



Recuperación y reutilización de poliuretano para la adsorción de agentes contaminantes basados en el funcionamiento de la esponja de mar con el fin de reducir el impacto ambiental en el Río Salitre de la localidad de Barrios Unidos de la ciudad de Bogotá D.C

Elaborado por:

Ana Sofia Hincapié Pérez – Ingeniería Química

Jhoan Sebastián Rojas Rodríguez – Ingeniería Química

Julián Camilo Ballen Rodríguez-Ingeniería Química

Universidad EAN

Facultad de Ingeniería

Proyecto de Grado

Agosto 2022

Bogotá, D.C.

Resumen ejecutivo:

La contaminación causada en la ciudad de Bogotá específicamente en el sector donde conecta el Rio Negro y el caño Salitre en la localidad de Barrios Unidos, ha llegado a convertirse en uno de los problemas críticos para la comunidad y el medio ambiente de la zona; debido a esto, la investigación se centra en capturar las contaminantes en los vertimientos del agua del canal del caño salitre, donde la mayoría de los habitantes de la zona arrojan residuos contaminantes, que afecta este cuerpo de agua, debido a esto se va a realizar un estudio del poliuretano basado en la estructura físico-química de la esponja de mar como bioinspiración, como una propuesta en la descontaminación de estos vertimientos, gracias a que este es eficiente en la adsorción de soluciones de alta viscosidad (agentes líquidos contaminantes).

El poliuretano al ser un material poroso, y asemejándose en la estructura de la esponja de mar, sirve como material de estudio, para determinar su capacidad de adsorción, ya que, al ser una espuma, tendrá propiedades, que permitirá el paso de sustancias menos densas como es el caso del agua, y se evitara el paso más de sustancias más densos que es el caso de los contaminantes, capturándolos dentro de la espuma para su posterior extracción.

Nuestro proyecto pretende estar ubicado en la conexión de estos dos canales en la Av.68 con calle 80 donde se observa alta contaminación y olores fuertes generados por esta; esta zona residencial se ve afectada en tiempos de sequía donde se incrementan los olores y generan enfermedades para los residentes y usuarios que transitan con frecuencia este sector; se espera que basado en los estudios que se realizarán el sistema sea fundamentado en un sistema autónomo, es decir, que no requiera de intervención humana.

Introducción:

Este proyecto se realiza con el fin de desarrollar un dispositivo el cual sea capaz de reducir la contaminación de las fuentes hídricas que contienen agentes contaminantes para así reducir el impacto ambiental; en la zona aledaña donde se realizarán los estudios se encuentran problemáticas causadas por esta tales como: malos olores, animales indeseados y manejo de residuos. Mediante este prototipo se busca reducir la problemática al capturar agentes contaminantes debido al vertimiento de residuos tóxicos, lixiviados que poseen elementos químicos (abonos, insecticidas y herbicidas) y las basuras arrojadas en el canal del río donde finalmente desemboca al humedal Juan Amarillo destruyendo así su fauna y flora.

En un proyecto de trabajo anterior, los investigadores del Laboratorio Nacional de Argonne, la Universidad de Chicago y el Departamento de Energía de EE. UU. desarrollaron una esponja (similar a una esponja), gomaespuma que puede absorber fácilmente los derrames de petróleo en el agua. Debido a la densidad del aceite, la esponja no puede absorber los compuestos, la idea comenzó corriendo en agua sucia que necesita ser removida del cuerpo de agua.

El método consiste en una técnica denominada síntesis osmótica secuencial, que se utiliza para injertar poliuretanos comunes y óxidos metabólicos utilizados en la industria del mueble sobre materiales poliméricos (Alvarado, 2015, p. 15).

Se trabaja juntamente a este proyecto porque el objetivo es el mismo, utilizan una tela que absorbe el aceite a través de la espuma, se plantea que los contaminantes se adhieran a la esponja (por sus propiedades bacterianas) para eliminar adecuadamente estos compuestos contaminantes. No hay que olvidar que la producción de poliuretano se realizara con residuos del mismo en las industrias de la marquetería, aislantes, y demás negocios que la producen, que pueden generar un problema ambiental, ya que al tratarse de polímeros esto no son susceptibles a la descomposición, lo que se puede contribuir indirectamente a esta problemática

Objetivos:

Objetivo general

Identificar los beneficios obtenidos del poliuretano con el fin de ser implementado como adsorbente de agentes contaminantes, empleando en la biomimesis de la esponja de mar con el propósito de reducir los contaminantes, en una de los principales afluentes hídricas en la localidad de Barrios Unidos de la ciudad de Bogotá. D.C

Objetivos Específicos

- Realizar una caracterización de agua del afluente para así determinar los agentes contaminantes que posee esta.
- Conocer las diversas opiniones de la población aledaña al Río Salitre con el fin de identificar las principales problemáticas y tipos de afectaciones.
- Desarrollar un diseño basado de poliuretano haciendo uso de la biomimesis fundamentada en la estructura de la esponja de mar dando así solución a la contaminación de la fuente hídrica.
- Validar el prototipo por un experto

Definición del Problema

Los daños ambientales causados por vehículos contaminantes en tramos terrestres, marítimos y fluviales en varios puntos del país han dejado una huella ecológica irreversible en la composición de las aguas y los diversos problemas que dejan. Después de todo, independientemente de su fuente, los contaminantes se distribuyen por igual y, a través de ellos, contaminan los cuerpos de agua, afectando la seguridad alimentaria en comunidades como la pesca y la agricultura, provocando enfermedades y planteando una serie de peligros. Especies vegetales o animales que provocan cambios importantes en la cadena alimentaria de un ecosistema. Las causas son variadas, pero no necesariamente las consecuencias de la contaminación química, que suele ser tóxica, inflamable y cancerígena. Mata a muchas especies, afectando más a las aves. Los efectos dependen de la ubicación, la hora del día, el tipo de contaminación, el viento y las corrientes marinas, la temperatura y la cantidad del agua y la exposición. Tal evento conduciría directamente a problemas sociales y ecológicos que afectarían los recursos hídricos de su entorno, socavando cualquier posibilidad de recuperación rápida.

Las principales causas de la contaminación del agua son; tala de árboles, captación ilegal de agua, vertimientos de desechos domésticos e industriales, disposición de desechos, desechos industriales que contienen metales pesados y falta de atención al manejo eficiente y responsable del agua. El río es un referente de suciedad y contaminación en la ciudad de Bogotá. Por lo tanto, el objetivo del proyecto es llevar a cabo más investigaciones sobre cómo limpiar cuerpos de agua, ya que se propondrán absorbentes para polímeros, especialmente poliuretanos basados en estructuras de esponja. Para solucionar este problema, los contaminantes (Gil, M.J y Soto, A. Publicidad, 2012, p.03)

Un ejemplo de contaminación en el río Bogotá son las emisiones industriales de la tenería Villapinzón Cundinamarca, ubicada a 5 km de la fuente. La falta de instalaciones de tratamiento que manejen de manera efectiva el agua doméstica y drenen el agua mal drenada a los ríos, incluso en Bogotá, representa el 80 por ciento de la contaminación. El 20% restante lo produce la industria minera y de trituración. Los tres desagües que afectan al río Bogotá son el Salitre, Fucha y Tunjuelo, haciéndolo anaeróbico y muerto. Cuando el río llega a Bogotá, ingresa y se mantiene en el nivel de contaminación 6, y cuando sale por primera vez del río Salita por la calle 80, ingresa al nivel 2 según el índice del ICA (CAR, 2015, p. 01).

