



*Tendencias en el tratamiento
Integral de Aguas Residuales*

Congreso Internacional Ambiental Manizales

*“Tendencias en el tratamiento integral
de aguas residuales”*

Manizales, septiembre 18 - 21 de 2017



Instituto de Estudios Ambientales IDEA
Sede Manizales



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



Universidad®
Católica
de Manizales





Universidad®
Católica
de Manizales

VIGILADA MINEDUCACIÓN

*Obra de Iglesia
de la Congregación*



Hermanas de la Caridad
Dominicas de La Presentación
de la Santísima Virgen

VALORIZACIÓN DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES DE LA INDUSTRIA DE CAFÉ UNA ESTRATEGIA DE LA INGENIERIA AMBIENTAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

*Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Programa de Ingeniería Ambiental*

A photograph of three people (two men and one woman) sitting outdoors on a stone ledge, smiling and engaged in conversation. The image is overlaid with a semi-transparent teal filter. The background shows a building with a tiled roof and some greenery.

Presentado por
Luz Karime Montoya López
Eliana María Piragua Matiz

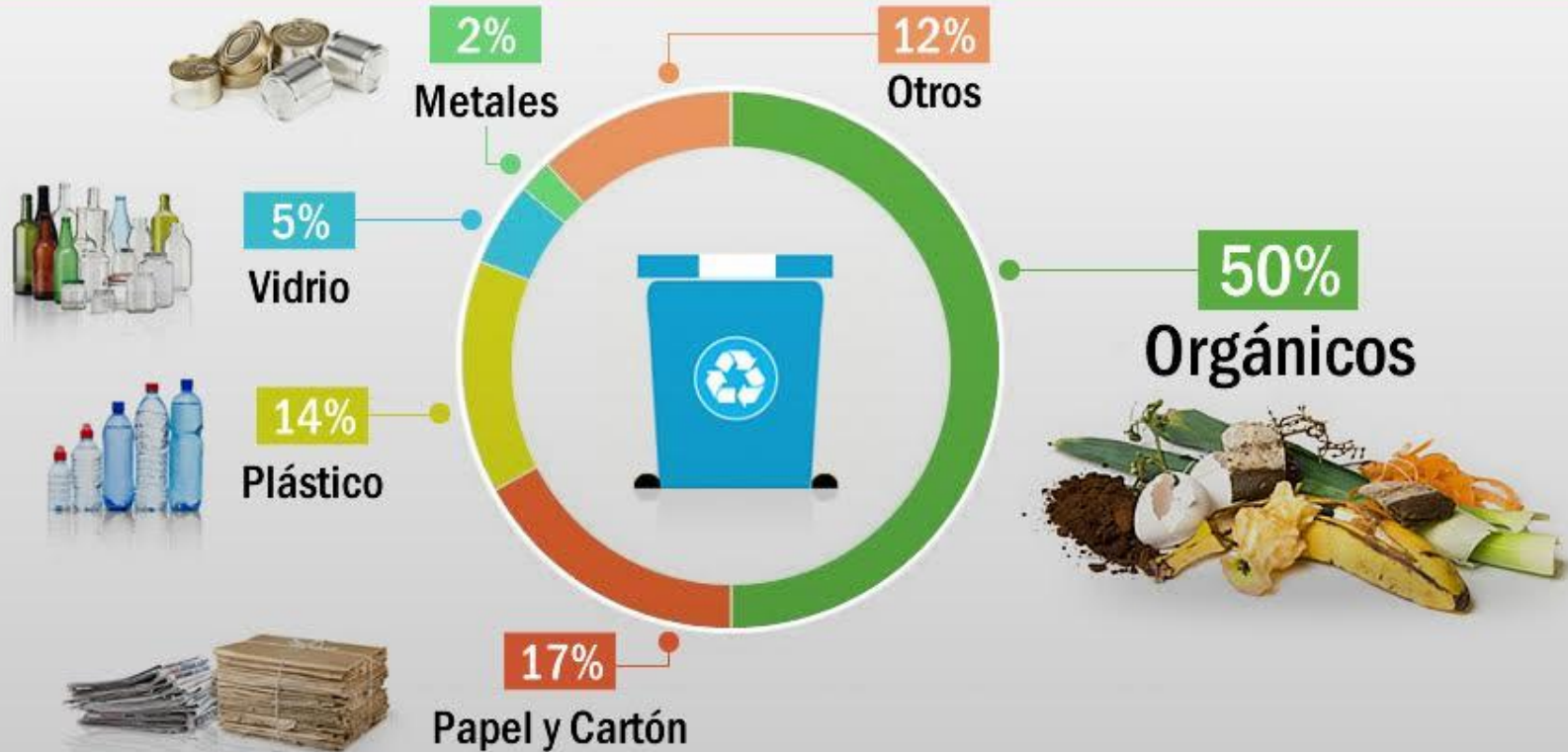
Directores
Wilmar Osorio Viana
Javier Mauricio Naranjo Vasco

