



REUTILIZACIÓN DE COLILLAS DE CIGARRILLOS PARA ELABORACIÓN DE MATERIALES PREFABRICADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES.

REUSE OF CIGARETTE BUTS FOR PREFABRICATED MATERIALS FOR THE CONSTRUCTION OF CIVIL WORKS.

Hernán José Hernández Durán
Arquitecto, Maestro en Dirección de Empresas e Investigador.
hhernandez@univo.edu.sv
ORCID: 0000-0003-0344-9770

Resumen

La investigación se enfoca en la evaluación de la viabilidad de utilizar colillas de cigarrillos como un componente en la fabricación de diversos materiales de construcción. Se llevó a cabo un análisis exhaustivo de las propiedades físicas y mecánicas del material resultante, comparándolas con las propiedades de los materiales de construcción convencionales. Además, se examinó el impacto ambiental de incorporar colillas de cigarrillos en los procesos de producción y se evaluará su viabilidad económica. El objetivo es contribuir al desarrollo de soluciones innovadoras para el manejo de residuos de colillas de cigarrillos y promover una economía circular en la industria de la construcción. Se espera que esta investigación fomente prácticas de construcción sostenible y reduzca el impacto ambiental en la industria de la construcción.

Palabras clave: Colillas de cigarrillos, concreto con agregado de colillas, prefabricados ecológicos, bloques de concreto con colillas.

Abstract.

The research focuses on assessing the feasibility of utilizing cigarette butts as a component in the production of various construction materials. A comprehensive analysis of the physical and mechanical properties of the resulting material was conducted, comparing them with the properties of conventional building materials. Additionally, the environmental impact of incorporating cigarette butts into the production processes was examined, and their economic viability will be evaluated. The aim is to contribute to the development of innovative solutions for managing cigarette butt waste and to promote a circular economy in the construction industry. It is anticipated





that this research will foster sustainable construction practices and reduce the environmental footprint in the construction sector.

Keywords: Cigarette butts, concrete with cigarette butt aggregate, eco-friendly prefabricated materials, concrete blocks with cigarette butts.

Introducción.

Los filtros de los cigarrillos están hechos de acetato de celulosa, un bioplástico derivado de la celulosa de la madera, el acetato de celulosa no tiene toxicidad y no es inflamable, el acetato de celulosa está rodeado de papel fino, pero a través del proceso de combustión del tabaco, estos absorben los elementos químicos los cuales los vuelven contaminantes al medio ambiente.

Los filtros pueden tardar años en degradarse e, incluso mientras lo hacen, se descomponen en pequeños trozos de plástico, llamados micro plásticos, los cuales ponen en riesgos a los animales que los consumen al considerarlos comida y contaminan las fuentes de agua, como pozos, ríos, mares, etc. una colilla de cigarrillo puede contaminar hasta 50 litros de agua dulce y hasta 10 litros de agua salada (Otálvaro Ortiz & Restrepo, 2020).

Según el informe de Ocean Conservancy, desde los años ochenta ha limpiado cerca de más de 60 millones de colillas, que

contaminan los océanos de todo el mundo (Ocean Conservancy, 2018)

Teniendo en cuenta como enunciado del problema: ¿Es factible la utilización de colillas de cigarrillos recicladas en la producción de materiales para las obras grises de la construcción?

Se posee como objetivo específico: Generar las bases científicas sobre incorporación y reciclaje de colillas de cigarrillos, en materiales de obras grises de la construcción como es el caso de bloques, ladrillos de pisos, concreto para aceras.

“Las colillas de cigarrillo son el residuo resultante de fumar, estas son arrojadas en su mayoría a los suelos, aceras y calles contaminando los mismos con los compuestos químicos generados por la combustión del cigarrillo” (Manrique, Eslava, & Pascua, 2017).

Los filtros de cigarrillos plantean una problemática sustancial en cuanto a la eliminación de residuos y desechos tóxicos. El material predominante en estos filtros es el acetato de celulosa, el cual posee propiedades de foto degradación, pero carece de capacidad biodegradable. Aunque la exposición a los rayos ultravioleta del sol puede eventualmente fragmentar los filtros en partículas más pequeñas en condiciones ambientales óptimas, el material original no desaparece por completo, sino que se dispersa en el agua o el suelo.





A pesar de que el impacto ambiental de un solo filtro de cigarrillo desechado es mínimo, la fabricación de 1.35 billones de cigarrillos con filtro en los Estados Unidos en 2007 generó la utilización de aproximadamente 680,000 toneladas de acetato de celulosa. Con un consumo global de 5.6 billones de cigarrillos con filtro en 2002 y una proyección de nueve billones para 2025, la carga ambiental derivada de los filtros de cigarrillos a nivel mundial también resulta significativa. Se estima que alrededor de 1,690 millones de libras (845,000 toneladas) de colillas acaban como desechos en todo el mundo cada año.