En conclusión, se tiene que preguntar ¿cómo podemos utilizar materiales poliméricos basados en la estructura biomolecular de hongos para reducir la carga ambiental y la propagación de contaminantes de los principales recursos hídricos de la ciudad de Barrios?

Justificación:

El propósito del estudio es capacitar a los habitantes de la ciudad de Barrios Unidos y demás habitantes de la comunidad aledaña a cuidar su entorno y así comprender el manejo de los residuos sólidos y la disposición adecuada de los compuestos contaminantes. Esto se realiza como parte de la investigación y mitigación de recursos hídricos, que tiene como objetivo ayudar a prevenir y reducir el impacto de los residuos sólidos y líquidos, mediante el uso de un material polimérico (poliuretano) y bioinspirado en su capacidad de adsorción a la esponja de mar, recolectando y apoyándose en datos cuantitativos para determinar la causa de la contaminación del agua, se va a llevar a cabo una extensa investigación sobre el uso de materiales poliméricos para lograr la adsorción, dilución, separación y purificación de los compuestos contaminantes que afectan los cuerpos de agua. De esta manera, se asegura un ambiente sano, que contribuye a la mejora de las condiciones de vida.

Análisis de requerimientos

- **Especificaciones:**

El río salitre se encuentra ubicado en la ciudad de Bogotá más exactamente en el sector centro – norte, Tiene un área de drenaje de 13.964 hectáreas, con una longitud de cauce principal de 19,76 km y la pendiente media del cauce es de 3,32 %. Su altura promedio es de 2.870 msnm, donde la cota máxima está por el orden de los 3.200 msnm y la mínima está sobre los 2.540 msnm aproximadamente. (PUJ et al., 2008). Este Río nace en los cerros orientales donde recibe el nombre de río arzobispo, el cual es canalizado desde el Parque Nacional Enrique Olaya Herrera (carrera 7ª) hasta la carrera 30, a partir de su de la Avenida NQS se denomina río Salitre hasta su cruce con la carrera 68, donde recibe el este nombre en referencia al humedal existente en esta parte de la ciudad (entre las localidades de Engativá y Suba). Hacen parte de esta cuenca las quebradas Delicias, La Vieja, La Chorrera, Cataluña, La Canadá, Luce, Moraji, Chico, Los Cerros, Los Rosales, entre otras y los humedales Jaboque, Santa María del Lago, Córdoba y Juan Amarillo o Tibabuyes. El río finalmente

desemboca en el río Bogotá en inmediaciones de la planta de tratamiento de aguas residuales El Salitre. (PUJ et al., 2008)

Este río principal se encuentra afectado a lo largo de su trayectoria por industrias, viviendas y personas externas que arrojan residuos y contaminan la fuente hídrica, basado en estudios realizados por la Secretaría Distrital de Ambiente en el año 2020, esta afluente se divide en cuatro tramos de la siguiente manera:

- Tramo 1: Parque Nacional con una longitud de 1.31 km.
- Tramo 2: arzobispo Carrera 7, Carrera 30 Calle 53, longitud 2.31 km
- Tramo 3: Carrera 30, Calle 53, Carrefour Av. 68, longitud 2.70 km
- Tramo 4: Carrefour Av. 68, Transversal 91 Planta Salitre Alameda, longitud 13.45 km, siendo este el punto crítico en cuanto a calidad y contaminación.

El proceso que la secretaria distrital empleó se basó en la recolección de una única muestra del agua en cada tramo anteriormente mencionado en una hora establecida llevándola a análisis en laboratorio y determinando la calidad basada en el siguiente indicador:

El periodo de monitoreo varía de acuerdo con la contratación del Programa de Monitoreo de la calidad y la cantidad del recurso hídrico y sus factores de impacto. Este índice permite evaluar la calidad del agua por categorías en una escala de 0 a 100, agrupadas así: Entre 95 y 100: Excelente, 80 y 94: Buena, 65 y 79: Aceptable, 45 y 64: Marginal, 0 y 44: Pobre, tal y como se presenta en la siguiente tabla ²

Tabla 1*Indicador calidad del agua*

CATEGORÍA	VALORES	DESCRIPCIÓN
Excelente	[95 < WQI < 100]	La calidad del agua alcanza los objetivos de calidad; la calidad está protegida sin que las condiciones deseables estén amenazadas.
Buena	[80 < WQI < 94]	La calidad del agua alcanza los objetivos de calidad; la calidad está protegida en un menor nivel. Sin embargo, las condiciones deseables pueden estar amenazadas.
Aceptable	[65 < WQI < 79]	La calidad del agua no alcanza los objetivos de calidad; ocasionalmente las condiciones deseables están amenazadas.
Marginal	[45 < WQI < 64]	La calidad del agua no alcanza los objetivos de calidad; frecuentemente las condiciones deseables están amenazadas.
Pobre	[0 < WQI < 44]	La calidad del agua no alcanza los objetivos de calidad; la mayoría de las veces la calidad está amenazada o afectada, por lo general apartada de las condiciones deseables.

Nota: imagen tomada de:

https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dlm_download&p=23622

Siguiendo los parámetros anteriormente mencionados se establecen de la siguiente manera las condiciones de calidad de cada tramo:

Tabla 2*Indicador calidad del rio salitre*

TRAMO	CATEGORIA	VALOR
1	Buena	87.38
2	Buena	87.06
3	Marginal	63.84
4	Marginal	58

Nota: imagen tomada de:

https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dlm_download&p=23622

La recolección de datos de la secretaria se basó en dos metodologías para determinar los agentes contaminantes las cuales se dividieron en medición *in situ* y en el laboratorio siendo determinados como muestra la siguiente tabla:

Tabla 3

Clasificación de los determinantes de la calidad del agua medidos in situ y en laboratorio

Monitoreo	Determinantes de la calidad del agua
Mediciones <i>in situ</i>	Caudal, pH, Temperatura, Conductividad y Oxígeno Disuelto
En laboratorio	DBO5, DQO, SST, Grasas y Aceites, Surfactantes Activos al Azul de Metileno (SAAM), Ptotal, Ntotal (Kjeldahl, Nitratos, Nitritos) y Coliformes Fecales.

Nota: imagen tomada de:

https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dlm_download&p=23622

Teniendo en cuenta el punto de ubicación del prototipo se determina como tramo determinante el número IV que de igual manera se ve con mayor afectación por los agentes contaminantes; según los estudios de las estaciones de la Secretaría Distrital se encontraron en las siguientes cantidades:

Tabla 4

Río Salitre WQI – Tramo IV

Determinante de la calidad	No. datos que no cumplen el OC	% de datos que no Cumplen el OC
DBO5	2	11.76
DQO	0	0
SST	0	0
GyA	6	33.33
SAAM	7	36.84
Fósforo Total	2	10.53
Coliformes fecales	1	5.88
Nitrógeno Total	2	11.1
pH	0	0
OD	6	33.33

Nota: imagen tomada de:

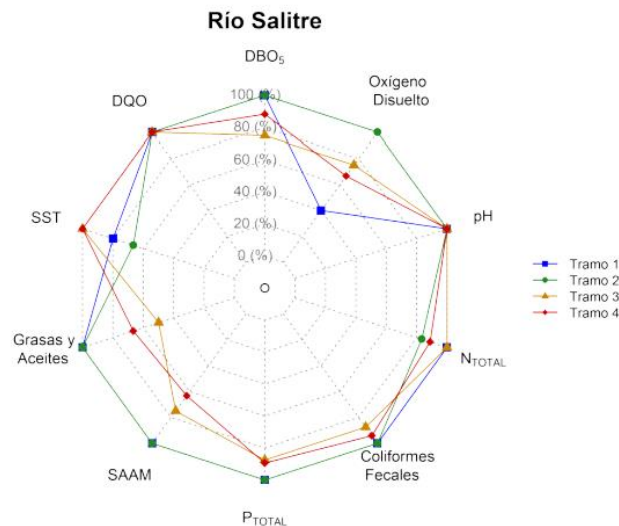
https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dlm_download&p=23622

Se determino que “de los 183 datos validados, 26 no cumplieron el objetivo de calidad, es decir el 14.20 %. En este tramo se tiene que los determinantes de calidad que presentaron una mayor frecuencia de incumplimiento fueron: OD, Tensoactivos y GyA”²

A continuación, se presenta un gráfico donde se comparan los tramos y porcentajes según los determinantes:

Figura 1.