**Grupo de Investigación en Desarrollos
Tecnológicos Ambientales (GIDTA)**
Facultad de Ingeniería y Arquitectura

21 de Septiembre de 2017

IMPORTANCIA DE LA VALORIZACIÓN DE RESIDUOS

Radiografía de la basura en nuestro país



Henao, G. J., & Márquez, L. M. (2015). *Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos en Colombia*. Medellín : Universidad de Antioquia .

VALORIZACIÓN DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES



Valorización Biológica y Química



<https://romymaciel.blogspot.com.co>



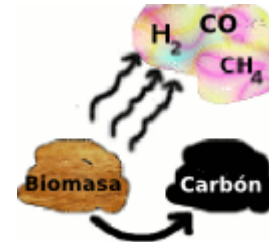
<https://mejorconsalud.com>



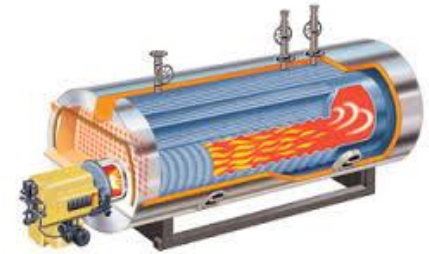
<http://vidamasverde.com>



Valorización Térmica



<https://es.wikipedia.org>



<http://www.absorsistem.com>



Obtención de Combustibles



<http://combustibleorganico.blogspot.com.co/>

ESTRATEGIAS DE LA INVESTIGACIÓN

Revisión Bibliográfica Proceso Café Soluble

Balance de Materia y Energía

Obtención Carbón Activado

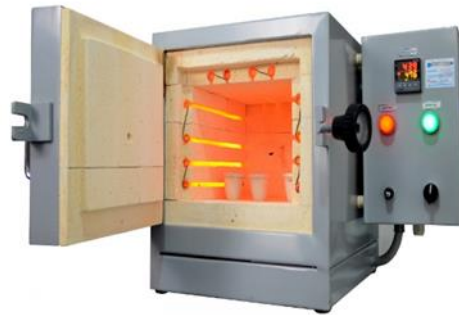
Obtención Material Conglomerado