En consecuencia, la presencia masiva de filtros de cigarrillos y el uso extensivo de acetato de celulosa plantean desafíos ambientales importantes. Es necesario implementar enfoques más sostenibles para el manejo y la eliminación de estos desechos, así como desarrollar alternativas más amigables con el medio ambiente en la fabricación de filtros de cigarrillos. La conciencia sobre esta problemática y la adopción de medidas adecuadas resultan esenciales para mitigar el impacto negativo de los filtros de cigarrillos en los ecosistemas y la salud humana (Novotni, Lum, Smith, Wang, & Barnes, 2009).

En la medición de material potencial contaminante, se ha hallado que, en 1 litro de agua, 100 colillas son capaces de aportar, al cabo de 1 hora, cerca de 6.000.000 ppb (partes por billón) y aportar 300 ppb de cadmio y 10

ppb de arsénico los cuales, son dos metales pesados altamente tóxicos para la vida y los ecosistemas. De esta manera, 100 colillas resultan 17 veces más contaminantes que las aguas residuales domésticas, sin considerar los nocivos metales pesados que suelen estar ausentes en las aguas de desecho que salen de las cañerías de las viviendas (Beltrán, 2020).

Tabla 1: Top 10 de países con más colillas de cigarrillos recolectadas

País	Colillas
United States	842,837
United Arab Emirates	390,637
Philippines	353,025
Canadá	148,638
Ghana	71,426
México	55,942
Ecuador	52362
Kenya	47,383
Indonesia	40,032
Brazil	36,012

Fuente: Elaboración propia, según datos de Ocean Conservancy.

Según el índice de basura en el océano 2017 entre los diez artículos más recogidos a nivel mundial, las colillas de cigarrillo lideran la lista con en el primer lugar con 2,349,141; y el top 10 de los países que se han recogido colillas de cigarrillos se encuentran: Estados Unidos, Emiratos Árabes Unidos, Pilipinas, Canadá, Ghana, México, Ecuador, Kenia, Indonesia y Brasil (Ocean Conservancy, 2018).

Según Phillips Morris, El Salvador cuenta con 566 millones unidades de cigarrillos, contando





los legales y los de contrabando. Datos de la consultora "Nielsen, 2022".

Metodología.

El tipo de investigación que realizada es de Innovación Tecnológica y aplicada.

Para la recolección de datos se utilizó pruebas del laboratorio de suelos y materiales, en el cual se realizaron el ensayo de revenimiento del concreto, el cual fue necesario para conocer la fluidez de la mezcla, además ensayos del cilindro de concreto necesarias para comprobar la resistencia del concreto los cuales poseen agregados de colillas de cigarrillos, esto se pusieron en contraste con materiales construidos de forma tradicional; de esta manera se evaluará la calidad de los materiales fabricados y se buscó la mejor dosificación.

Se realizaron campañas de recolección por medio de proyección social de la Universidad de Oriente, recolectando un total de 30,800 colillas.



Ilustración 1: Colillas de cigarrillos recolectadas.

Resultados: Los resultados indican que los bloques elaborados con colillas de cigarrillos no alcanzaron la resistencia necesaria para su uso en paredes portantes (estructurales), pero son adecuados para aplicaciones no estructurales, como arriates, cercas y divisiones en viviendas. Respecto al concreto, desde un inicio fue concebido como un concreto no estructural, a pesar de eso se utilizó una dosificación 1:2:2 para verificar la resistencia de este, la cual no alcanzó la resistencia necesaria para ser considerado como concreto estructural, pero puede utilizarse en mortero para relleno de bloques, aceras y losas en primeros niveles para piso cerámico y elementos no considerados estructurales en viviendas.

Al finalizar la recolección de las colillas, se dio inicio a un proceso de desinfección meticuloso, una vez finalizado el proceso de desinfección, se procedió a colocar las colillas en un área adecuada para su secado. Este espacio fue seleccionado cuidadosamente, garantizando una buena ventilación y exposición a la luz solar directa.

Para llevar a cabo esta fase del proceso, se utilizaron charolas metálicas, que proporcionaron una superficie plana y resistente para la disposición de las colillas. Además, se emplearon sacos de nylon para resguardar las colillas durante el proceso de secado y protegerlas de cualquier contaminante externo.





Ilustración 2: Proceso de secado de colillas desinfectadas.