Porcentaje de cumplimiento de los objetivos de calidad por determinante de la calidad del agua y tramo del río salitre



Nota: imagen tomada de:

https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dlm_download&p=23622

Basado en los registros anteriores, los principales agentes contaminantes que se van a retirar del afluente del río salitre son desechos sólidos derivados de la producción industrial o incluso de los desechos de basuras que se genera día a día; de igual manera, los contaminantes líquidos tales como: aguas residuales, líquidos lixiviados o derrames de crudo, serán retirados debido a que estos contribuyen al deterioro del agua del afluente generados por malas gestiones y el mal manejo de los residuos humanos, industriales y agrícolas, por lo tanto se espera que por medio del prototipo y la espuma de poliuretano se obtenga resultados positivos y genere la reducción de impacto mediante su diseño que contiene una malla con una distribución de partícula de un milímetro (1 mm) que retenga los sólidos y la espuma adsorba la mayor cantidad de agentes contaminantes para así posteriormente estos sean retirados, este proceso se realizara continuamente; cabe recordar que antes de realizar la limpieza, se debe realizar un estudio de calidad del afluente del río salitre, para así determinar los principales contaminantes presentes y continuar con el análisis pertinente para la elaboración y determinación del prototipo.

Alcance y planeación

Para poder dar cumplimiento a los objetivos propuestos, se requiere fundamentalmente de un análisis económico social y ambiental los cuales serán los tres pilares bases del proyecto.

En cuanto se refiere a la parte económica, teniendo claro que la espuma de poliuretano será 100% reciclable gracias a la recolección ejecutada de los residuos de industrias (Marquetería, industrias de la espuma, etc.), se necesitará presupuesto bajo; en cuanto a la construcción del prototipo se tendrá en cuenta la compra de materias primas (Plásticos, maderas, mallas, herramientas, etc.) además de la inversión de obra de mano y tiempo requerirán dinero el cual será presupuestado por los inversionistas iniciales y más adelante obtener financiación ya sea por un ente privado o público.

En el aspecto social, se busca que el prototipo tenga buen aspecto para los residentes aledaños del cuerpo de agua contaminado, y que estas no se vean afectadas por los compuestos contaminantes que afectan su salud diariamente.

Finalmente, en la parte ambiental, se debe realizar un estudio en laboratorio para tratamiento de agua en donde se buscará recolectar varias muestras del río Salitre en diferentes horas “pico” dependiendo si el río está caudaloso o tranquilo, a partir de estos se efectuará un estudio mediante análisis de composición ya sea por espectrofotometría u otro método el cual determine los agentes pertenecientes de las muestras de agua recolectada; a partir de los datos obtenidos se realizará otro análisis de laboratorio en donde se caracterizará el poliuretano con el agua obtenido previamente para así realizar una curva de adsorción donde se determinará el tiempo vs la cantidad de adsorción.

Por último, el poliuretano utilizado para la limpieza de los cuerpos de agua contaminados será reutilizado hasta que este cumpla su función y luego se llevará a un proceso de descontaminación donde se tomará como reciclaje debido a que al ser un material polimérico genera contaminación en suelo y agua y será usado como espuma para aislantes sonoros u otros usos industriales.

Marco Teórico

Antecedentes

Los científicos del Laboratorio Nacional de Argonne, la Universidad de Chicago y el Departamento de Energía de los EE. UU. han desarrollado una esponja (similar a una esponja), una pieza de gomaespuma que puede absorber fácilmente el aceite en el agua. Para el petróleo, las esponjas no tienen la capacidad de absorber compuestos, y la idea comienza con el flujo de agua contaminada, que debe eliminarse del cuerpo de agua. La técnica consiste en poliuretano común (del tipo que se usa para hacer muebles) y una técnica llamada síntesis osmótica secuencial, que se usa para infundir óxidos metabólicos en materiales poliméricos (Alvarado, 2015, p. 15)

El proyecto básicamente está enfocado en recolectar aceite de sitios acuáticos sin necesidad de absorber agua y hacerlo reutilizable, buscamos producir un estudio que cumpla con parámetros técnicos para poder utilizar la tecnología en base a las propiedades bacterianas que tienen las esponjas de una manera sencilla. método de limpieza, en el que el agente contaminante se sumerge en agua, luego se exprime y se recoge en un recipiente para su posible reutilización o eliminación segura. Después de "drenar" el aceite, la esponja puede ser reutilizada dentro de la ciudad de Bogotá.

Materiales poliméricos

Los polímeros, se encuentran en una gran cantidad de accesorios para una variedad de propósitos en todo el mundo, se han convertido en parte de nuestro entorno y estas unidades ahora se incorporan a los materiales de construcción debido a sus propiedades mecánicas y alto peso molecular. Entre sus propiedades destacan que es un aditivo ligero, resistente al impacto, la humedad, los ácidos y las sustancias alcalinas. Se llama polímero porque es una molécula grande con una masa molecular que se compone básicamente de muchas repeticiones de unidades derivadas de otras moléculas, llamadas monómeros, que también están compuestas por moléculas más pequeñas; polimerización La consolidación de sustancias a través de monómeros se llama polimerización (Flores & Isaac, 2012)

Figura 2

Materiales Poliméricos



Nota: Imagen tomada de Bueno, P. M. (s/f). POLÍMEROS. Edu.pe. Recuperado el 16 de mayo de 2022, de <http://blog.pucp.edu.pe/blog/qm2-202-131/2018/04/22/polimeros/>

Los polímeros brindan una enorme utilidad a las industrias de todo el planeta, ya que representan el 5% del uso total anual de petróleo y gas utilizado en la producción de plástico, como se muestra en la Figura 2, cuantificado en porcentajes de la siguiente manera (García, 2018):

- Materiales para empaque en general 36%
- Construcción de edificaciones 16%
- Fabricación de textiles 14,5%
- Consumo en productos y bebidas 10-3%
- Transportación 6,6%
- Artículos eléctricos, electrónicos y para medicina 4,4%
- Maquinaria industrial 0,7%
- Otros usos 11,5%

Poliuretano

El poliuretano se usa en muchas áreas de la vida diaria. Sus usos son diversos. No solo es más versátil que otros análogos, sino que también destaca por su resistencia a los efectos de los solventes químicos, lo que le permite ser utilizado en una amplia variedad de procesos de

fabricación. Según sus inventores, la tecnología se ha utilizado para limpiar la acumulación de aguas superficiales y los "penachos" submarinos de petróleo y productos derivados del petróleo producidos después de derrames o fugas en las tuberías. Ofrece una ventaja mayor que la tecnología. además de recuperar diferentes tipos de petróleo sobre o dentro del agua, los fluidos recuperados pueden purificarse para uso futuro. Las esponjas de aceite tienen una capacidad de absorción sin precedentes” (Bezos, 2021).

Además, el material se puede reutilizar repetidamente después de torcerlo para extraer el petróleo recuperado que contiene y depositarlo en un tanque de retención. En una pequeña cantidad de material absorbente.