03 | Materiales y métodos Obtención Carbón Activado

1.
Obtención del
Adsorbente



<http://www.terrigeno.com>

2.
Caracterización
Materia Prima



3.
Caracterización
del Producto



<http://www.directindustry.es>

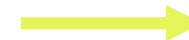
4. Prueba
Cualitativa
Adsorción



5. Prueba
Cuantitativa
Adsorción



<http://www.biotech-sl.com>

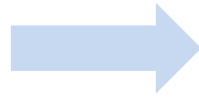


Modelo de
Cinética de
Primer Orden



04 | Resultados

OBTENCIÓN DEL ADSORBENTE



Activación Física de la
borra de café

10



8,13 %



Caracterización de la Materia Prima y el Producto



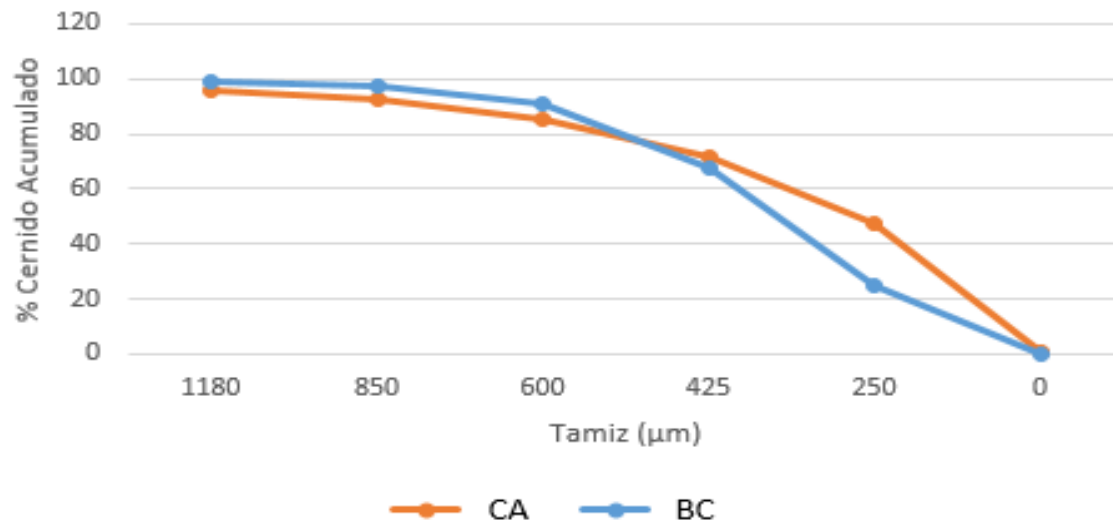
Análisis por Tamizado

$$\%RP = \frac{\text{Masa retenida en la malla}}{\text{Masa inicial de la muestra}} \times 100\%$$

$$\%RA = \%RP + \%RP \text{ anteriores}$$

$$\%CA = 100\% - \%RA$$

Análisis Acumulativo



PRUEBA CUALITATIVA DE ADSORCIÓN

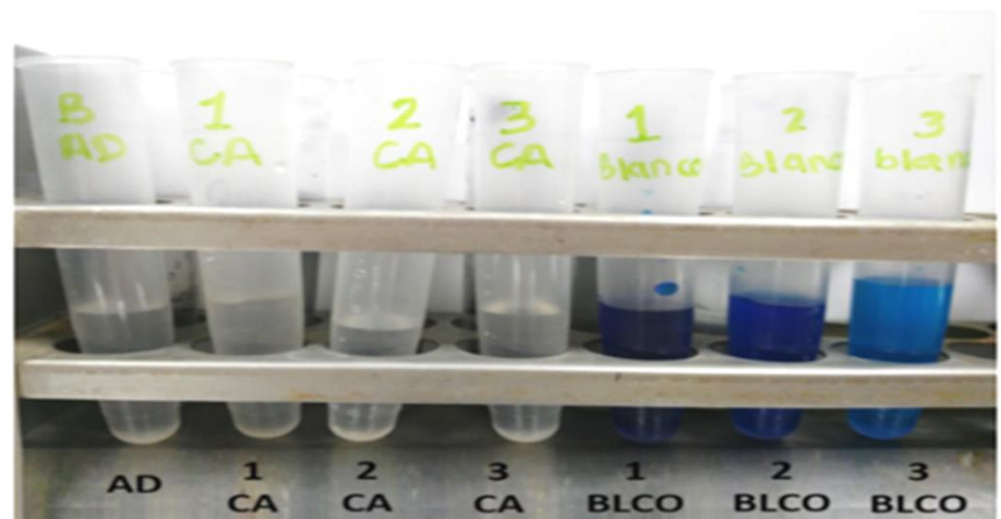
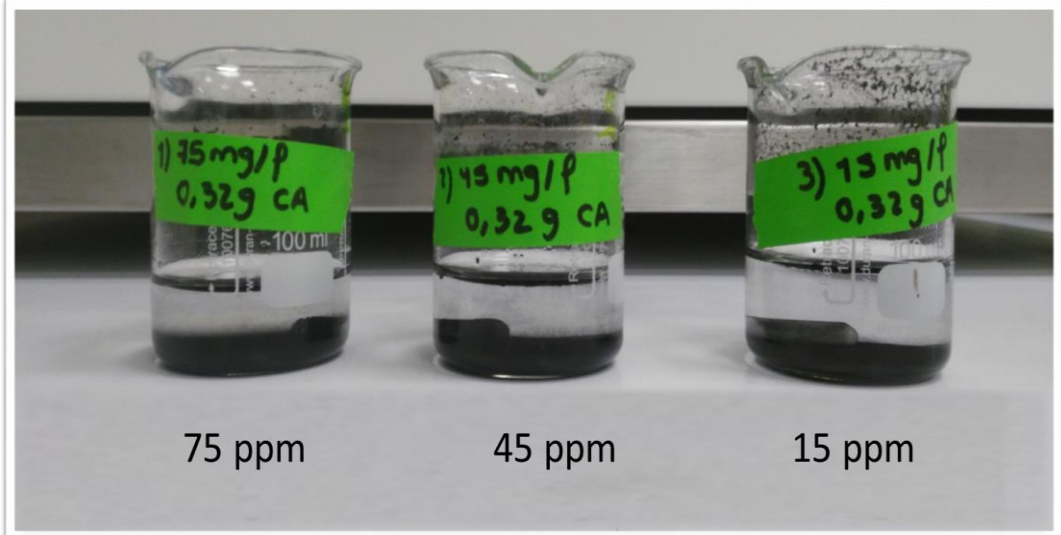
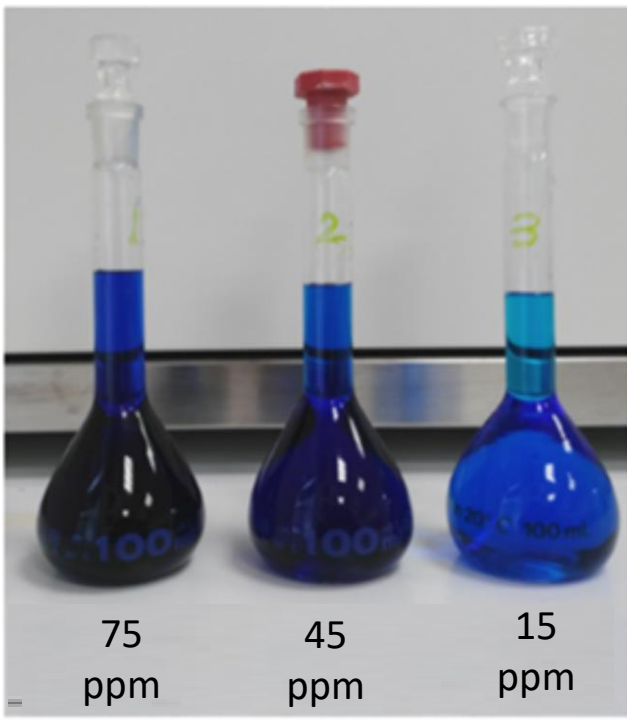
Evaluación del Carbón Activado