Una vez concluido el proceso de secado, se procedió a la trituration de las colillas de cigarrillo utilizando un molino manual. Se utilizó un equipo de protección personal que incluyó guantes de látex, mascarillas químicas y alcohol gel para desinfectar las manos. Además, se mantuvieron toallas desinfectantes disponibles para limpiar el área de trabajo durante y después del proceso de trituration. Esto fue esencial, ya que la trituration de las colillas de cigarrillo genera un polvo fino que puede ser perjudicial para la salud si se inhala.



Ilustración 3: Proceso de trituration de colillas de cigarrillo, en molino manual.

Dentro de este proceso, se llevó a cabo la separación de las colillas en bolsas, cada una conteniendo una cantidad de 100 colillas. Esta división permitió una medición precisa del peso utilizando una báscula de alta precisión.

A través de este procedimiento, se determinó que el peso promedio de estas bolsas oscilaba entre los 17 y 20 gramos, dependiendo de la marca de los cigarrillos y el diámetro de las colillas.

Se dio inicio a las pruebas de concreto hidráulico, cuyo objetivo principal era medir la resistencia del concreto a compresión. Para lograrlo, se implementó una dosificación específica de 1:2:2, que consistía en una parte de cemento, dos partes de arena y dos partes de grava. Se sabe que esta dosificación, en su estado óptimo, alcanza una resistencia de 210 KG/CM²; aunque se el estudio se orientó a concreto no estructural se tomo en cuenta esta dosificación como parámetro de medición.

Inicialmente, se consideró la posibilidad de utilizar las colillas de cigarrillos como un agregado en la mezcla, es decir, sustituir un porcentaje de arena o grava por colillas molidas. Sin embargo, se observó que las colillas molidas generaban más volumen que peso. Por lo tanto, se modificó el diseño de la mezcla para que las colillas fueran utilizadas como aditivo.

Los aditivos en el concreto son ingredientes adicionales, además del agua, agregados y cemento hidráulico, que se incorporan a la mezcla justo antes o durante el proceso de mezclado. Esta modificación permitió explorar cómo las colillas de cigarrillos podrían afectar las propiedades del concreto.





Se llevaron a cabo dos ensayos, uno utilizando un 10% de colillas y otro con un 20% de colillas, tomando en consideración el peso en relación a 1 metro cúbico de concreto. Estos ensayos tenían como objetivo evaluar el impacto de las colillas como aditivos en las propiedades del concreto, incluyendo su resistencia a la compresión. Los resultados de estos ensayos proporcionarán información valiosa para determinar la viabilidad y los efectos de incorporar las colillas de cigarrillos en la mezcla de concreto.



Ilustración 4: 10% de colillas, aproximadamente 500 unidades y 20% de colillas, aproximadamente 1000 unidades.

Durante el proceso de evaluación, se llevaron a cabo pruebas fundamentales para controlar la calidad del concreto utilizado en la obra. Estas pruebas incluyeron tanto la prueba de revenimiento y la prueba de compresión.

La prueba de revenimiento La prueba de revenimiento tiene como objetivo fundamental asegurar que una mezcla de concreto sea adecuadamente trabajable para su aplicación en la construcción. En este proceso, se mide la fluidez y la capacidad de asentamiento de la

mezcla. La muestra evaluada debe estar dentro de un rango específico, o tolerancia, del revenimiento deseado.

Por otro lado, la prueba de compresión es uno de los métodos más utilizados para evaluar la calidad y la resistencia del concreto. En esta prueba, los cilindros de concreto se someten a cargas de compresión en una prensa de laboratorio hasta que se quiebran. Esta prueba se realiza en diferentes tiempos de curado para evaluar cómo evoluciona la resistencia del concreto con el tiempo. Es una herramienta esencial para garantizar que el concreto cumpla con los estándares de seguridad y calidad requeridos para la obra.



Ilustración 5: Prueba de revenimiento, o fluidez del concreto y Prueba de resistencia a la compresión.

Para el proceso de elaboración de bloques, se llevó a cabo una dosificación específica para asegurar la correcta incorporación de colillas de cigarrillos. La dosificación consistió en la utilización de 200 gramos de colillas de cigarrillos, que equivalen a 1,000 colillas, junto con 1 ½ carretillas de arena, 1 ½ carretillas de piedra triturada y ½ bolsa de





cemento. Esta proporción fue diseñada para la producción de un total de 24 bloques con dimensiones de 14x20x40.

Con el fin de evaluar la calidad y la idoneidad de los bloques producidos, se llevaron a cabo pruebas de laboratorio exhaustivas. Estas pruebas se realizaron principalmente para comprobar la resistencia a la compresión de los bloques.



Ilustración 6: Toma de datos y prueba de compresión de bloques.

