 < 25$$

Este pellizco es necesario para facilitar el movimiento del manguito durante la limpieza.



El área de la manga será igual:

$$A_{manga} = A_{círculo} + A_{cilindro}$$

- $A_{círculo} = \frac{\pi \times d^2}{4} = 0.785(0.13^2) = 0.0132m^2$
- $A_{cilindro} = (\pi \times d) \times 2.5m = 3.1416 \times 0.13 \times 2.5 = 1.02m^2$
- $A_{manga} = 0.0132 + 1.02 = 1.0332m^2$

Número de mangas

$$N_m = \frac{A_n}{A_m}$$

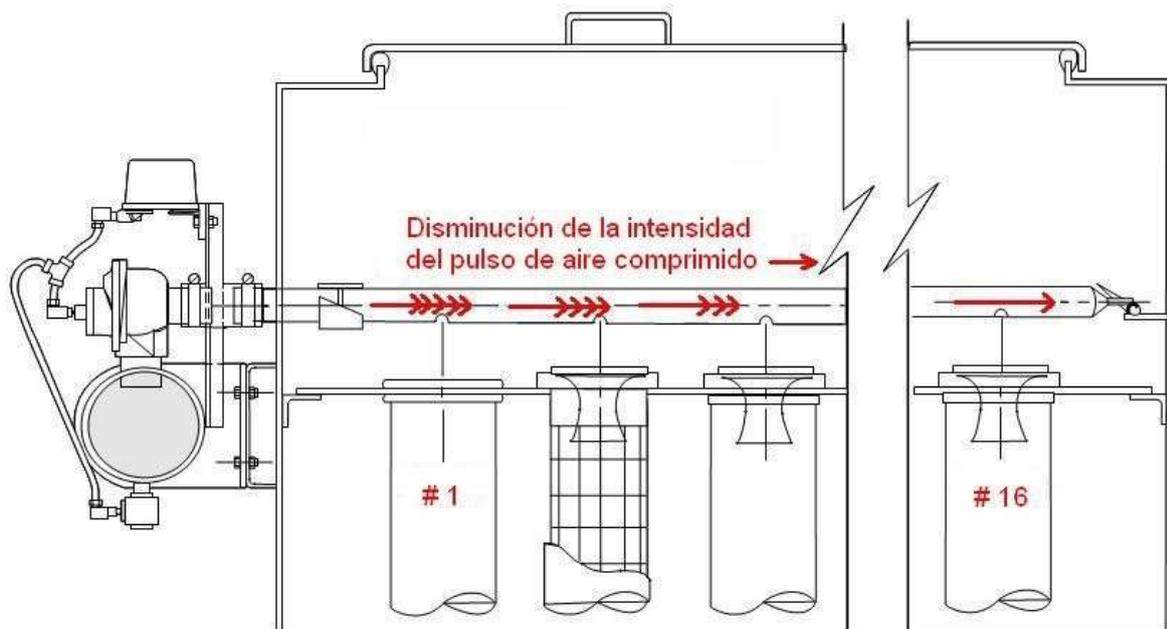
Donde:

N_m : número de manga

A_n : área neta

A_m : área manga

$$N_m = \frac{48.21}{1.03} = 46.8$$



Dimensiones estándar de la estructura del colector para mangas de 2400mm (95in)

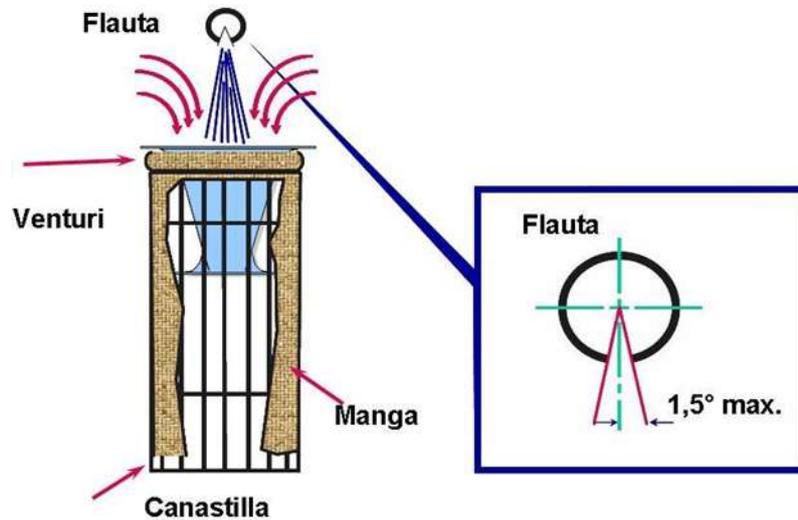
Según nuestro número hallado es 46, buscamos en tabla para esta cantidad de mangas y nos aproximamos al mayor número de mangas cercano que será de 49 mangas.

Modelo	Cant. de mangas	Superficie Filtrante (m ²)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	Rango de caudal de aire (°) (m ³ /min)
CPM-9/12	9	4	660	660	3300	4 a 12
CPM-16/24	16	14	840	840	4650	14 a 42
CPM-25/24	25	22	1020	1020	4800	22 a 66
CPM-36/24	36	32	1200	1200	4950	32 a 96
CPM-49/24	49	43	1380	1380	5100	43 a 129
CPM-64/24	64	56	1560	1560	5250	56 a 168
CPM-81/24	81	72	1740	1740	5400	72 a 216
CPM-90/24	90	79	1920	1920	5600	79 a 237
CPM-100/24	100	88	1920	1920	5600	88 a 264
CPM-120/24	120	106	2280	1920	5900	106 a 318
CPM-144/24	144	127	2280	2280	5900	127 a 381

Venturis

Es la base para el diseño de bolsas o cartuchos filtrantes de descontaminación con el sistema de limpieza automática.

Dependiendo de la forma y el tamaño, el pulso de aire se puede amplificar en gran medida para aumentar la eficiencia de limpieza, reducir el consumo de aire comprimido y ampliar aún más su utilidad. Vida útil del elemento filtrante.



Fuente: [24]

Selección del ventilador

El ventilador utilizado en este caso es un ventilador centrífugo inclinado hacia atrás. Consideramos que para hallar nuestra potencia requerida.

$$Q = 129 \frac{m^3}{min}$$

$$Q = 129 \frac{m^3}{min} \times \frac{1 min}{60s} = 2.15 \frac{m^3}{5}$$

$$Pot = Q \times g \times h$$

$$Pot = 2.15 \times 9.8 \times h$$

h: estática, consideramos 406 mmcda, a una velocidad de 2200rpm.

$$Pot = 2.15 \times 9.8 \times 406$$

$$Pot = 855.42 W = 8.55kg$$

$$Pot = 11.46Hp \cong 15hp$$

Potencia de diseño

Máquina Moviada	Máquina Motriz					
	Motor eléctrico sincrónico. Motor de combustión interna multicilindro. Turbinas.			Motor eléctrico de alto par. Motor de combustión interna monocilindro.		
	8 h/día	16 h/día	24 h/día	8 h/día	16 h/día	24 h/día
Carga ligera Agitadores de líquidos. Bombas y compresores centrífugos. Transportadores de banda. Ventiladores. Máquinas herramientas de corte continuo.	1.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
Carga normal Bombas y compresores de 3 y más cilindros. Transportadores de cadena. Fresadoras.	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4
Carga pesada Bombas y compresores de uno y dos cilindros. Elevadores de canchales. Cepilladoras y mortajadoras.	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6
Carga muy pesada Mecanismos de elevación de grúas. Prensas. Cizallas.	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.8

$$\phi = 129 \frac{m^3}{min}$$

$$N_d = N x f s (km)$$

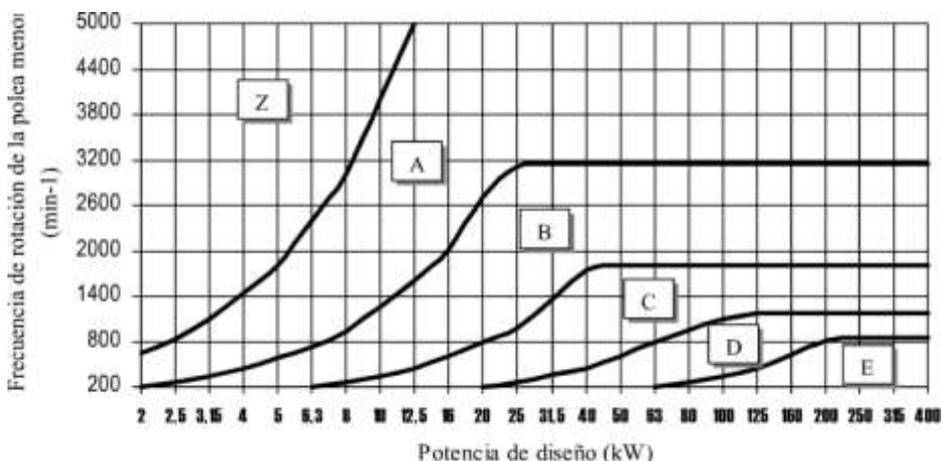
Según tabla anterior:

2.... 24 h/día

$$f s = 1.2 x 11.53 km = 13.84 km$$

Selección del tamaño del perfil

Motor de fábrica rpm= 1800rpm



Fuente: [24]

Calcular:

$$\frac{n1}{n2} = \frac{\phi^2}{\phi} = \frac{1800}{2200} = 200$$

$$x = \frac{2200 \times 200}{1800}$$

$$x = 244.44 \text{ mm}$$

Costos de Fabricación de un Sistema de Extracción para una Molienda de 30tn

A continuación, se muestra en la tabla, los materiales necesarios para la construcción de la máquina y el presupuesto total.

TEM		DESCRIPCIÓN	ANT	C OSTO UNIT.	COS TO TOTAL
	MATERIA PRIMA	Plancha de 1/4 x 3000x 1500		S/220.00	S/1 320.00
		Plancha de 1/8 x 1200x2400	0	S/340.00	S/3 400.00
		Viga "H" de 6" x 20lbs.		S/800.00	S/3 200.00
		Eje vcn diámetro 3"x 100mm		S/500.00	S/500.00
		Mangas filtrante poliéster de 130 x 2530	9	S/40.00	S/1 960.00
		Canastilla p/ manga filtrante acero galvanizado con recubrimiento de silicona	9	S/250.00	S/12 250.00
		Venturi de aluminio	9	S/100.00	S/4 900.00
TOTAL MATERIA PRIMA					S/27,530.00
TEM		DESCRIPCIÓN	ANT	COSTO UNIT.	COSTO TOTAL
	COMPONENTES	Compresor de aire 5hp, 80 galones		S/5,055.00	S/5,055.00
		Tablero Eléctrico (Con componentes)			S/ -
		Motor WEG mod. IE3 1hp		S/877.50	S/877.50
		Rodamientos P207		S/58.00	S/116.00
		Mini cilindro doble efecto 25x100		S/209.69	S/419.38
		Faja tipo "A" x 73"		S/19.00	S/19.00
		Polea aluminio 12" x A		S/97.50	S/97.50
		Polea aluminio 4" x A		S/22.50	S/22.50
TOTAL COMPONENTES					S/6,606.88
PRESUPUESTO TOTAL					S/34,136.88

3.2. Discusión

En el trabajo de investigación con respecto al objetivo general que es diseño de un sistema de extracción para una molienda de 30tn para disminuir la polución del proceso en las fábricas de ladrillos, con respecto a los resultados obtenidos, las empresas ladrilleras han incrementado tanto su producción como su aparición, tanto así que la contaminación ambiental en sus moliendas ha incrementado, una más que otras. Algunas fábricas ladrilleras conocidas su producción es de 30 tn/hora promedio, con una granulometría de 0.1mm de tamiz, al tener este análisis granulométrico su polución se propaga más, donde algunas ladrilleras han querido detener esta contaminación tapando el contorno de la molienda, donde ha bajado un 15% de contaminación, otras trabajan con ciclones y obtienen un 60 % de su eficiencia.

Asimismo, se describe las siguientes citas que se menciona a utilizar en la investigación. Con respecto a la materia particulada, se menciona a (Valladolid, 2015), que tiene lugar en la atmósfera que suele clasificarse en partes que tienen que ver con el tamaño de las partículas que la conforman. La clasificación más habitual son tres grupos: material con tamaño de partícula que supera las 10 micras, la de tamaño inferior o igual a 10 micras y las inferiores a 2.5 micrones, también conocido como PM2.5. Éste último suele ser de suma importancia, ya que tienen en lo asociado a la contaminación urbana, y afectan a los pulmones y los riesgos que poseen resultan ser significativos en la salud. Aquellas partículas cuyo tamaño se encuentra entre 2,5 y 10 micras no son inhaladas o llegan hasta vías profundas, además logran ser expulsadas de forma relativa y eficaz por medio de la tos o mucosidad, sin llegarse a penetrar en el árbol respiratorio.

Se menciona (Croce, 1997), en cuanto a la contaminación ambiental interrumpe este proceso y se asocia con un aumento de conjuntivitis nasal, asma y bronquitis, por lo tanto, muestran un incremento sostenido de efectos negativos sobre la salud, entre otras enfermedades respiratorias, las que se han incrementado en las últimas décadas. Además, se menciona (Geotecnia, 2020), con relación a la granulometría por tamizado reside en

confeccionar la curva granulométrica de una muestra, ya que representa a la distribución de tamaño de partícula.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Se concluye, que un sistema extractor, donde durante su producción generan la contaminación en dos áreas muy importantes que son el área de molienda y el cocido del ladrillo que es en el horno.

Para ello entre todas estas ladrilleras algunas trabajan en minimizar la contaminación, algunos en la inversión de su combustible y otras en fabricación de sistema de extracción de polvo y ceniza generada por este proceso productivo.

Además, entre los principales factores ambientales que tienen un impacto significativo en la producción de ladrillos son el suelo, el aire y los procesos.

Algunas fábricas ladrilleras conocidas su producción es de 30 tn/hora promedio, con una granulometría de 0.1mm de tamiz, al tener este análisis granulométrico su polución se propaga más, donde algunas ladrilleras han querido detener esta contaminación tapando el contorno de la molienda, donde ha bajado un 15% de contaminación, otras trabajan con ciclones y obtienen un 60 % de su eficiencia. Finalmente,

4.2. Recomendaciones

Se recomienda que la presente investigación resulte necesaria y profundicen la investigación en el tema asociado con el impacto en el ambiente que trae consigo la actividad de las ladrilleras artesanales.

A su vez urge la necesidad de proponer no sólo modelos sino también esquemas de maquinarias que sean amigables con el ambiente y que permitan contribuir en mejorar el rendimiento de este tipo de actividades, y no generar los impactos ambientales que hasta la actualidad se siguen presentando.

REFERENCIAS.

- [1] Benites, «Alto nivel de Producción en el aire. GEO, 10. -», 2019.
- [2] B. Solids Storage y H. Zaman Bhuiyan, «Design analysis of Dust collection system». enero de 2020.
- [3] S. Jain, «Development of Unfired Bricks using Industrial Waste», 2016. doi: 10.13140/RG.2.2.23905.51047.
- [4] S. Kumar, «Investigation of fly ash polymer composite», MTech, 2014. Accedido: 13 de julio de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://ethesis.nitrkl.ac.in/6405/>
- [5] R. A. Kana Livandro y G. R. Malaga Mayta, «Análisis de riesgo a la salud por exposición de cenizas de carbón de piedra en las ladrilleras artesanales en Yarabamba – Arequipa 2018», *Univ. Tecnológica Perú*, 2019, Accedido: 13 de julio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3033105>
- [6] T. Febres Herrera, «Alternativa de solución a la problemática ambiental producida por las ladrilleras artesanales en Arequipa». <https://1library.co/document/y4wj3j9q-alternativa-solucion-problematica-ambiental-producida-ladrilleras-artesanales-arequipa.html> (accedido 13 de julio de 2023).
- [7] J. A. Suty Vilca, «Influencia de la ventilación mecánica, en el diseño del sistema de ventilación del nivel 4955 Mina Urano SAC – Puno», 2016.
- [8] A. Campillos Prieto, «Optimización y modelización del circuito de ventilación de una mina subterránea», febrero de 2015. <https://oa.upm.es/36496/> (accedido 13 de julio de 2023).
- [9] L. Lanazca De La Cruz, «Implementación del sistema de ventilación para controlar la polución en túneles del área 220 de la planta de Cal – Cdc, Proyecto Pachachaca», *Univ. Nac. Cent. Perú*, 2015, Accedido: 13 de julio de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6242906>

[10] «2018 Images - Free Download on Freepik». <https://www.freepik.com/free-photos-vectors/2018> (accedido 14 de julio de 2023).