12

Concentración
solución patrón: 150
ppm

75 ppm
45 ppm
15 ppm

% Sólido en Líquido
0,004%

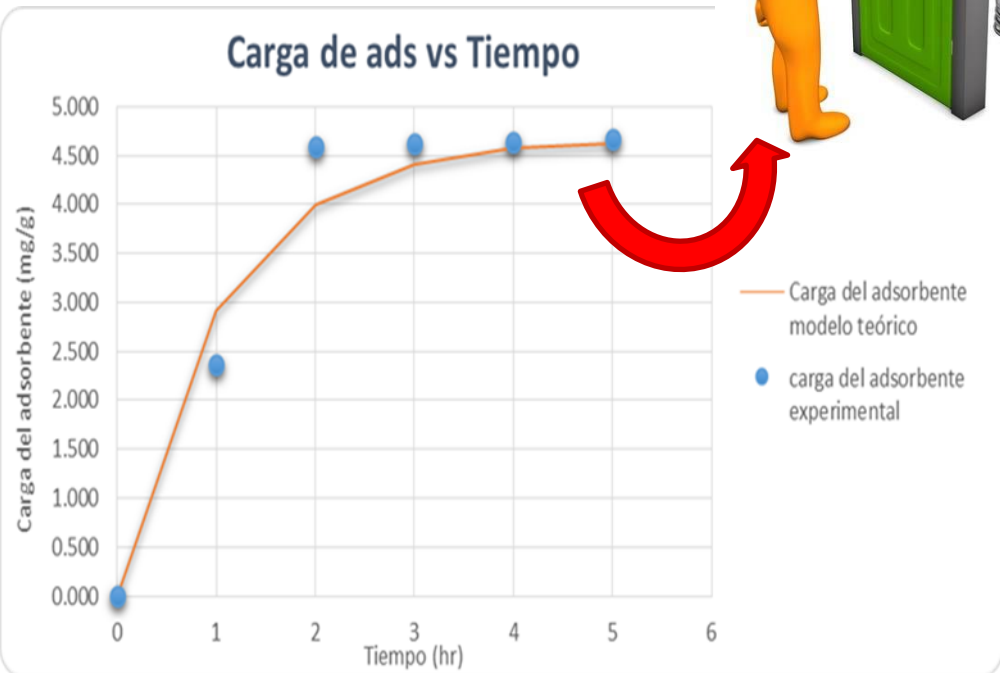
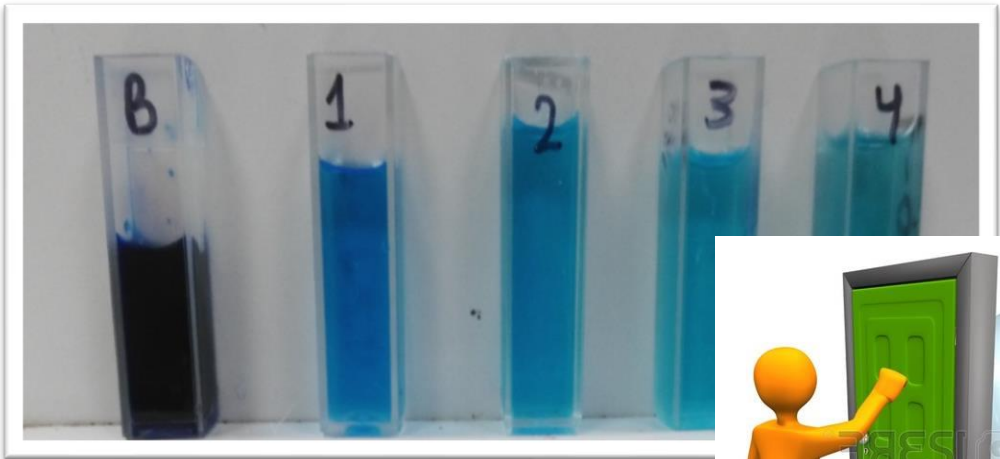
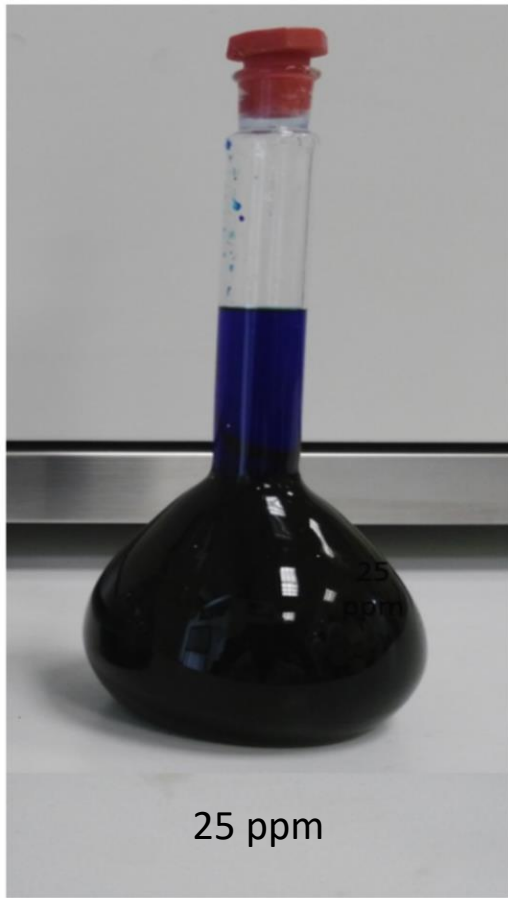


PRUEBA CUANTITATIVA DE ADSORCIÓN

Evaluación del Carbón Activado

25 mg/L

% Sólido en
Líquido
0,005%



COMPARACIÓN CON OTROS CASOS DE ESTUDIO

Materia Prima	Activación del Carbón	Concentración ppm	Cantidad ads (g)	Tiempo contacto (min)	Eficiencia %	Referencia
Cáscara de Arroz	Física	14	2.5	150	97.49	Moreno, A, & Figueroa, D.H. (2012)
Cáscarilla de Morinda	Química H3PO4	25	0.001	120	80.00	Medina, E.C., Hinojos, A.M., & Rodríguez, A.V. (2011)
Borra de café	Química H3PO4	100	1	300	99.96	Rincón, J. M. (2010)
Borra de café	Química H2SO4	25	1	300	71.32	Motato, A.L. & Arrieta, W.R. (2016)
Borra de café	Física	25	0.64	480	99.02	Este proyecto



