


Información General

Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías			
Programa Académico Ingeniería Ambiental		Grupo(s) de Investigación Grupo de Investigación en Ingeniería Verde - GRIIV	
Nombre del semillero /Sigla Semillero de Investigación en Ingeniería Ambiental / SIA		Fecha creación: II-2021	<p style="text-align: center;">Logo</p> 
		Regional: Bucaramanga	
Líneas de Investigación			
Áreas del saber *			
	1. Ciencias Naturales	x	2. Ingeniería y Tecnologías
	3. Ciencias Médicas y de la Salud		4. Ciencias Agrícolas
	5. Ciencias sociales		6. Humanidades

Información del Director del Proyecto

Nombre Andrés Felipe Murcia Patiño	No. de identificación 1095922003	Lugar de expedición Bucaramanga
Nivel de Formación Académica (Pregrado / Postgrado / Link de CvLAC) Ingeniero Ambiental / Magíster en Ciencias y Tecnologías Ambientales / CvLAC		
Celular: 3176586234	Correo Electrónico: amurcia@correo.uts.edu.co	

Información de los autores

Nombre	No. de Identificación y lugar de expedición		Celular	Correo Electrónico
Yady Ximena Buendía Camacho	110176041 0	Vélez Santander	3205592604	ybuendia@uts.edu.co
Lady Daniela Rodríguez Camacho	110176020 6	Vélez Santander	3107153791	ladydrodriguez@uts.edu.co
María Fernanda Cadena Barajas	109873314 0	Bucaramanga	3186804821	mfcadena@uts.edu.co

Proyecto

1. Título del Proyecto: Implementación de tecnologías ambientales para la mitigación de impactos ambientales de la industria del papel	Modalidad del Proyecto **			
	P A	P I	T G	R E
	x			Otra. ¿Cuál?

2. Resumen del trabajo:

El proceso de fabricación de papel ha sido una de las industrias más antiguas y de mayor impacto sobre el medio ambiente, generando problemas de contaminación del agua, suelo y aire, producto de los diferentes procesos para la elaboración de este (Pérez, 2013), el proceso inicia con la extracción de madera como materia prima que pasa por una serie de subprocesos dentro de los cuales se generan residuos. En la descortezadora y empaquetadora se producen residuos sólidos que pueden contaminar aguas subterráneas por lixiviados, propiciar la proliferación de vectores que transmiten enfermedades y deteriorar el paisaje; así mismo en los subprocesos de digestor, blanqueador, incinerador y caldera se generan gases altamente contaminantes que al ser emitidos a la atmósfera pueden ocasionar impactos negativos al medio ambiente como afectaciones directas en la capa de ozono y calidad del aire, daño en la vegetación, olores ofensivos y aumento de enfermedades respiratorias, cardíacas, diversos tipos de cáncer, entre otros; El material particulado que se genera en el incinerador, producto de la combustión, también representa una fracción de contaminante que genera grandes impactos negativos sobre el medio ambiente.

A fin de mitigar estas problemáticas, se ha planteado e implementado teóricamente el uso de tecnologías ambientales enfocadas a la reducción de contaminación por emisiones, material particulado y residuos sólidos, tales como torres de absorción (para tratar los gases contaminantes), incinerador (para reducir los residuos sólidos), ciclón de alta eficiencia y precipitador electrostático seco (para tratar el material de particulado). La aplicación de estas tecnologías permite una remoción eficiente de los contaminantes que se generaran en el proceso de fabricación de papel implementando el desarrollo sostenible para esta industria y reduciendo la huella ecológica.

3. Objetivo General y Objetivos específicos:

General:

Implementar tecnologías ambientales orientadas al control de los impactos ocasionados por la industria del papel en la generación de material particulado, residuos sólidos y gases.

Específicos:

- 1) Determinar impactos ocasionados por emisiones atmosféricas (gases, MP) y residuos sólidos generados en la industria de producción del papel.
- 2) Analizar potenciales tecnologías ambientales que permitan la mitigación de los impactos identificados.
- 3) Proponer una alternativa de solución a los impactos ocasionados por la industria de la fabricación del papel mediante el uso de tecnologías ambientales.

4. Análisis de resultados:

Tecnología para control de gases

Para el proceso de gases en los resultados se determinó la cantidad de agua que entra a cada torre teniendo en cuenta la solubilidad del gas en el agua que se va a tratar, tomando como referencia la temperatura del agua y por medio de un gráfico se halla la cantidad de solubilidad del gas; por medio de una operación matemática y conversión de unidades se halla la cantidad de agua que utilizan las torres.

En las torres se calculó la cantidad de cada gas dependiendo del porcentaje de presencia a la entrada de cada torre, y la captura se encuentra con la solubilidad del gas, para los más contaminados se usó un 97% y para los menos el 95%.