[11] P. N. Roldan, «Contaminación - Qué es, definición y concepto | 2023 | Economipedia». <https://economipedia.com/definiciones/contaminacion.html> (accedido 14 de julio de 2023).

[12] Ayuntamiento de Valladolid, «Material particulado PM10/PM2,5», *Ayuntamiento de Valladolid*. <https://www.valladolid.es/es/rccava/contaminantes/material-particulado-pm10-pm2-5> (accedido 14 de julio de 2023).

[13] M. Croce y E. Costa-Manso, «Polución Ambiental y Asma». https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/anales/v58_n2/asma.htm (accedido 14 de julio de 2023).

[14] geotecnia, «Granulometría de suelos por tamizado», *geotecniafacil.com*, 14 de noviembre de 2017. <https://geotecniafacil.com/granulometria-de-suelos-por-tamizado/> (accedido 14 de julio de 2023).

[15] Frankie, «Descriptorios geotécnicos (3): granulometría y parámetros derivados - Estudios Geotécnicos», 1 de enero de 2013. <https://estudiosgeotecnicos.info/index.php/descriptorios-geotecnicos-3-granulometria-y-parametros-derivados/> (accedido 14 de julio de 2023).

[16] H. M. L de Guevara, «Métodos: centrifugación». <https://www.rua.unam.mx/portal/recursos/ficha/79488/metodos-centrifugacion> (accedido 14 de julio de 2023).

[17] J. I. López Elejalde y S. A. Zuluaga Vanegas, «Análisis granulométrico por medio de fotografía digital en suelos granulares», 2014, Accedido: 14 de julio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repository.eia.edu.co/handle/11190/2032>

[18] Technipes, «Pagina non trovata – Technipes». <https://technipes.com/sp/m%C3%A1quinas/sacos-de-v%C3%A1lvula/ensacadoras/itc.html> (accedido 14 de julio de 2023).

[19] WEG, «Sistema de extracción de gases automatizado de WEG permite reducción de emisiones de CO₂», WEG. <https://www.weg.net/institutional/BO/es/news/productos-y-soluciones/sistema-de-extraccion-de-gases-automatizado-de-weg-permite-reduccion-de-emisiones-de-co2> (accedido 14 de julio de 2023).

[20] Y. Díaz y M. León, *Diseño de un filtro de mangas para el sistema de depuración de una acería eléctrica*. 2016. doi: 10.13140/RG.2.2.22582.14408.

[21] R. Filtertechnik, «Venturi Scrubbers for Dust Removal | Riedel Filtertechnik». <https://www.riedel-filtertechnik.com/en/competences-products/exhaust-air-cleaning/venturi-scrubber> (accedido 14 de julio de 2023).

[22] C. Ortega, «¿Qué es la investigación documental?», *QuestionPro*, 20 de febrero de 2019. <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-documental/> (accedido 14 de julio de 2023).

[23] L. R. Castellanos, «Técnica de Observación», *Metodología de la Investigación*, 2 de marzo de 2017. <https://lcmetodologiainvestigacion.wordpress.com/2017/03/02/tecnica-de-observacion/> (accedido 14 de julio de 2023).

[24] M. H. Galíndez, «Cálculo y diseño de filtro de mangas tipo Pulse Jet», dic. 2018, Accedido: 14 de julio de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://ria.utn.edu.ar/xmlui/handle/20.500.12272/3357>

ANEXOS

Anexo 1: Normas para fabricación de un ventilador de extracción de polvo

- NORMA EM.030: Instalación de ventilación.

- NORMA EM.090: Estructuras metálicas.

- NTP 341.026:1970 (revisada el 2017) barras de acero al carbono laminadas en caliente para tuercas. 1ª edición reemplaza a la NTP 341.026:1970 (revisada el 2012).

- NTP 341.027:1970 (revisada el 2017) barras de acero al carbono laminado en caliente para remaches de uso estructural estampados en caliente. 1ª edición reemplaza a la NTP 341.027:1970 (revisada el 2012).

- NTP 341.028:1970 (revisada el 2017) barras de acero al carbono laminadas en caliente para pernos o tornillos formados en caliente. 1ª edición reemplaza a la NTP 341.028:1970 (revisada el 2012)

- NTP 341.032:1970 (revisada el 2017) tochos, palanquillas, planchones y llantones de acero al carbono para laminar producto de uso estructural. 1ª edición reemplaza a la NTP 341.032:1970 (revisada el 2012)

- NTP 341.081:1975 (revisada el 2017) planchas delgadas de acero al carbono laminadas en frío. Espesores y tolerancias dimensionales y de forma. 1ª edición reemplaza a la NTP 341.081:1975 (revisada el 2012).

- NTP 341.082:1977 (revisada el 2017) planchas delgadas de acero al carbono para uso general. 1ª edición reemplaza a la NTP 341.082:1977 (revisada el 2012).

- NTP 341.072:1982 (revisada el 2017) SOLDADURA. Tipos de juntas, cordones y posiciones fundamentales para soldar. 1ª Edición Reemplaza a la NTP 341.072:1982.

Anexo 2 : TABLA N° 01:

GUIA DE OBSERVACIÓN PARA DETERMINAR LA CANTIDAD DE MATERIAL PARTICULADO, DESPRENDIDO POR EL PROCESO DE MOLIENDA DE UNA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE 30 TONELADAS POR HORA.