05 | Materiales y métodos Obtención Material Conglomerado



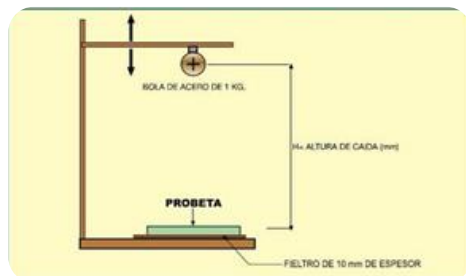
Proporción a Utilizar
Fuente de Información (Stellae, 2016)



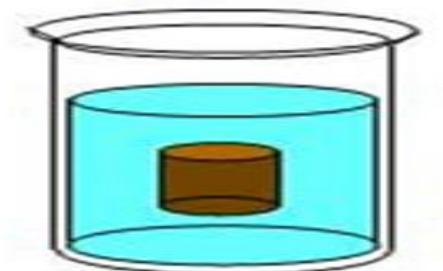
Borra de café y Material Adhesivo
Fuente de Información (Camila Selva Cabral, 2017) (LTDA., 2017)



Compactación del Material
Fuente de Información (Ruf, 2010)



Prueba de Impacto en Caída Libre
Fuente de Información (Tecnopavimento, 2012)



Prueba de absorción y Densidad
Fuente de Información (Ariza, 2012)



Horno de Secado
Fuente de Información (ESCO WORLD CLASS WORLDWIDE, 2017)



Prueba de Flexión
Fuente de Información (Labthink, 2010)