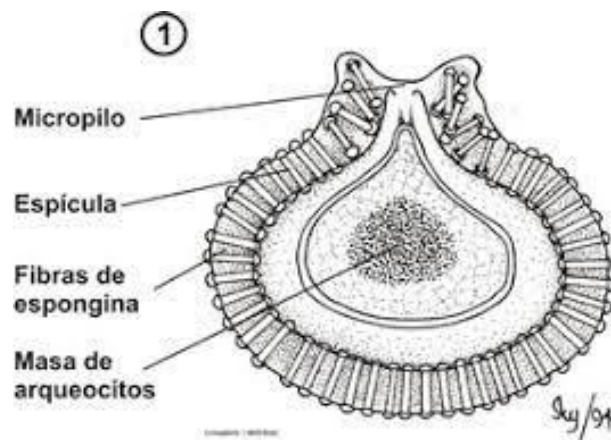
Estructura de la esponja

Las esponjas son parásitos sin tallo cuyas células son en su mayoría pluripotentes, con tres capas de células: coroides (capa externa), mesodermo (una capa intermedia cuyo grosor varía según la especie) y acantodermo (capa interna). Se alimentan por filtración a través del sistema acuífero, que consta de: Poros dérmicos (en la corteza de la aleta) por donde entra agua al interior de la esponja y luego a través de los condrocitos (células flageladas de los condrocitos) al sistema acuífero que también permite Eliminando desechos y liberando gametos son capaces de reproducción tanto sexual como asexual, además “sus estadios larvales son móviles y autótrofos” (Low-Pfeng et al. 2012)

Como se observa en la figura 3, la esponja tiene una serie de organismos que son muy relevantes para los ecosistemas marinos, son filtros de agua que brindan sustrato para el desarrollo de otros organismos, tiene margen de participación en reciclaje de sustancias nutritivas para algunos individuos y hábitats. Por su rol en estos ecosistemas, es importante conocer el entorno donde naturalmente las encontramos para así adaptar un hábitat y poder monitorear la especie y mantener el estado de conservación del área de interés (Torruco y González 2011, Carballo 2002).

Figura 3

Estructura esponja de mar



Nota: Esta figura representa como está compuesta la esponja de mar, y como esta nos sirve como inspiración para los materiales absorbentes poliméricos imagen tomada de Valderrey, J. L. M. (s/f). *Reproducción de las esponjas. Naturaleza y turismo. Recuperado el 16 de mayo de 2022, de <https://www.asturnatura.com/articulos/porifera/reproduccion.php>*

Contaminación del agua

La contaminación del agua con sustancias que modifican su calidad y composición química. Según la Organización Mundial de la Salud, el agua está contaminada “cuando su composición ha cambiado de tal manera que en su estado original ya no cumple con los requisitos para el uso previsto”. Porque es fuente de salud y felicidad. Es necesario para llevar a cabo actividades diarias y constituye las tres cuartas partes de nuestro cuerpo, solo el 1% puede ser consumido por los humanos, a pesar de que el planeta está cubierto de agua es generalmente escasa y es necesario reconocer la importancia de su gestión (Rojas, 2015)

Por otra parte, el agua contaminada mantiene terminología importante para conocer más su composición (contaminada) como, por ejemplo:

- DBO5: El valor DBO5 indica la cantidad de oxígeno que las bacterias y otros microorganismos utilizan en una muestra de agua durante un período de 5 días a una temperatura de 20°C para degradar aeróbicamente las sustancias contenidas en el agua. es una medida indirecta de la suma de todas las sustancias biodegradables. materia orgánica en el agua. El valor de DBO indica la cantidad de oxígeno disuelto (mg/l)

necesaria durante un determinado período de tiempo para biodegradar la materia orgánica contenida en las aguas residuales.

- DQO: Este es un parámetro que mide la cantidad de material que puede ser oxidado por un químico disuelto o suspendido en una muestra líquida. Sirve para medir el grado de contaminación, expresado en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mg O₂/l).
- SST: Sistema de seguridad y salud en el trabajo.
- Grasas: Esto se aplica a una amplia gama de sustancias orgánicas extraíbles de soluciones o suspensiones acuosas que contienen hexano o triclorotrifluoroetano (freón). Desde un punto de vista químico, las grasas, al igual que los aceites, son ésteres de glicerol y ácidos grasos. Los principales compuestos disueltos por estos solventes son hidrocarburos de alto peso molecular, ésteres, aceites, ceras y ácidos grasos. Todos estos compuestos crean una "sensación pegajosa" y están asociados con problemas relacionados con la grasa en la eliminación de desechos.
- Aceites: El aceite de motor es el aceite utilizado para lubricar varios motores de combustión interna. Aunque el propósito principal del aceite de motor es reducir la fricción y lubricar las piezas móviles, el aceite de motor también limpia, previene la corrosión, mejora el sellado y reduce la temperatura del motor al alejar el calor de las piezas móviles. Los aceites de motor son derivados de compuestos sintéticos del petróleo y otros productos utilizados para fabricar aceites sintéticos. Los aceites de motor están compuestos principalmente de hidrocarburos, es decir, compuestos orgánicos hechos completamente de carbono e hidrógeno.
- Surfactantes Activos al Azul de Metileno (SAAM): El azul de metileno, un colorante catiónico, se mueve en equilibrio desde una solución acuosa a un líquido inmiscible. Esto ocurre durante la formación de pares de iones entre el anión (SAAM) y el catión azul de metileno.
- Coliformes fecales: Definidos como coliformes capaces de fermentar lactosa a 44-45 °C. Estos incluyen bacterias del género *Escherichia*, así como especies de *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*. Aunque a menudo se derivan de las heces, los organismos que dan positivo con esta prueba pueden provenir de agua contaminada, aguas residuales industriales y plantas y suelos en descomposición.

Metodología

Para el proyecto propuesto, se tuvo que analizar y caracterizar los agentes contaminantes del río Salitre, con esta información del análisis del río, se propuso desarrollar un prototipo en el laboratorio de la universidad donde se realizó un polímero (Poliuretano) bioinspirado en la esponja de mar, para la adsorción de agentes contaminantes, posteriormente se realizó el estudio de adsorción para determinar la eficiencia y eficacia del poliuretano, para finalmente construir el prototipo, para dar un acercamiento a los habitantes que viven cerca del Río Salitre, una alternativa para descontaminar estas aguas .

En la recolección de las muestras del Río Salitre se realizó una práctica de campo, donde se bajó hasta el río, con todas las medidas sanitarias y de bioseguridad, y todos los implementos para la recolección de las muestras (Jeringas, Frascos de muestra de orina, Guantes, Gafas, etc.) , donde se recolecto tres muestras del río a diferentes horas del día. La primera muestra se tomó a las 7:00 am, la segunda muestra a las 12:00 pm y la tercera muestra a las 3:00 pm, cada muestra aproximadamente de 20 mililitros, donde se llevaron estas muestras al acueducto de Bogotá para su posterior análisis con todo el material y equipos certificados, para datos más confiables y más precisos, el análisis que se llevó a cabo fue un muestreo simple, ya que, por la complejidad, la falta de recursos y la y falta de tiempo no se realizó un análisis más completo. Donde se observó diferentes características como la turbiedad, Color, conductividad, pH, Alcalinidad, Cloruros, Dureza calcica, Estudios de cloro, aluminios, nitritos, sulfatos y mercurios, Grasas y aceites.

Estudio de las muestras del Río Salitre

A continuación, se mostrará los resultados de las muestras (1,2 y 3) para determinar el grado de afectación que tiene el Río Salitre en diferentes horas del día.