MAQUINA N° 01: MOLINO DESMENUZADOR

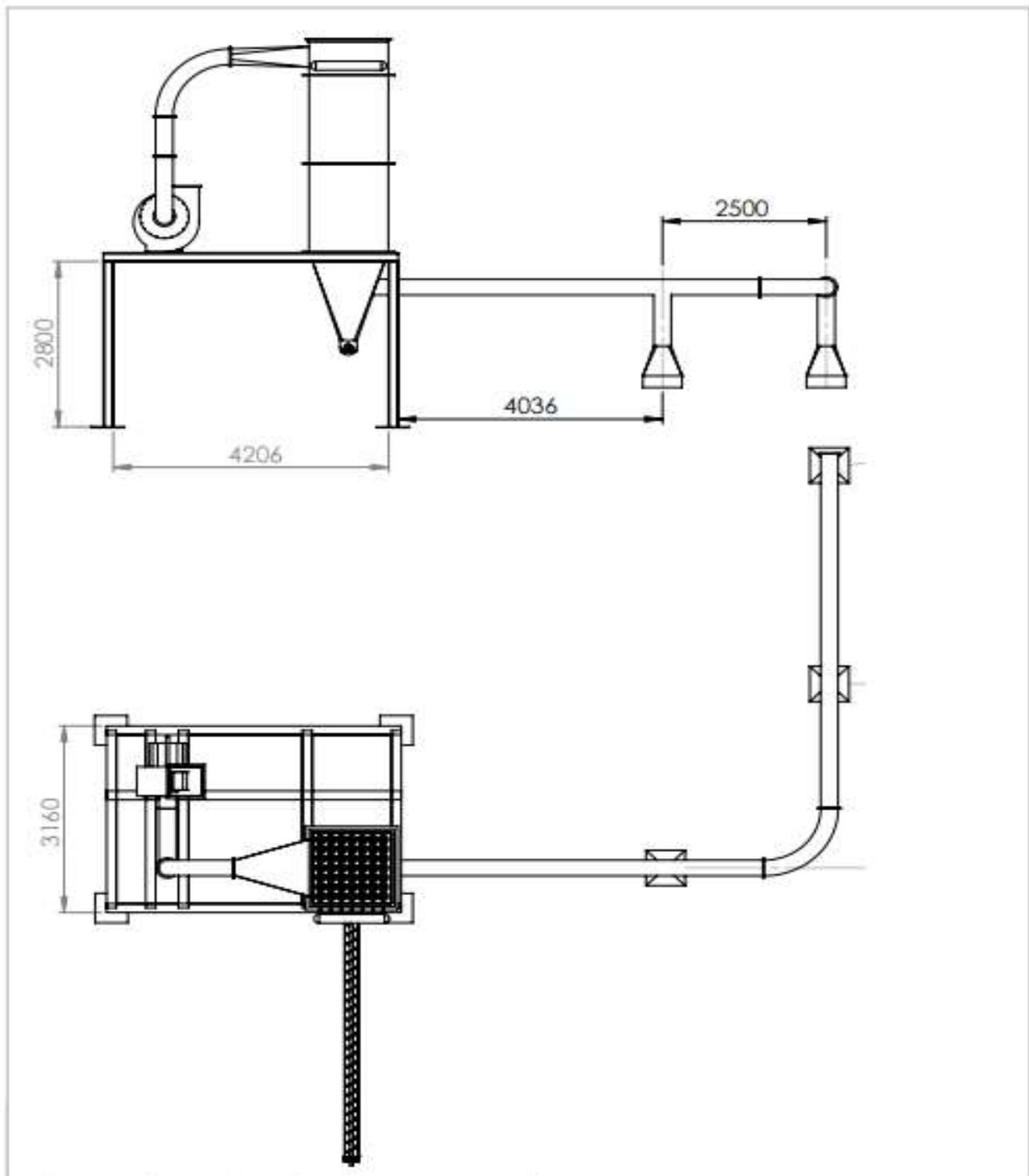
FECHA	MATERIA PRIMA INGRESANTE (a)	HORA INICIO	HORA FINAL	MATERIA PRIMA SALIENTE (b)
12/11/2020	30 Tn.	8:00am	9:00am.	29.997 Tn.
13/11/2020	29 Tn.	8:00am	9:00am.	28.988 Tn.
14/11/2020	29 Tn.	8:00am	9:00am.	28.998 Tn.
15/11/2020	30 Tn.	8:00am	9:00am.	29.996 Tn.
16/11/2020	25 Tn.	8:00am	9:00am.	24.988 Tn.
17/11/2020	29 Tn.	8:00am	9:00am.	28.989 Tn.
18/11/2020	27 Tn.	8:00am	9:00am.	26.998 Tn.
19/11/2020	30 Tn.	8:00am	9:00am.	29.998 Tn.
20/11/2020	28 Tn.	8:00am	9:00am.	27.989 Tn.
21/11/2020	29 Tn.	8:00am	9:00am.	28.988 Tn.

TOTAL DE MASA DE POLUCIÓN EN LA MAQUINA N° 01
MAQUINA N° 02: MOLINO DESINTEGRADOR

FECHA	MATERIA PRIMA INGRESANTE (a)	HORA INICIO	HORA FINAL	MATERIA PRIMA SALIENTE (b)
12/11/2020	29.997 Tn.	8:00am	9:00am.	29.993 Tn.
13/11/2020	28.988 Tn.	8:00am	9:00am.	28.986 Tn.
14/11/2020	28.998 Tn.	8:00am	9:00am.	28.995 Tn.
15/11/2020	29.996 Tn.	8:00am	9:00am.	29.994 Tn.
16/11/2020	24.988 Tn.	8:00am	9:00am.	24.985 Tn.

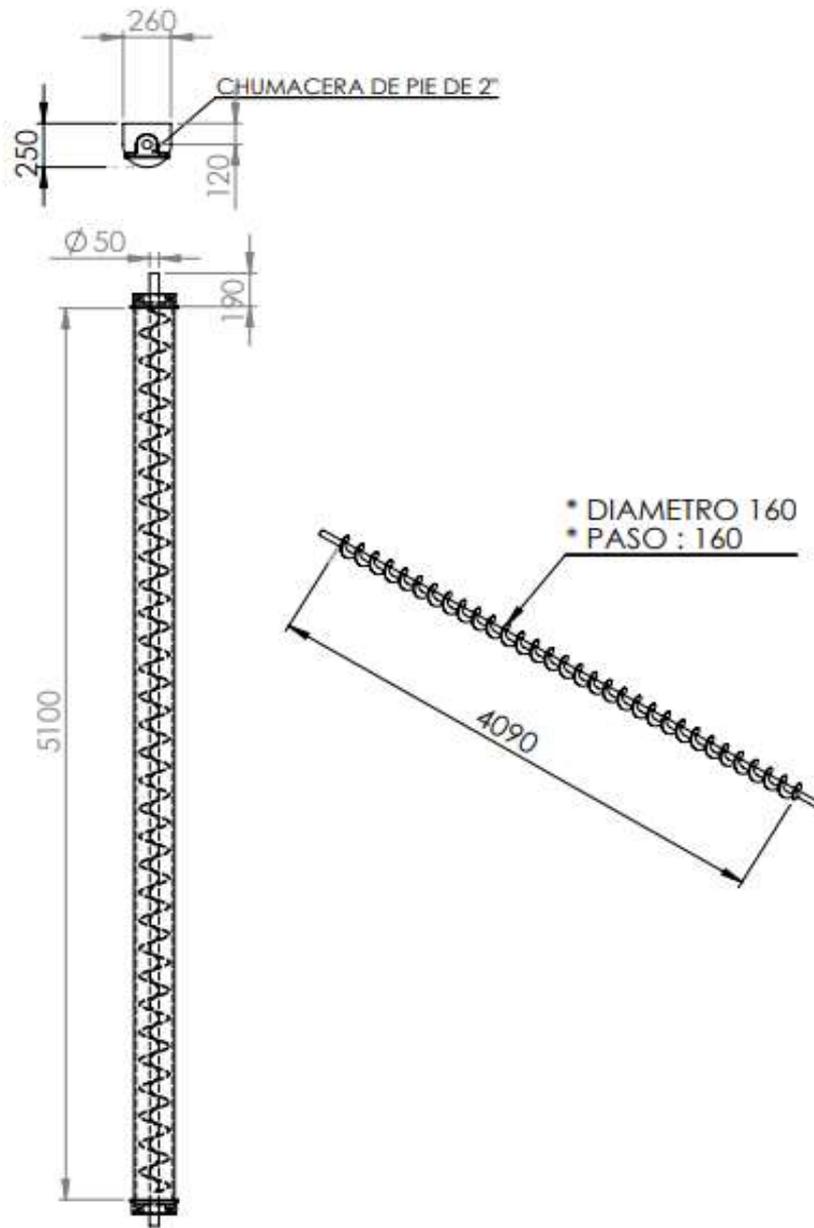
17/11/2020	28.989 Tn.	8:00am	9:00am.	0	28.984 Tn.
18/11/2020	26.998 Tn.	8:00am	9:00am.	0	26.995 Tn.
19/11/2020	29.998 Tn.	8:00am	9:00am.	0	29.995 Tn.
20/11/2020	27.989 Tn.	8:00am	9:00am.	0	27.986 Tn.
21/11/2020	28.988 Tn.	8:00am	9:00am.	0	28.985 Tn.
TOTAL DE MASA DE POLUCIÓN EN LA MAQUINA N° 02					
MAQUINA N° 03: MOLINO EREZA					
FECHA	MATERIA PRIMA INGRESANTE (a)	HORA INICIO	HORA FINAL		MATERIA PRIMA SALIENTE (b)
12/11/2020	29.993 Tn.	8:00am	9:00am.	0	29.99 Tn.
13/11/2020	28.986 Tn.	8:00am	9:00am.	0	28.978 Tn.
14/11/2020	28.995 Tn.	8:00am	9:00am.	0	28.993 Tn.
15/11/2020	29.994 Tn.	8:00am	9:00am.	0	29.992 Tn.
16/11/2020	24.985 Tn.	8:00am	9:00am.	0	24.982 Tn.
17/11/2020	28.984 Tn.	8:00am	9:00am.	0	28.983 Tn.
18/11/2020	26.995 Tn.	8:00am	9:00am.	0	26.992 Tn.
19/11/2020	29.995 Tn.	8:00am	9:00am.	0	29.991 Tn.
20/11/2020	27.986 Tn.	8:00am	9:00am.	0	27.983 Tn.
21/11/2020	28.985 Tn.	8:00am	9:00am.	0	28.983 Tn.
TOTAL DE MASA DE POLUCIÓN EN LA MAQUINA N° 03					