06 | Resultados

Desarrollo Experimental



Cilíndricas – Prueba de Resistencia Verde y Absorción de Agua



Lamina – Prueba de Impacto y Flexión



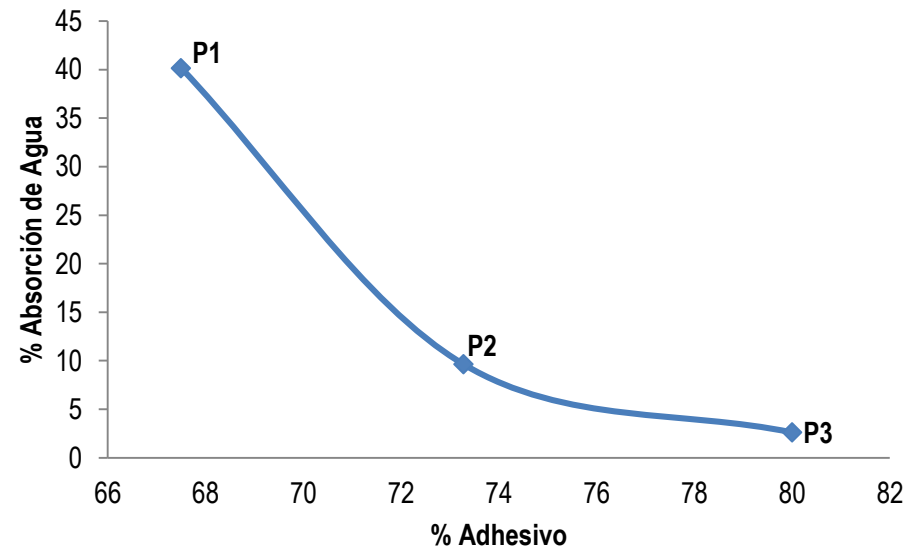
Proporciones Usadas en las Piezas

	% Borra	% Adhesivo
Pieza 1	33	67
Pieza 2	27	73
Pieza 3	20	80
	Temperatura	60 °C

Porcentaje Prueba Absorción de Agua

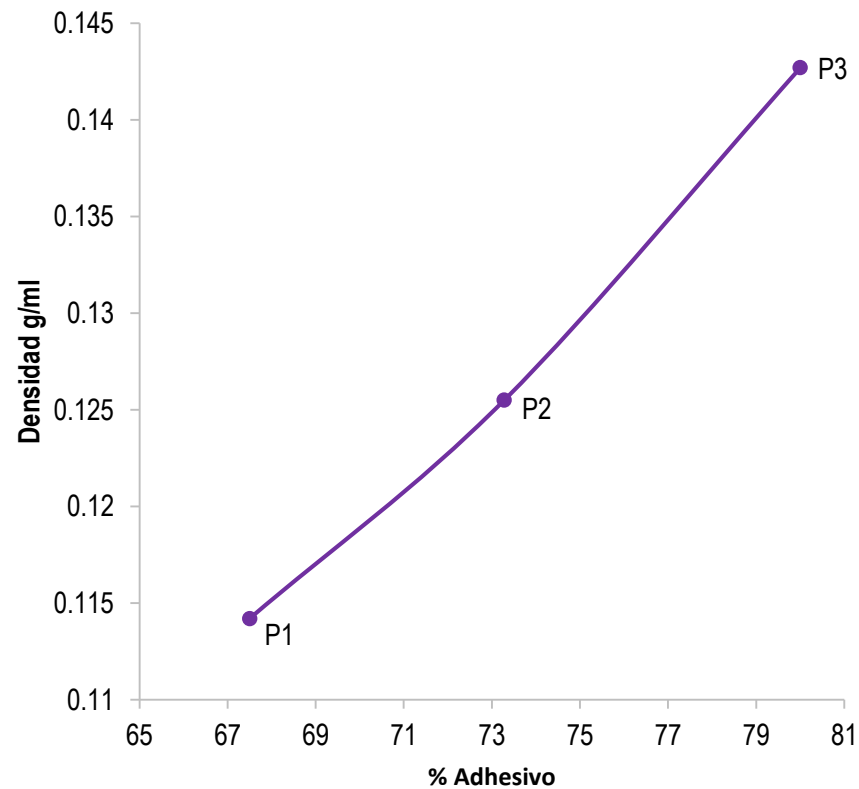
Peso Final - Peso Inicial = Peso Absorbido

$$\frac{\text{Peso Absorbido}_{prom}}{\text{Peso Inicial}_{prom}} * 100\% = \% \text{Absorción}$$



$$\frac{\text{Peso Inicial}}{\text{Volumen Desplazado } H_2O} = \text{Densidad}$$

Porcentaje Prueba Densidad



Pruebas realizadas en el Laboratorio de Resistencia de Materiales de la Universidad Nacional de Colombia

Resistencia a la Flexión				
Muestra	Ancho de la muestra (mm)	Espesor de la muestra (mm)	Carga de Rotura (N)	Carga de rotura (kgf)
3B	92	14	20	2
4B	76	14	52	5
5B	85	27	157	16
6M	100	32	378	39