Tabla 5

Resultados de los análisis fisicoquímicos de las aguas del río Salitre

Muestra	Turbiedad (UNT)	Color (UPC)
1	15	40
2	18	45
3	21	49

Nota: Análisis turbiedad y color del río salitre. Tomado de los resultados obtenidos en *el acueducto de Bogotá*

Turbiedad (UNT): La turbiedad es una medida del grado de transparencia del agua que se pierde debido a la presencia de partículas en suspensión. Cuanta más materia en suspensión

hay en el agua, más sucia parece y más espesa se vuelve. La turbiedad se considera una buena medida de la calidad del agua. Es por eso que Según la OMS (Organización Mundial para la Salud), la turbiedad del agua para consumo humano no debe superar en ningún caso las 5 UNT, y estará idealmente por debajo de 1 UNT. (Higiene ambiental, 2021)

En nuestro caso la turbiedad del Ríos Salitre supera los 10 UNT, Una mediada que refleja la cantidad de partículas contaminantes suspendidas en el agua y el grado de afectación que esta tiene.

Color (upc): El color UPC se basa en comparar la muestra con soluciones coloreadas o discos de cristal de color, que han sido calibrados previamente. La coloración del agua se compara visualmente con una serie de patrones de color, que por unidad de medida simulan el color que produce 1 ppm de platino (en forma de cloroplatinato) con determinada cantidad de cobalto añadida, que se utiliza para igualar el matiz del color. (Higiene ambiental, 2021)

Según el color del rio Salitre en la figura se ubica entre 40-50 un color amarillento, que determina el grado de contaminación del rio

Figura 4

Indicador de Color UPC



Nota: Esta figura representa los indicadores de color Hazen para determinación de calidad imagen tomada

http://www.drcalderonlabs.com/Metodos/Analisis_De_Aguas/Analisis_de_%20Color1.htm

Tabla 6

Resultados de los análisis fisicoquímicos de las aguas del rio Salitre

Muestra	Conductividad (µS/cm)	pH	Alcalinidad	Dureza mg/L
1	40.6	6.85	4.90	7.34
2	54.6	6.93	4.92	7.54
3	61.1	6.64	5.38	7.46

Nota: Análisis de conductividad, pH y Alcalinidad rio salitre. Tomado de los resultados obtenidos en *el acueducto de Bogotá*

Conductividad: La conductividad o conductancia específica de una solución acuosa es una medida de su capacidad para conducir la electricidad, esta aumenta cuando la solución contiene electrolitos (Stratus, 2021). Según la clasificación de conductividad del río salitre se encuentra entre agua potable indicándonos que no tiene suficientes sales en su composición química.

Figura 5

Clasificación del agua en función a la conductividad

Clasificación de agua en función de su conductividad (uS/cm)						
Agua Destilada (0,5-3)	Nieve Derretida (2-42)	Agua de Grifo (50-800)	Agua potable en USA (30-1500)	Corriente de agua Dulce (100-2000)	Aguas Residuales Industriales (10.000)	Agua de Mar (55.000)

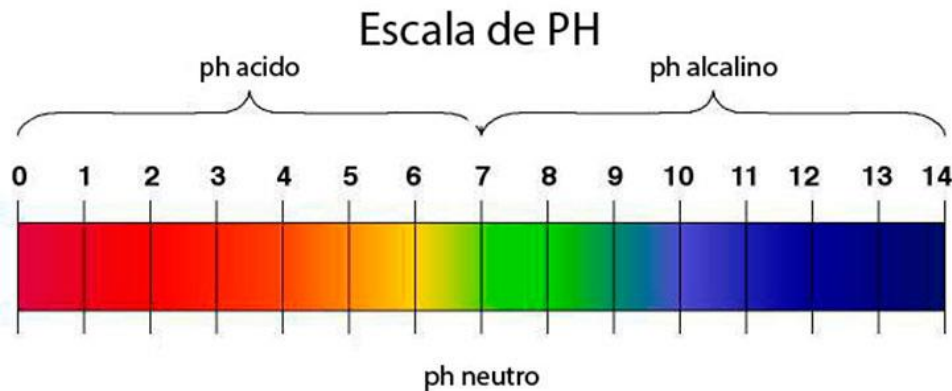
Nota: Esta figura representa la clasificación del agua por medio de su conductividad imagen tomada de *Características del agua para consumo humano*. (2021, 17 agosto). Stratus. <https://stratus.cl/caracteristicas-del-agua-para-consumo-humano/>

PH y Alcalinidad: La alcalinidad o basicidad del agua, es la medida de la capacidad para neutralizar ácidos. A diferencia del pH, que indica si una solución es un ácido o una base, la alcalinidad expresa cuánto ácido puede absorber una solución sin cambiar el pH. Es esencialmente, la capacidad amortiguadora de una solución. Por lo tanto, las soluciones con baja alcalinidad tienen una menor capacidad de amortiguación y cambian el pH con bastante rapidez cuando se agrega algo ácido.(Pérez, López, 2022).

Según el valor de pH del río salitre, se mantiene en un valor neutro, ya que por falta de ácidos y sales, su pH se mantienen de 6.64-6.85, tendiendo a la formación de ácidos, es por eso que alcalinidad se mantiene en valor neutral

Figura 5

Clasificación escala de pH



Nota: Esta figura representa la clasificación escala de pH imagen tomada de. *Escala del pH - Experimentoscientificos.es.* (2020, 23 noviembre). Experimentos Científicos. <https://www.experimentoscientificos.es/ph/escala-del-ph/>

Tabla 6

Resultados de los análisis fisicoquímicos de las aguas del rio Salitre

Muestra	Cot mg/L	Cloruro mg/L	Nitrato mg/L	Sulfato mg/L	Mercurio mg/L	Oxígeno Disuelto mg/L
1	0.301	6.98	0.73	9.63	0.025	7.32
2	0.296	7.02	0.72	9.56	0.05	7.89
3	0.315	7.16	0.72	9.62	0.039	7.29

Nota: Análisis de compuestos químicos presente en la muestras del Rio Salitre . Tomado de los resultados obtenidos en *el acueducto de Bogotá*

Compuestos químicos en el rio Salitre: En los resultados del análisis del Rio Salitre se encontraron grandes contaminantes nocivos tanto para el medio ambiente como para la salud humana, principalmente se encontro fragmentos de mercurio, un elemento toxico, ya que al estar expuesto, puede contraer cáncer así mismo los cloruros que contra efectos perjudiciales para la salud, También se encuentran los COT (Carbono orgánicos totales) un parámetro que se utiliza para valorar la calidad de las aguas.

Por lo que estas sustancias se dan de forma natural originado en plantas y animales como resultado de su metabolismo, excreción y descomposición. No obstante los efluentes de las industrias que utilicen compuestos orgánicos también son una fuente significativa de emisión de COT al ambiente.

También se encuentra un déficit de oxígeno disuelto, el cual el oxígeno disuelto es la cantidad de oxígeno gaseoso que esta disuelto en el agua. El oxígeno libre es fundamental para la vida de los peces, plantas, algas, y otros organismos; por eso, desde siempre, se ha considerado como un indicador de la capacidad de un río para mantener la vida acuática. Es por eso que en el rio Salitre no puede formar ningún tipo de vida acuático salvo microorganismo que al entrar al cuerpo humano puede traer enfermedades (Diarrea, Parásitos, Bacterias etc.)