Anexo 3: PLANOS Y MONTAJE DE SISTEMA DE EXTRACCION DE POLVOS



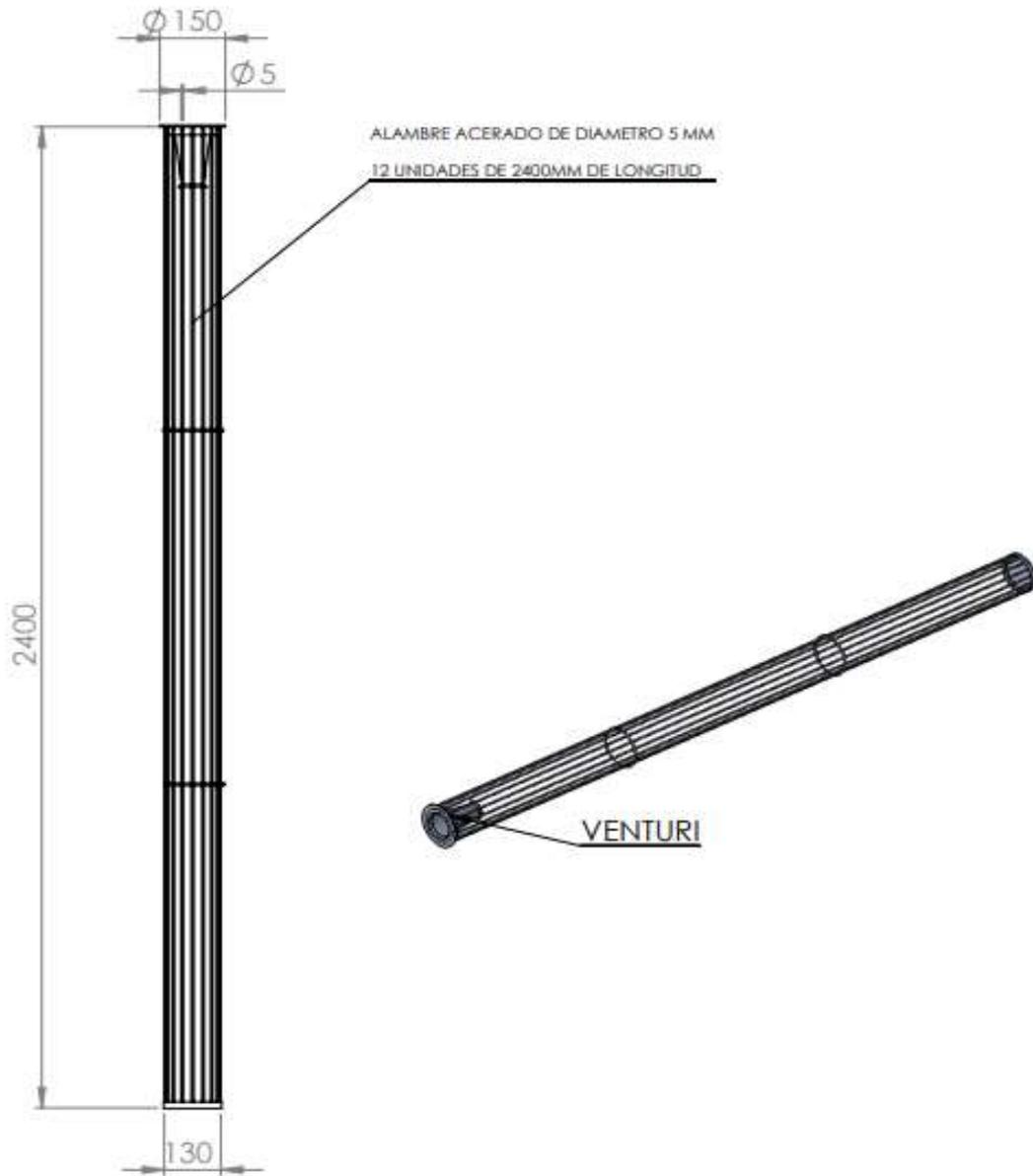
DRUJ.	HOMBRE	PRVA	FECHA		TRUJO:
VERIF.	N REQUE		15/08/2023		FILTRO DE MANGAS
AFRCS					
FASE					
CAUD.				MATERIAL:	N° DE DIBUJO:
				FOJO:	ESCALA: 1:500
					HOJA 1 DE 1

SIN FIN TRANSPORTADOR



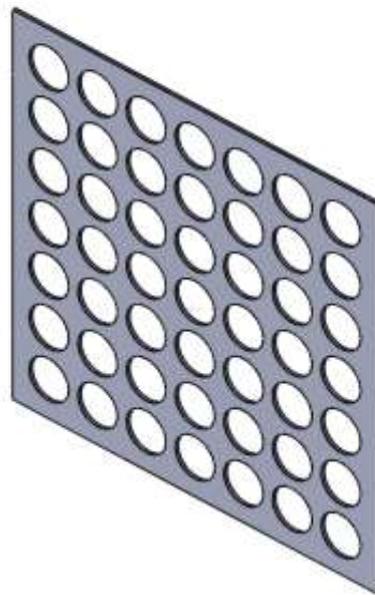
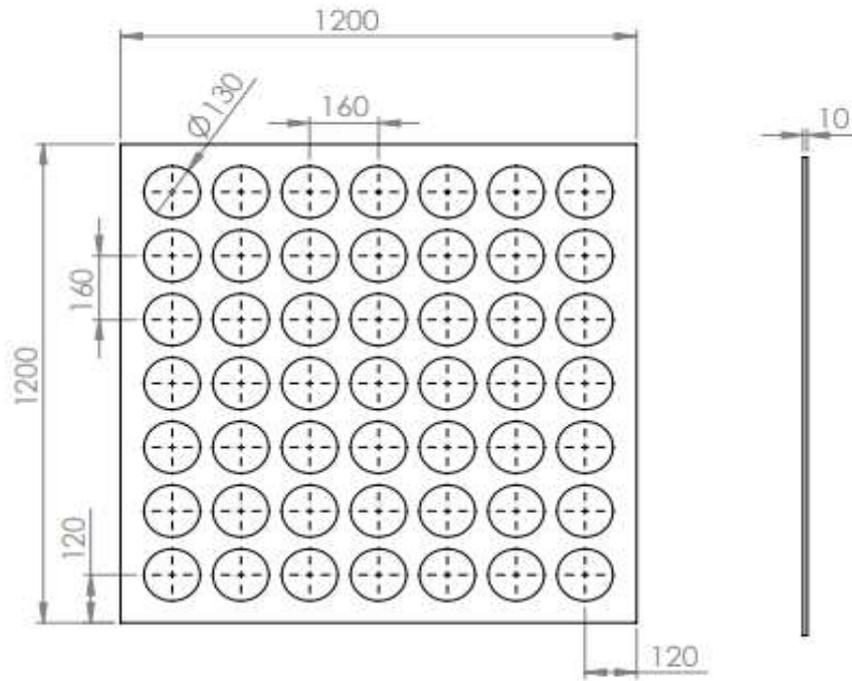
	NOMBRE	PRIMA	FECHA		TÍTULO:	
DBLJ.	H. REQUE		18/08/23		FILTRO DE MANGAS	
VERIF.						
APROB.						
FABR.						
CALID.				MATERIAL:	N.º DE DIBUJO	A4
				A: 3A	SIN FIN TRANSPORTADOR	
				PESO:	ESCALA: 1:35	HOJA 2 DE 10

CANASTILLAS, VENTURI.