7M	100	33	315	32



07 | Conclusiones

OBTENCIÓN CARBÓN ACTIVADO

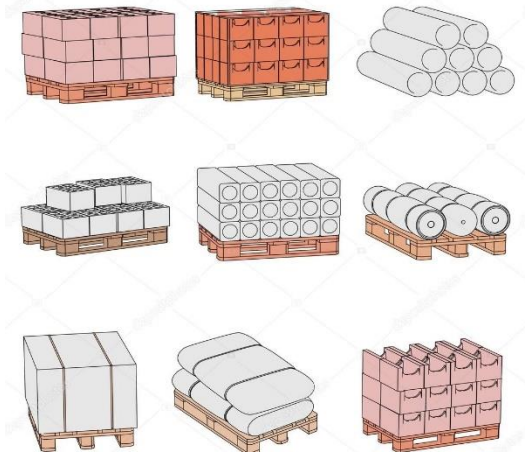
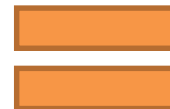


<http://www.lapatria.com/en-domingo/contaminantes-granel-en-la-quebrada-manizales-45318>



50% en una hora
Eficiencia > 90%

OBTENCIÓN MATERIAL CONGLOMERADO



A photograph of three people (two men and one woman) sitting on stone steps outdoors. They are smiling and looking at each other. The background shows a house with a tiled roof and a church tower. The entire image is overlaid with a semi-transparent teal color.

08 | Perspectivas y sugerencias

Con la información y resultados obtenidos en estas investigaciones, se debe pasar a la siguiente etapa de la ingeniería del detalle.



Obtener nuevos materiales y realizar comparaciones pertinentes de rendimiento y eficiencia con respecto a los obtenidos



Estudiar más propiedades de los materiales con sus respectivas pruebas.