Realización del Poliuretano

Para la elaboración del poliuretano, se obtiene a partir de la reacción del polioliol (alcohol poli hídrico con varios grupos hidroxilo) con el diisocianato o isocianato polimérico (estos son los compuestos principales del poliuretano). Su forma depende de la variedad de polímeros y todos estos dependen del polioliol o isocianato que se muestra en la Figura 6. El tiempo de reacción de estos dos ingredientes depende del volumen y la concentración requerida, como se muestra. en la Figura 7, el polioliol se coloca en el isocianato y los compuestos reaccionan durante 5 a 10 minutos para dar el producto. poliuretano como se ve en la Figura 8 (Kapps, 2004).

Figura 6

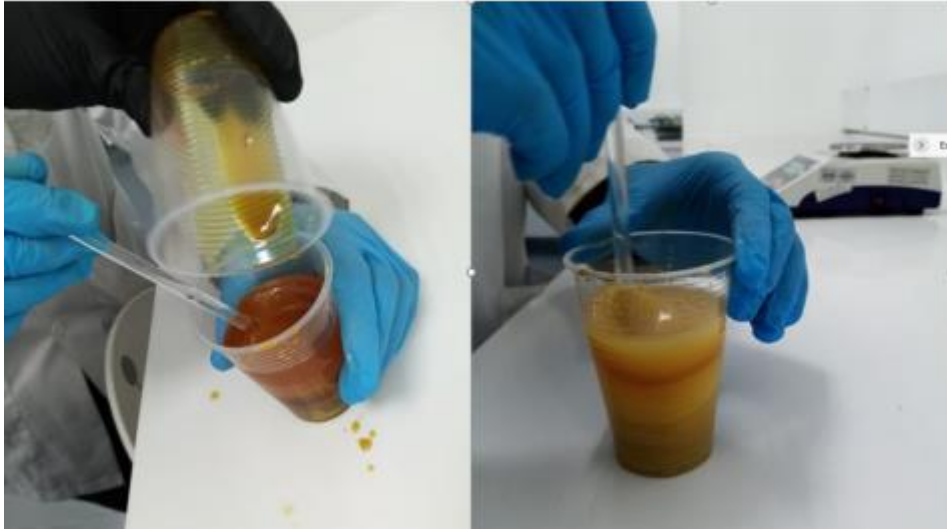
Materias Primas del poliuretano: Polioliol e isocianato



Nota: Fuente elaboración propia

Figura 7

Mezcla del polioli y el isocianato



Nota: Fuente elaboración propia

Figura 8

Elaboración del Poliuretano



Nota: Fuente elaboración propia

Estudio de adsorción del poliuretano

se realizó un laboratorio estudiando el comportamiento que tiene el poliuretano en la adsorción del agua contaminada y del tiempo necesario que este llegue a su adsorción total, En el experimento en el laboratorio donde se desarrolló la práctica de la adsorción del aceite en poliuretano, la práctica consistió en colocar en un vaso precipitado con la solución del aceite a 200 ml, y por medio del poliuretano anteriormente fabricado, se determinó cuánto tiempo alcanza el punto máximo de la adsorción , en la tabla 7 se observa el peso que fue adsorbiendo el poliuretano hasta llegar a su punto máximo de adsorción, el cual su punto mayor fue a los 15 minutos donde a partir desde ese punto no se adsorbió más aceite y como se muestra en la figura 11 , se trata del grafico de cuanto aceite adsorbió el poliuretano durante quince minutos, se observa que gráfica, en los primeros cinco minutos tiende una línea exponencial por lo que después del minuto ocho tiende aplanarse por lo que en ese momento llega a su punto de adsorción.

Tabla 7

Tiempo de absorción del poliuretano en aceite

Tiempo de Contacto (Minutos)	Peso del aceite (gramos)	Peso del aceite en el poliuretano (Peso Inicial-Peso Final)	Aceite adsorbido
0	281.63	281.63-0	0
5	281.63	281.63-0	17.03
10	281.63	281.63-0	28.55
15	281.63	281.63-0	31.9

Nota: Fuente Elaboración propia

Figura 11

Gráfico peso vs tiempo, absorción del poliuretano en aceites



Nota: Fuente Elaboración propia

Componentes Tecnológicos y de innovación del proyecto.

La idea de este proyecto es en buscar una biomimesis, que pueda solucionar una problemática, con ello contribuyendo a la sostenibilidad, se propuso una alternativa innovadora al implementar una bioinspiración basado en la estructura físico-química de la esponja de mar en la adsorción y filtración dentro de agua en su forma molecular, el cual esto lo implementamos en la vida real a un problema que aqueja al medio ambiente, lo que son los ríos contaminados principalmente el río salitre, mediante la recolección de polímeros (poliuretano), de desechos de la marquetaría y mediante un mecanismo autónomo que sea capaz de recorrer los ríos y de esta manera recolectar los agentes contaminantes y los sólidos suspendidos del mismo con un a tecnología de automatización Esto nos lleva a desarrollar una investigación del uso de óxidos metabólicos en materiales poliméricos, principalmente para relacionar la estructura bio-molecular de la esponja de mar para poder generar una biotecnología que se capaz de cumplir la función bacteriana que tiene dicha especie. De hecho, se busca recuperar desechos contaminantes para utilizarlo posteriormente en diferentes procesos, la idea central es depurar los materiales contaminados en tres fases claramente separadas: la primera, compuesta por las arenas y los materiales inorgánicos; la segunda, de agua, y la tercera, de agentes contaminantes mediante un mecanismo sencillo, la creación de una tecnología capaz de recolectar los desechos contaminantes y en su interior realizar la separación del cuerpo de

agua con los contaminantes, donde quedará alojado dentro del dispositivo, la tecnología implementada tomará los principales compuestos de filtración que tienen las esponjas de mar, el dispositivo está construido con base a la misma esponja tratando de emular los filamentos que tiene para la adherencia de partículas mayores (compuestos orgánicos con mayor densidad). El dispositivo está cubierto por una capa de células fotovoltaicas (Paneles solares), y una cinta transportadora hecho de plástico y cubierta de nano cables de cobre (Shen, 2011), el cual el tiempo de elaboración del prototipo depende de la maquinaria, el presupuesto y 32 el personal que se disponga para realizar el ensamble del dispositivo, el cual puede tardar como máximo dos semanas. Las células fotovoltaicas (paneles solares), generan suficiente electricidad para mantener a flote el mecanismo en movimiento durante varias semanas y proporcionan la energía para impulsar el dispositivo hacia adelante. (Arencibia-Carballo G, 2016. Pg. 02-05) A medida que la cabeza se mueva a través del agua, la cinta transportadora gira constantemente y absorbe la contaminación. La correa cubierta de nano cables se comprime para eliminar los desechos. A medida que la parte limpia de la correa sale de la cabeza, inmediatamente comienza a absorber los residuos, haciendo que el proceso de recolección sea fluido y eficiente. Luego de colocar el dispositivo en el agua, sobre el contaminante, se extrae todo con la ayuda de redes o mallas fijadas en los compartimientos de entrada y salida, dejando el agua casi totalmente limpia. Una de las ventajas del dispositivo es que su acción es rápida, y eso detiene la expansión de los agentes contaminantes.