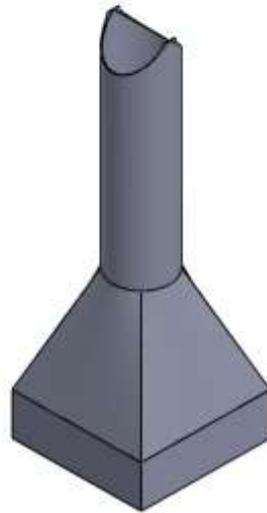
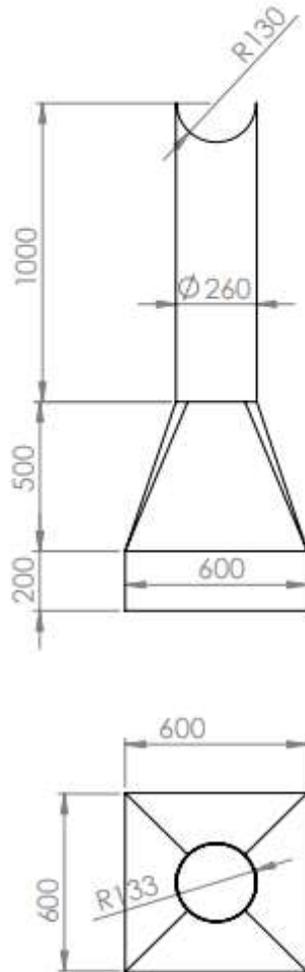
	HOMBRE	PRIMA	FECHA		TÍTULO:	
DEBJ.		REQUE	16/08/2023		FILTRO DE MANGAS CANASTILLAS DE MANGAS	
VERIF.						
APROB.						
FABR.						
CALD.						
				MATERIAL:	N.º DE DIBUJO	A4
				CANASTILLAS ACERO GALVANIZADO		
				VENTURI: ALUMINO		
				PESO:	ESCALA: 1:20	HOJA 3 DE 10

ESPEJO DE MANGAS



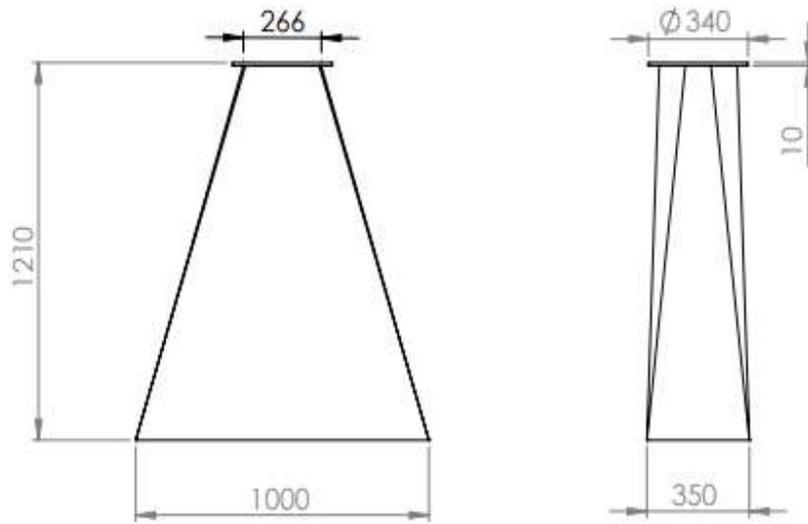
	NOMBRE	FRMA	FECHA	TÍTULO
DIBUJ.	REGUE		6/06/2023	FILTRO DE MANGAS
VERIF.				
APROB.				
FABR.				
CALID.				
			MATERIAL:	Nº DE DIBUJO
			A 36	ESPEJO DE MANGAS
				ESCALA 1:15
				HOJA 4 DE 10

CAMPANA DE EXTRACCION DE POLVOS



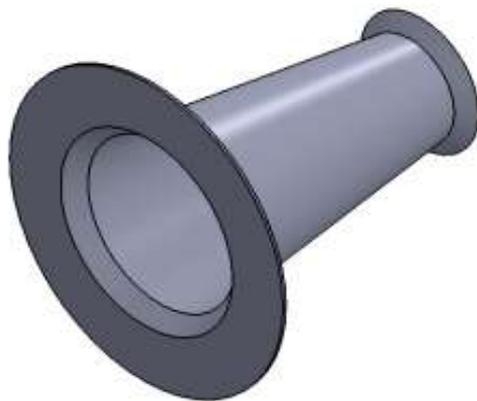
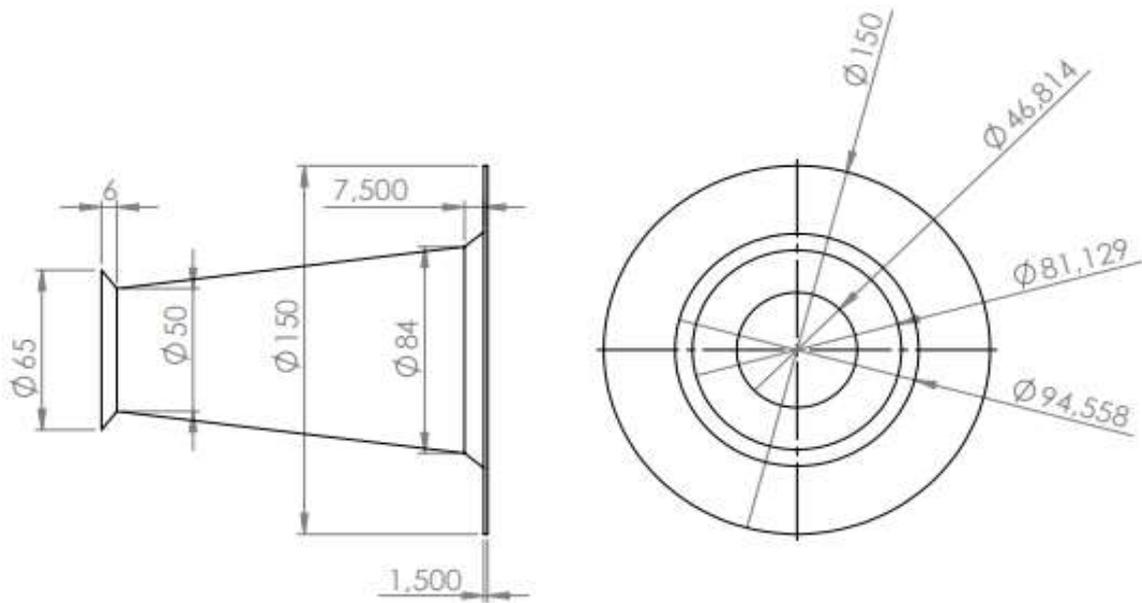
	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TITULO:	
DIBUJ.	H.FEQUE		11/08/2022		FILTRO DE MANGAS	
VERIF.						
APROB.						
FABR.						
CALID.				MATERIAL:	N.º DE DIBUJO	A4
				A - 36	CAMPANA DE EXTRACCION	
				PESO:	ESCALA: 1:20	HOJA 5 DE 10