Para encontrar la cantidad de aire requerida que ingresó al incinerador, se hizo una mezcla de los residuos que ingresan al incinerador (madera/corteza y plástico) y por medio de las tablas de composición elemental, se halló la cantidad de cada uno de los elementos convirtiendo esas cantidades en moles para poder hacer la fórmula primaria y la reducida y realizar por medio de la estequiometría de la fórmula se hace la reacción y el balance, para pasar a hacer la relación en mol, masa y estandarización, luego sumar los compuestos que conforman el aire y junto con la cantidad de residuos que se va a incinerar, se encuentra el valor del aire que ingresa al incinerador.

Tecnología para control de material particulado

Para el tratamiento de material particulado proveniente del horno incinerador se implementaron dos tecnologías ambientales, estas fueron seleccionadas teniendo en cuenta el diámetro de las partículas que se generan en el proceso y su clasificación, el material particulado contiene cierto porcentaje en masa para cada tipo de diámetro de partícula y de acuerdo con él, se calcula la masa en kg para cada grupo de diámetro, teniendo como base la masa que se generan en el horno incinerador.

Se aplica la primera tecnología siendo un ciclón de alta eficiencia, ya que estos pueden remover mediante fuerzas centrífugas e inerciales, inducidas a forzar el cambio de dirección del gas, partículas a partir de 5 μm en adelante con eficiencias desde 80% a 99% tomando como base de eficiencia un promedio 89% para nuestro proceso de fabricación del papel.

Este ciclón trata únicamente las partículas pesadas que están conformadas por el diámetro de partícula de (5 μm – 10 μm) con un porcentaje de 11%, (10 μm -20 μm) siendo el 30% y para >20 μm , el 9% de esta fracción pesada se captura únicamente el 89% en masa, siendo esa es su efectividad.

Como segunda tecnología se aplica un precipitador electrostático seco con eficiencia de 99.99%, dentro de sus aplicaciones industriales típicas está la procesadora de pulpa de madera, que no genera lodos que proporcionen contaminación al ambiente.

De la fracción pesada en masa que pasa al precipitador electrostático seco junto con las partículas ultrafinas que están conformadas en masa entre diámetros de (0 μm - 0.8 μm), siendo el 15%; partículas livianas entre (0.8 μm – 2.5 μm) con un 25%, y 10% entre (2.5 μm – 5 μm), se obtiene una eficiencia de 99.99% del precipitador electrostático seco, capturando una masa en kg que sale como gas limpio y más adelante serán tratados en la torre de absorción ubicada en el incinerador.

5. Conclusiones:

En el proceso de producción de papel se genera material particulado y gases contaminantes como H₂S, H₂, CO, CO₂, HCl y HClO₃ producto de los procesos realizados en el digestor, blanqueador, incinerador y caldera; esta diversidad de gases ocasiona impactos negativos por disminución de la calidad del aire, daño en la capa de ozono, enfermedades respiratorias, olores ofensivos, entre otras. Adicionalmente, en el proceso de astilladora y empaquetadora se generan residuos sólidos que de no ser tratados provocarían efectos adversos como contaminación de aguas subterráneas por lixiviados, deterioro del paisaje y proliferación de enfermedades transmitidas por la llegada de vectores.

En vista de la magnitud del problema causado por la contaminación que generan algunos subprocesos, se decide implementar estratégicamente tecnologías ambientales, enfocadas al tratamiento de gases contaminantes, residuos sólidos y material particulado, su selección se dio de acuerdo con la eficiencia que se quería tener en el tratamiento y los respectivos costos de los equipos. Para el tratamiento de los gases contaminantes se implementaron 4 torres de absorción en el digestor, blanqueador, incinerador y caldera; los residuos sólidos (corteza y material de empaque) se trataron en un incinerador y finalmente el material particulado generado por el incinerador se trató con un ciclón de alta eficiencia para partículas mayores a 5 µm y un precipitador electrostático para partículas menores a 5 µm.

Gracias a la aplicación de las tecnologías ambientales se pudo mitigar en aproximadamente un 82% los impactos ambientales generados por gases contaminantes, residuos sólidos y material particulado, la implementación de este modelo teórico ayudará a disminuir la huella ecológica que por mucho tiempo ha generado la industria de fabricación de papel.

6. Recomendaciones:

Se recomienda implementar una torre de absorción en el digestor debido a que este tiene una eficiencia del 97% eliminando así contaminantes como hidrógeno y ácido sulfhídrico.