Análisis de las restricciones

Normativas ingeniería:

- **ISO 14001:** Esta Norma Internacional especifica los requisitos para un sistema de gestión ambiental que una organización puede usar para mejorar su desempeño ambiental. La presente norma internacional está prevista para uso por una organización que busque gestionar sus responsabilidades ambientales de una forma sistemática que contribuya al pilar ambiental de la sostenibilidad. Esta Norma Internacional ayuda a una organización a lograr los resultados previstos de su sistema de gestión ambiental, con lo que aporta valor al medio ambiente, a la propia organización y a sus partes interesadas. (SYSTEMS., 2015)

Restricciones Ambientales: En el ámbito de restricciones ambientales, encontramos sustancias tales como el poliuretano que es el principal componente del prototipo donde cabe resaltar que este es un derivado del petróleo donde: la disposición térmica o quema del poliuretano puede generar emisiones de compuestos como NO₂ y N₂O, amoníaco y otros compuestos tóxicos derivados de Nitrógeno debido a su alto contenido de este elemento. Además algunas espumas de poliuretano tienen en su composición retardantes de llama, los cuales están compuestos por bromuros y cloruros, que al momento de realizar degradación térmica, emiten radical muy contaminantes para la atmósfera (Corredor. D, 2013)

Se plantea situar el proyecto en el sector del Rio Salitre por la calle 80, donde se tomará en cuenta el paso debajo de esta importante avenida para establecer el sistema planteado; teniendo en cuenta que esta fuente hídrica desemboca al humedal Juan Amarillo el cual se encuentra bajo el área de zonas protegidas determinado por el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), se deben solicitar permisos y licencias ambientales a la secretaria ambiental de Bogotá D.C.

Figura 12

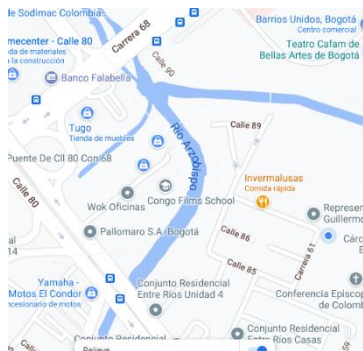


Figura 4. Imagen google maps, ubicación del sistema

Restricciones económicas: Este proyecto se busca ser ejecutado mediante subsidios otorgados por la secretaria distrital de ambiente de Bogotá, inicialmente se deberán realizar inversiones de las empresas implicadas para los estudios, ejecución de diseño y prototipado a gran escala para así continuar con la debida ejecución en el punto establecido del sistema de limpieza. Cabe aclarar que con base a los cambios que se realicen en el programa interno de la secretaría se deben establecer de igual manera cambios sobre los contratos o programas que se realicen en conjunto.

Se contará con un dinero disponible de \$100.000.000 inicialmente para realizar estudios, prototipos y estudios varios.

Restricciones legales: Teniendo en cuenta que este proyecto tiene fines de solución ambiental se debe realizar un seguimiento a las leyes, normas y artículos establecidos por entes gubernamentales con respecto a esta clase de temas. A continuación, se encuentran los más destacados:

Artículos de la Constitución Política Colombiana:

Tabla 8

Artículo	Tema
49	La atención de la salud y el saneamiento ambiental son servicios públicos a cargo del Estado. Se garantiza a todas las personas el acceso a los servicios de promoción, protección y recuperación de la salud.
75	Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.
80	El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.

Decretos y leyes

Tabla 9

Decreto o ley	Contenido
LEY 99 DE 1993 (diciembre 22)	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.
Decreto 1753 de 1994	Por el cual se reglamentan parcialmente los Títulos VIII y XII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.

Decreto ley 2811 de 1.974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente
Ley 09 de 1979	Por la cual se dictan Medidas Sanitarias
Decreto 901 de 1997	Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa o indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se establecen las tarifas de éstas.

• **Socioculturales:** Al estar establecido el sistema contiguo a viviendas urbanas se debe realizar estudios socioculturales con el fin de socializar y enseñar a los residentes aledaños los nuevos sistemas que se ejecutarán en sus cercanías y comunicar los trabajos que se realizarán para las instalaciones del nuevo sistema de limpieza.

Se tiene en cuenta que además de residentes aledaños, se realizará en una vía principal de la ciudad de Bogotá, donde cualquier impedimento o cambio se debe socializar mediante señalizaciones o trabajadores con el fin de evitar molestias y calamidades que afecten o interfieran con la instalación.

Análisis de Costos

Costos preliminares

Los costos preliminares son una herramienta importante para conocer el precio real en la construcción del producto y tener una anticipación de los gastos que se pueden generar en dicho proceso. Se adelantan gastos promediados para poder llegar a un precio justo y real de lo que sería la producción del producto y los paso a paso que se llevan detrás.

- **Costos directos.**

Tabla 10

Materias primas	uso	Precio
Reactivos		Precio COP
Poliol e isocianato	Con la ayuda de estos reactivos desarrollamos el poliuretano.	30.000
Reactivos para el análisis del agua	ácido sulfúrico, ácido ascórbico, buffer de aluminios, cloruro de vario, heriocromanina	80.000

Equipos		
3 vaso de precipitado Baker	Manejo de los reactivos para el poliuretano y recipiente del poliuretano.	46.000
Agitador y espátula	Herramientas necesarias para la fabricación del poliuretano	8.000
Estructura del mecanismo.	Estructura diseñada para el uso del poliuretano (flotador tubular, piezas de madera delgada, plástico impermeable, malla tipo red, herramienta)	95.000
Equipos para análisis del agua.	PH metro-recipientes para recolección de agua-espectro fotómetro-turbidímetro.	365.000

- **Costos fijos**

Tabla 11

Tipo de gasto	Uso	Precio COP
Reparaciones	Intervención inmediata en caso de fallas.	20.000
Servicios públicos	Servicios de agua y electricidad	250.000
Arriendos y alquileres	Lugares los cuales sean útiles para la producción y el almacenamiento del producto	850.000
Tasas e impuestos	Producto de baja producción y prototipado no maneja tasas de interés ni impuestos	0
Seguros	Hurto y daño por el producto varía según la empresa que lo cubra	45.000
Mano de obra	Mano de obra no calificada	30.284
Tiempo de producción	Se estima que cada producto es diseñado en una hora, el cobro de dicha hora el Colombia se encuentra legalmente en 4.100 pesos	4.100

- **Costos generales**

Tabla 12

Tipo de gasto	Uso	Precio COP
Publicidad	Generar reconocimiento e importancia al producto	150.000
Nominas	Si la producción no da abasto con mano de obra individual entraríamos a generar contratos de mayor tamaño	1.000.000
Administración	Participación de un plan de producción u oportunidades de negocio	50.000
limpieza	Gastos generados por la limpieza de los lugares donde se fabrique el producto.	44.750
transporte publico	Gastos de los ingenieros que transporten el producto al lugar donde será aprovechado	15.000
Gastos imprevistos	Accidentes, reparaciones importantes, etc.	20.000

- **Costos totales**

Gastos directos, gastos fijos y gastos generales	3`103.134
--	-----------

Referencias.

Alvarado, J. (2015, 10 abril). *Esponjas de mar*. Universidad de Málaga.

<https://www.buenastareas.com/ensayos/Esponjas-De-Mar/1858181.html>

Arencibia-Carballo, G. (2016). La importancia del uso de paneles solares en la generación de energía eléctrica. *REDVET*, 17(6), 2–5.

<https://www.redalyc.org/pdf/636/63647456002.pdf>

Alvarado, J. (2015, 10 abril). *Esponjas de mar*. Universidad de Málaga.

<https://www.buenastareas.com/ensayos/Esponjas-De-Mar/1858181.html>

Arencibia-Carballo, G. (2016). La importancia del uso de paneles solares en la generación de energía eléctrica. *REDVET*, 17(6), 2–5.