CONO TRUNCADO DE DESFOGUE DE AIRE LIMPIO DESPUES DEL FILTRO



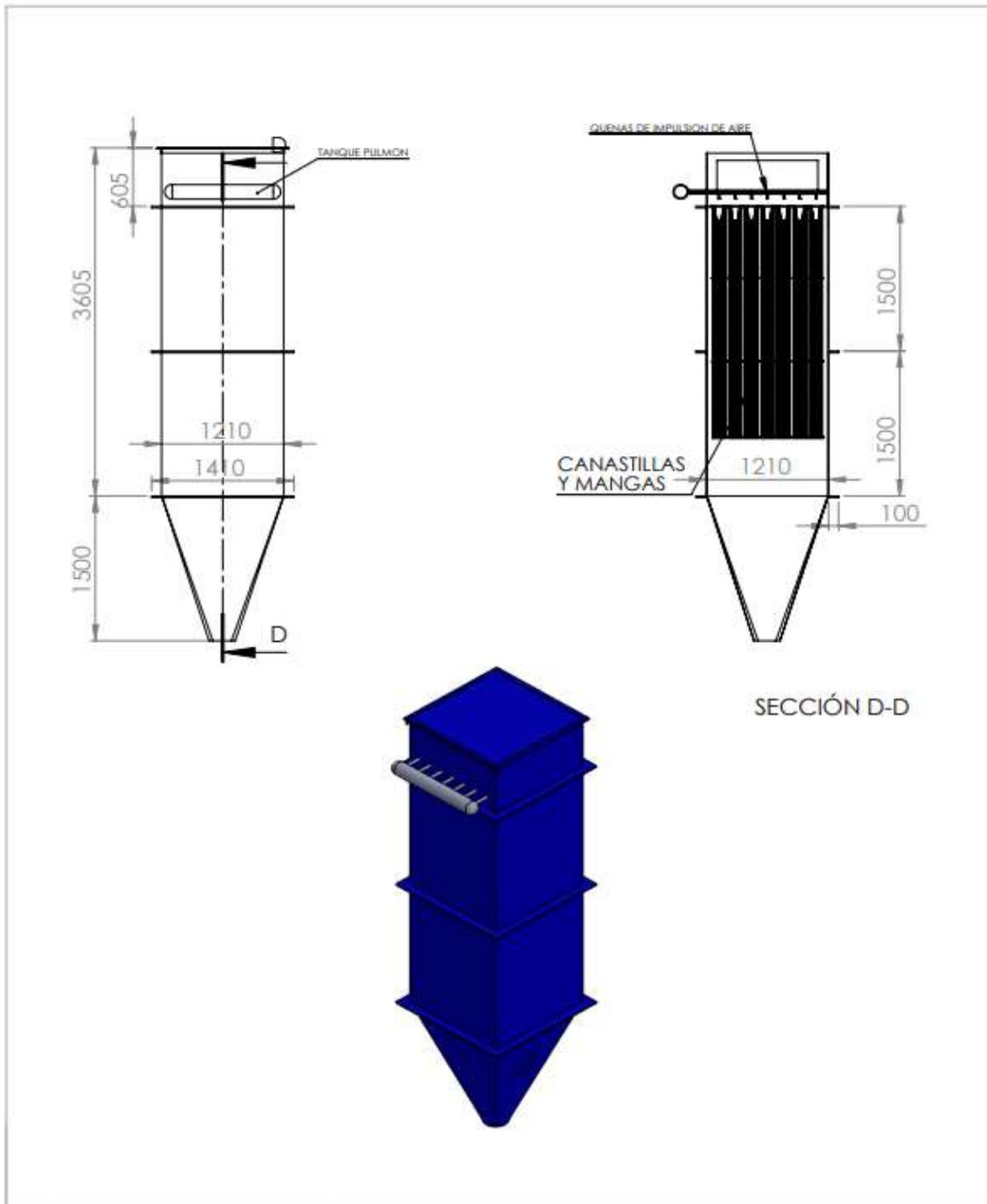
	NOMBRE	FRMA	FECHA		TÍTULO:
DIBUJ.	HERRQUE		8/08/2023		FILTRO DE MANGAS
VERIF.					
APROB.					
FABR.					
CAUD.					
			MATERIAL:	A-36	Nº DE DIBUJO
					CONO DE DESFOGUE
					A4
			PESO:		ESCALA: 1:20
					HOLIA 4 DE 10

VENTURI DE IMPULSION DE AIRE A LAS MANGAS



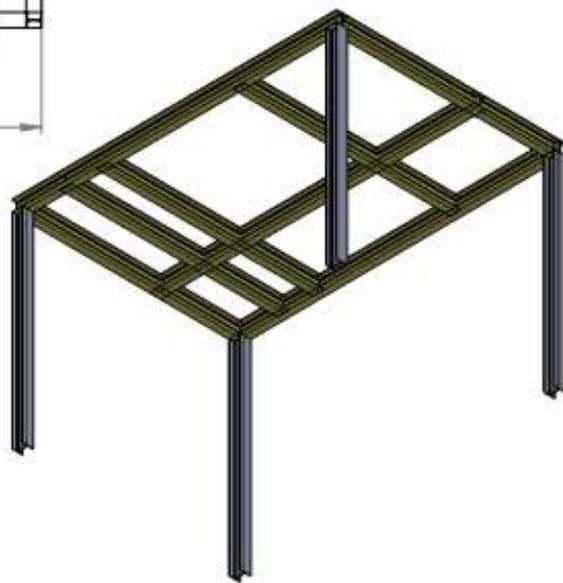
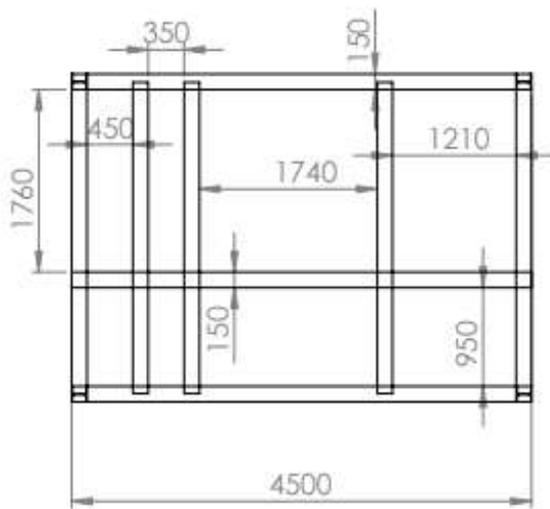
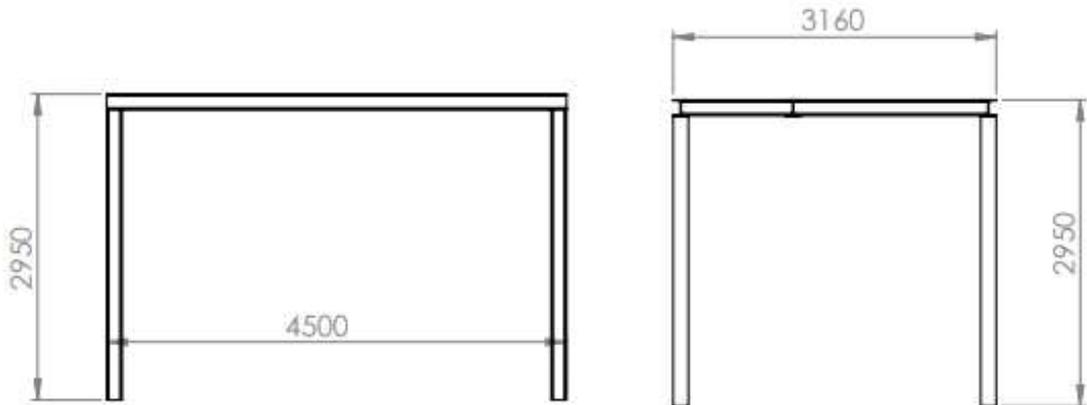
	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TITULO:		
DIBUJ.	HUREQUE		18/08/2023		FILTRO DE MANGAS		
VERIF.							
APROB.							
FABR.							
CALD.				MATERIAL:	Nº DE DIBUJO	VENTURI	A4
				ALUMINIO			