Evaluar otros residuos generados de las actividades agrícolas como materiales potenciales para el desarrollo sostenible.

Contacto:

Luz Karime Montoya López
luz.montoya1@ucm.edu.co
Celular: 318 683 4619

Contacto:

Eliana María Piragua Matiz
eliana.piragua@ucm.edu.co
Celular: 301 776 0814



Universidad[®]
Católica
de Manizales

VIGILADA MINEDUCACIÓN

*Obra de Iglesia
de la Congregación*



*Hermanas de la Caridad
Dominicas de La Presentación
de la Santísima Virgen*

GRACIAS POR LA ATENCIÓN PRESTADA

Universidad Católica de Manizales
Carrera 23 # 60-63 Av. Santander / Manizales - Colombia
PBX (6)8 93 30 50 - www.ucm.edu.co

PRUEBA CUANTITATIVA DE ADSORCIÓN

Evaluación del Carbón
Activado

Carga de
Adsorción (q)

$$q = \frac{C * V}{M_{ads}}$$

Tiempo (h)	Concentración (mg/L)	q(mg sol/g ads)
0	24.110	0.000
1	12.035	2.358
2	0.614	4.589
3	0.429	4.625
4	0.362	4.638
5	0.235	4.663

Carga de adsorción en
equilibrio (q_e)

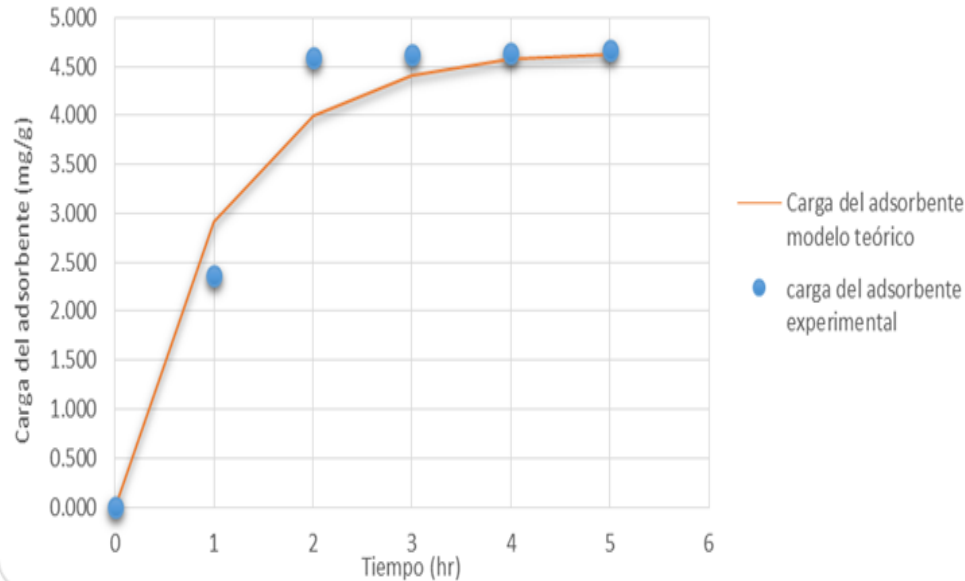
Evaluación del Carbón Activado

Modelo de Adsorción de Primer Orden

$$\frac{dq}{dt} = k_1(q_e - q)$$

$$q = q_e(-1 - e^{-kt})$$

Carga de ads vs Tiempo



	Experimental	Teoria	
Tiempo (h)	q(mg sol/g ads)	q modelo	Errores Cuadráticos
0	0.000	0.000	0.000
1	2.358	2.908	0.302
2	4.589	4.002	0.344
3	4.625	4.414	0.044
4	4.638	4.570	0.005
5	4.663	4.628	0.001
Total error →			0.696

k es una constante y se halló con ayuda del solver del software Excel y realizando un procedimiento de ajustes por mínimos cuadrados, siendo:

K (h⁻¹)

0.977

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{\text{Concentración Inicial} - \text{Concentración Final}}{\text{Concentración Inicial}} * 100\%$$

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{24,110 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 0,235 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{24,110 \frac{\text{mg}}{\text{L}}} * 100\%$$

$$\% \text{ Eficiencia} = 99,02\%$$