Para la eliminación del material particulado en el proceso de incineración se recomienda utilizar un ciclón de alta eficiencia el cual tiene una eficiencia del 89% el cual remueve la fracción pesada y un precipitador electrostático el cual tiene una eficiencia del 99.99% removiendo así partículas ultrafinas y fracción liviana.

La caldera es la encargada de aportar el vapor de agua necesario para que se lleve a cabo en el proceso en el digestor y el blanqueador, está caldera suele ser alimentada con carbón el cual genera emisión de gases como el hidrógeno y el monóxido de carbono, se recomienda aplicar una torre de absorción con el fin de mitigar la cantidad de gases contaminantes que serán emitidos a la atmósfera.

7. Bibliografía:

Alibaba. (s.f). Precipitador electrostático. Obtenido de https://spanish.alibaba.com/p-detail/High-60668661642.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.65ef3b14Yht8r2&s=p

Aquino, M. A. (2020). Estabilización de suelo con ceniza de bagazo de caña de azúcar para su uso en subrasantes en el distrito de Laredo-Trujillo, La Libertad 2018. Tesis de grado, Trujillo. Obtenido de <http://repositorio.uprit.edu.pe/bitstream/handle/UPRIT/280/TESIS%20AQUINO%20MENDOZA%20MARCO%20ANTONIO%20PDF.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Elastec. (s.f.). Elastec. Obtenido de Elastec: <https://www.elastec.com/es/products/portable-incinerators/waste-incinerator/>
Gil, A. (2021). torrossa. Obtenido de <https://www.torrossa.com/it/resources/an/5062617>

EPA. (1999). Controles de material particulado. Obtenido de <https://www3.epa.gov/ttn/catc/cica/files/cs6ch3-s.pdf>
Pachés, M. A. (2020). Contaminantes emergentes. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/142675/Pach%C3%A9s%20-%20Contaminantes%20emergentes.pdf?sequence=1>

EPA, 1996. U.S. EPA, Office of Air Quality Planning and Standards, "OAQPS Control CostManual," Fifth Edition, EPA 453/B-96-001, Research Triangle Park, NC February, 1996.

Hebei Shengwei Jiye Frp Group Co. Ltd. (s.f.). Made in China. Obtenido de Made in China: https://es.made-in-china.com/co_hbswjyfrp/product_Fgd-Equipment-Absorption-Tower-for-Waste-Gas-Treatment_esroengry.html

Hernández, M. C. (2004). Diseño de un sistema de control de emisiones y residuos para el incinerador del centro asistencial el Guavio-Hospital Centro Oriente. Trabajo de grado, Bogotá D. C. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/21404/u250872.pdf?sequence=1>

INCINEROX. (16 de 05 de 2018). INCINEROX. Obtenido de <https://incinerox.com.ec/proceso-para-la-incineracion-de-residuos/Geoambiental>, I. p. (s.f). Material particulado. Obtenido de https://www.saludgeoambiental.org/material-particulado?gclid=Cj0KCQjwm6KUBhC3ARIsAClwxBiudx44Uo9S38SYAkVaY0T87gQxMDeQEbOxwiX96DVzeEFgzC50_uUaAmEE EALw_wcB

Perez Luis, E. (2013). Impacto del desarrollo tecnológico en la industria del papel, 2003-2008. Obtenido de <http://zaloamati.azc.uam.mx/handle/11191/7091>

Scielo. (s.f). Diseño óptimo de ciclones. Obtenido de. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-33242006000200011#:~:text=Los%20ciclones%20remueven%20el%20material,debido%20a%20la%20fuerza%20centr%C3%ADfuga

Spiegato. (s.f.). ¿Qué es una torre de absorción? Obtenido de <https://spiegato.com/es/que-es-una-torre-de-absorcion#:~:text=Una%20torre%20de%20absorci%C3%B3n%20es,de%20materiales%20y%20otras%20actividades>

Sierra, J. P., & López, K. N. (2021). MODELO DE ECOEFICIENCIA APLICADO A LA OPTIMIZACIÓN DE COMBUSTIBLES PARA LA LOGÍSTICA DEL TRANSPORTE POR CARRETERA EN COLOMBIA. Tesis de grado, Bogotá D.C. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/26779/SierraPerezJasbleidyLopezLaraKeyliNatalia2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

UNAL. (2017). Columba de absorción de gases. Obtenido de <https://ingenieria.bogota.unal.edu.co/es/extencion/laboratorios/labs-partamentos/laboratorios-ingenieria-quimica-y-ambiental/documentos/category/433-torre-de-absorcion.html?download=2355:torre-de-absorcion-manual-de-operacion>

8. Anexos:

N/A

* *Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE)*

** *PA: Plan de Aula, PI: Proyecto integrador, TG: Trabajo de Grado, RE:Reda*