CAJA DE FILTRO DE MANGAS



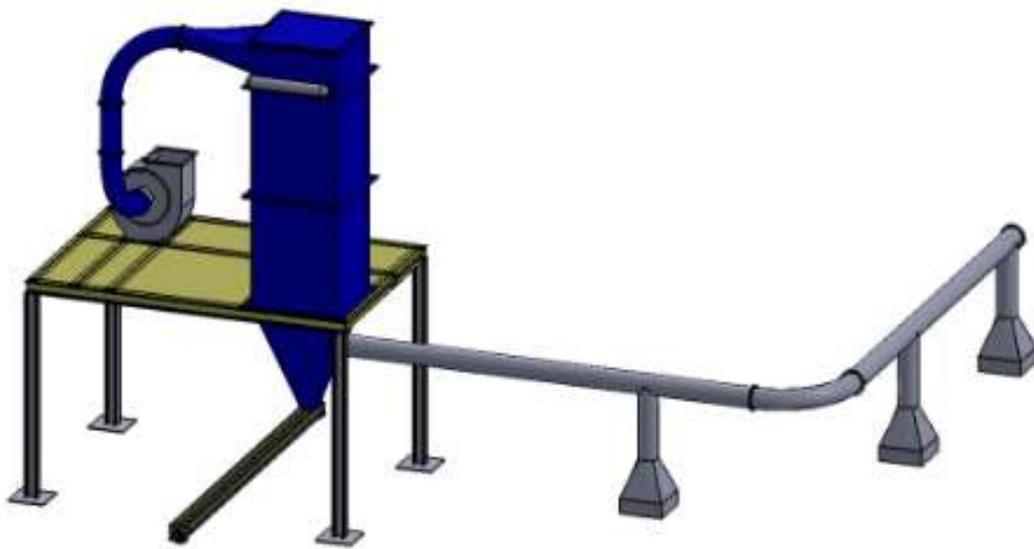
	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO:
DIBUJ.	H. REQUE		18/08/2023		FILTRO DE MANGA
VERIF.					
APROB.					
FABR.					
CALID.					
				MATERIAL:	N.º DE DIBUJO
				A-36	CAJA DE FILTRO DE EXTRACCION
				PESO:	ESCALA: 1:50
					HOJA 8 DE 10

PORTICO DE FILTRO DE MANGAS



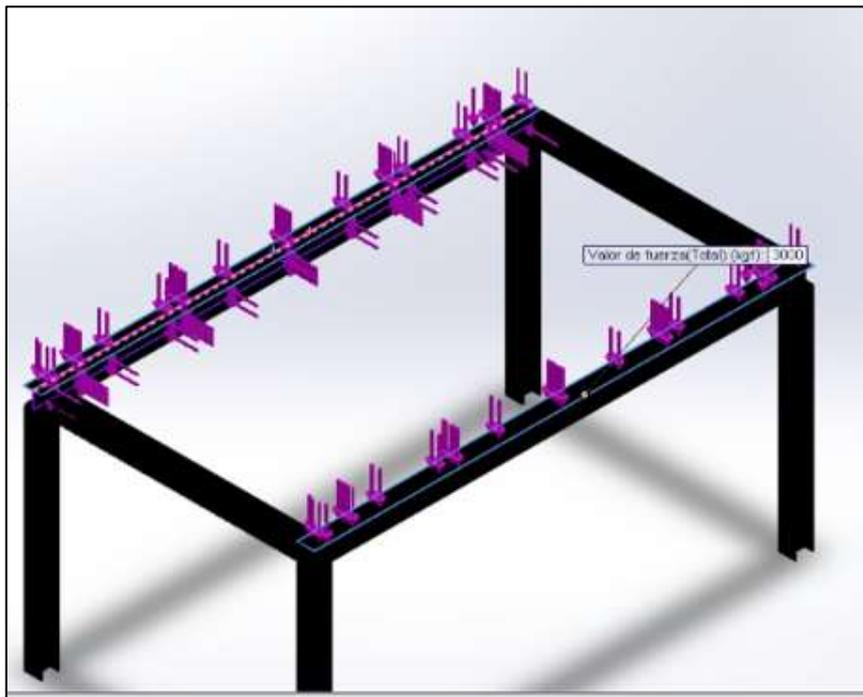
	NOMBRE	PRIMA	FECHA		TÍTULO:	
DEBIL.	H. REQUE		8/08/2023		FILTRO DE MANGAS	
VERIF.						
APROB.						
FABR.						
CALID.				MATERIAL:	Nº DE DEBILU	A4
				VIGA "Y" 6" X 13 LIBRAS	PORTICO DE FILTRO	
				PESO:	ESCALA: 1:50	HOJA 9 DE 10

MONTAJE COMPLETO DE FILTRO DE MANGAS



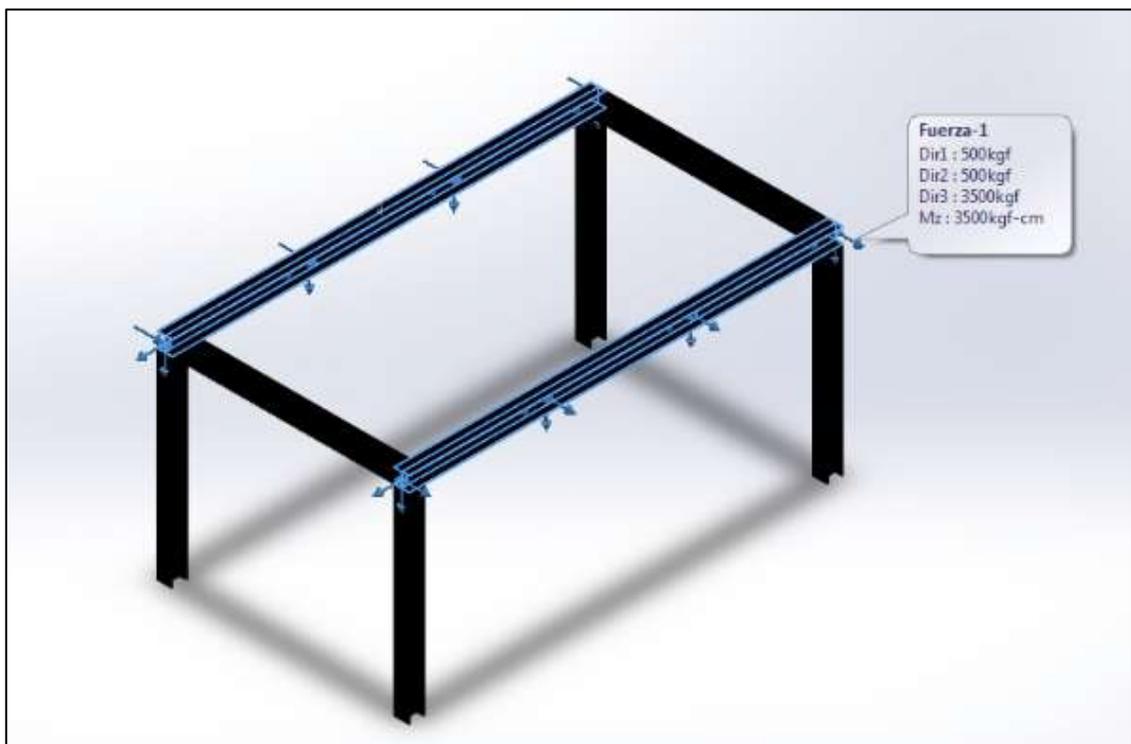
	NOMBRE	DINA	FECHA		ESTADO	FILTRO DE MANGAS	
OBJ.	PROYECTO		14/05/2023				
VEP.							
APROB.							
FABR.							
CALIF.				MATERIAL	Nº DE DIBUJO	ENSAMBLE DE FILTRO	A4
				VARIOS			
				PROY.	ESCALA 1:10		HOJA 1 DE 1

Cuadro de fuerza aplicada en la estructura de Sistema de extracción



Fuente: *Elaboración Propia*

Estructura



Fuente: *Elaboración Propia*

Fuente: Elaboración Propia

Registro fotográfico de procedimiento de obtención de nivel de polución.



Ilustración 1: Muestreo de Granulometría de tierra - 1

Fuente: Propia del investigador



Ilustración 2: Muestreo de Granulometría de tierra – 2

Fuente: Propia del investigador



Ilustración 3: Muestreo de Granulometría de tierra - 3

Fuente: Propia del investigador



Ilustración 4: Muestreo de Granulometría de tierra - 4

Fuente: Propia del investigador