El proceso de pruebas comenzó con un período de curado de siete días, durante el cual los bloques se mantuvieron en condiciones controladas para garantizar un desarrollo adecuado de sus propiedades. Tras este período de curado, se procedió a la medición de los bloques para verificar que cumplieran con las medidas reglamentarias especificadas para su diseño, en este caso, las dimensiones de 14x20x40.

Luego, se pesaron los bloques individualmente para registrar su peso. Finalmente, los bloques se sometieron a pruebas de compresión utilizando una máquina especializada. Esta máquina aplicó fuerza gradualmente a los

bloques hasta que se rompieron, permitiendo registrar la capacidad de resistencia a la compresión de cada bloque individualmente.

Tabla 2: Resultados de pruebas de compresión de los bloques.

Compresión								
BLOQUE No	Long. cm	Ancho cm	Altura cm	Kg/m ³	ABSORCION (%)	DENSIDAD Kg/M3	Esfuerzo Área Neta kg/Cm ²	Esfuerzo Área Bruta kg/Cm ²
1	39.1	14.0	19.1	204	9.5	1950	40.8	24
2	39.1	14.1	18.9	234	11.1	1877	38.9	23
3	39.2	14.2	19.2	197	9.1	1978	47.5	28
Promedio					9.9	1935	42.4	25

Fuente: Elaboración propia con apoyo del Laboratorio de Suelos y Materiales de la UNIVO.

Análisis:

Como es apreciable en tabla 2, la resistencia promedio de los cilindros de concreto son de 96.5 y 96.4 kg/cm² correspondiente respectivamente a la utilización de 10% y 20% de colillas de cigarrillos, esta cifra alcanzada es según la resistencia total que tiene que alcanzar el concreto a los 28 días de haber sido producido.

Según estos resultados para los primeros 7 días de elaboración, el concreto adquiere la resistencia como si fuese una mezcla convencional, no habiendo mejoras en su rendimiento ni disminución.

Según los resultados de los 28 días de elaboración de la mezcla de concreto





hidráulico, no adquirió la resistencia requerida, estos resultados dicen que no es conveniente la utilización de colillas de cigarrillos en concreto del tipo estructural (fundaciones, columnas, vigas y entrepisos), no obstante, si se puede utilizar en concreto baja resistencia como es el caso mortero para relleno de bloques de concreto, aceras, losas en primeros niveles para colocación de piso cerámico, etc.

Los resultados indican que los bloques elaborados agregando colillas de cigarrillos no alcanzaron los niveles de resistencia necesarios para ser utilizados en paredes portantes (paredes de tipo estructural) siendo este tipo de pared la que soporta cargas, no poseen columnas y cargan el peso propio, armadura de techo, el techo, etc. Sin embargo, se puede utilizar para la elaboración de bloques no estructurales como arriates, paredes para cercos en terrenos y paredes divisorias en viviendas.

Conclusiones:

La investigación subraya la necesidad de abordar el problema de las colillas de cigarrillos como residuos ambientales. A nivel global, se desechan enormes cantidades de colillas, y su reciclaje presenta desafíos técnicos y económicos. Aunque los resultados indican limitaciones en cuanto a la resistencia de los materiales construidos con colillas de

cigarrillos, se abren oportunidades para su uso en aplicaciones no estructurales.

Se destaca la importancia de la concientización de los fumadores y la necesidad de infraestructura para la recolección de colillas. También se enfatiza la necesidad de continuar investigando alternativas innovadoras para el reciclaje de colillas de cigarrillos.

Referencias

Manrique, Eslava, & Pascua. (2017). USO INTEGRAL DE COLILLAS DE CIGARRILLO CON FINES AMBIENTALES Y COMERCIALES. PROYECTO PILOTO EN LA FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS. Boletín Semillas Ambientales, 11(1), 72-79. Recuperado el 20 de junio de 2022, de <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/bsa/article/view/12234/12776>

oceanconservancy. (2018). [/oceanconservancy.org](https://oceanconservancy.org). Washington, DC : oceanconservancy. Obtenido de <https://oceanconservancy.org/wp-content/uploads/2018/07/Building-A-Clean-Swell.pdf>

Royal Melbourne Institute of Technology. (12 de marzo de 2016). A practical proposal for solving the world's cigarette butt problem:





Recycling in fired clay bricks.

doi:<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.03.012>

THE TOBACCO ATLAS. (s.f.).

<https://tobaccoatlas.org/>. Recuperado el 20 de marzo de 2023

UNEP. (2014). Valuing Plastics. Recuperado el 20 de marzo de 2023, de The Business Case for Measuring, Managing and Disclosing Plastic Use in the Consumer Goods Industry.