<https://www.redalyc.org/pdf/636/63647456002.pdf>

Baldan, V. J. (2015). DESARROLLO Y PLACAS DE CARACTERISTICAS POLYMER producidos a partir de reciclaje de residuos industriales termoestables de poliuretano. Sao Carlos: Universidad de Sao Carlos SP BRASIL. Recuperado el 20 de 05 de 2022

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22927/1/DOCUMENTO%20ESCRITO%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

BBC News Mundo. (2010, 28 abril). *¿Cuál es el verdadero impacto de un derrame de petróleo?*

https://www.bbc.com/mundo/internacional/2010/04/100428_derrame_petroleo_claves_lp

Bezoz, G. (2021, 2 septiembre). *POLIURETANO: PROPIEDADES Y APLICACIONES*. Blogpaneles ACH. <https://panelesach.com/blog/poliuretano-propiedades-aplicaciones/>

Brusca R, Brusca G (2003) *Invertebrates*. Sinauer Associates, MA, USA

Bueno, P. M. (s/f). *POLÍMEROS*. Edu.pe. Recuperado el 16 de mayo de 2022, de <http://blog.pucp.edu.pe/blog/qm2-202-131/2018/04/22/polimeros/>

CAR, A. (2006). *El río Bogotá recorre el Distrito Capital en su cuenca media a lo largo del costado occidental de su área urbana y esta cuenca está conformada por múltiples cauces y canales de drenaje, provenientes de los cerros orientales*. Corporaciones Autónomas Regionales. <https://www.car.gov.co/uploads/files/5ac24aeabc81c.pdf>

Características del agua para consumo humano. (2021, 17 agosto). Stratus.

<https://stratus.cl/caracteristicas-del-agua-para-consumo-humano/>

Conoce la calidad del agua en el río Salitre de Bogotá. (2020, diciembre). Observatorio Ambiental de Bogotá. Recuperado 19 de septiembre de 2022, de

<https://oab.ambientebogota.gov.co/conoce-la-calidad-del-agua-en-el-rio-salitre-de-bogota/>

Corredor, D. (2013) Evaluación de alternativas para determinar la mejor disposición final del poliuretano rígido. Universidad libre.

Camelo, M. D. F. (s/f). Observatorio Ambiental de Bogotá. Observatorio Ambiental de Bogotá.

Recuperado el 16 de mayo de 2022, de <https://oab.ambientebogota.gov.co/>

Clasificación de las áreas protegidas de Bogotá. (s/f). Secretaría Distrital de Ambiente.

Recuperado el 30 de octubre de 2022, de <https://ambientebogota.gov.co/clasificacion-de-las-areas>

Color del agua, parámetro indicador de calidad. (s. f.). Recuperado 30 de octubre de 2022, de <https://higieneambiental.com/aire-agua-y-legionella/color-del-agua-parametro-indicador-de-calidad>

DECRETO 2811 DEL 18 DE DICIEMBRE DE 1974. Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Decreto-2811-de-1974.pdf>

DECRETO 901 DE 1997. Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa o indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se establecen las tarifas de éstas. [https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1729219#:~:text=\(abril%2001\)-por%20medio%20del%20cual%20se%20reglamentan%20las%20tasas%20retributivas%20por,establecen%20las%20tarifas%20de%20%C3%A9stas.](https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1729219#:~:text=(abril%2001)-por%20medio%20del%20cual%20se%20reglamentan%20las%20tasas%20retributivas%20por,establecen%20las%20tarifas%20de%20%C3%A9stas.)

DECRETO 1753 DE 1994, por el cual se reglamentan parcialmente los Títulos VIII y XII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1299>

Flores, F. G., & Isac, J. (2012). Introducción a la química de los polímeros biodegradables: una experiencia para alumnos de segundo ciclo de la ESO y bachillerato. Real Sociedad Española de química, 38-44.

informe calidad del agua WQI 2021. (2022, 28 julio). observatorio ambiental de bogota. Recuperado 19 de septiembre de 2022, de https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dlm_download&p=23622

Induanalisis, Laboratorio, monitoreo, consultoría y equipo. Bucaramanga - Col. (s. f.). *DBO y DQO | Publicaciones*. Recuperado 19 de septiembre de 2022, de https://www.induanalisis.com/publicacion/detalle/dbo_y_dqo_31

Galindo, M. D. (2015). *Derecho Ambiental en Colombia, Incidencia de los grupos guerrilleros en los daños ambientales*. Universidad Católica de Colombia. <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15124/1/Derecho%20Ambiental%20e%20n%20Colombia%20C%20Incidencia%20de%20los%20grupos%20guerrilleros%20en%20los%20da%C3%B1os%20ambientales.pdf>

Gil, M. J., & Soto, A. M. (2012). *Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos*.

Instituto Tecnológico
Metropolitano.

<http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v7n2/v7n2a05.pdf>

García, L. S. (30 de octubre de 2018). Polímeros y plásticos II. El Financiero, págs. 1-2.

<https://www.elfinanciero.com.mx/opinion/salvador-garcia-linan/polimeros-y-plasticos-ii/>

Kapps M, Buschkamp S (2004) “Fabricación de espuma rígida de poliuretano (PUR)”. Bayer Material Science. File N°PU210120409 es. Introducción 2004.3p obtenido de

<https://www.redalyc.org/pdf/1939/193946969001.pdf>

Microlab Industrial - Parámetros - Patógenos - Coliformes Fecales. (s. f.). Recuperado 19 de septiembre de 2022, de

<https://www.microlabindustrial.com/parametros/patogenos/182/coliformes-fecales>

PEREZ-LOPEZ, Esteban. Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, Cartago, v. 29, n. 3, p. 3-14, Sept. 2016.

Available from <http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0379-39822016000300003&lng=en&nrm=iso>. access on 30 Oct. 2022.

<http://dx.doi.org/10.18845/tm.v29i3.2884>.

PID AMAZONIA (2019, 5 abril) *Las fuentes hídricas en zonas urbanas y el papel de las comunidades en su conservación*. <https://pidamazonia.com/content/las-fuentes-h%C3%ADdricas-en-zonas-urbanas-y-el-papel-de-las-comunidades-en-su-conservaci%C3%B3n>

Low-Pfeng AM, Peters EM (2012) Historia natural de la especie. In: Low-Pfeng AM, Peters Recagno EM (eds) Invertebrados marinos exóticos en el Pacífico mexicano. Geomare, Mexico, pp 138-147

LEY 99 DE 1993 (diciembre 22) por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/ley-99-1993.pdf>

LEY 9 DE 1979. por la cual se dictan Medidas Sanitarias

https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/LEY%200009%20DE%201979.pdf +

LEY 99 DE 1993 (diciembre 22) por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/ley-99-1993.pdf>

Léxico. (s. f.). GRAF Website. Recuperado 19 de septiembre de 2022, de

<https://www.grafiberica.com/depositos-soterrados/como-recuperar-agua-de-lluvia/lexico/demanda-biologica-de-oxigeno-dbo5.html>

Ortiz Aguirre, (2014), *instituto politécnico nacional. centro interdisciplinario de ciencias marinas.*

<https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/13345/1/ortiza1.pdf>

Shen Lafia (2011), on multi-walled carbon nanotubes: novel coaxial nanocables for high-rate lithium-ion batteries. *Journal of Materials Chemistry*, 2011, vol. 21, no 3, p. 761-767.

https://www.researchgate.net/publication/255749402_In_situ_growth_of_Li4Ti5O12_on_mu

lti-

walled carbon nanotubes Novel coaxial nanocables for high rate lithium ion batteries

Rangel, N. A., de Alva, H. E., Romero, J., Rivera, J. L., Álvarez, A., & García, E. (2007). Síntesis y caracterización de materiales reforzados (“composites”) de poliuretano poroso/hidroxiapatita. *Revista iberoamericana de Polímeros*, 8(2), 99-111.

Rojas, v. (2015). contaminación del agua. Obtenido de <http://contaminacionagua.org/causas-contaminacion-agua/>

Torruco D, González A (2011) Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. <http://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap4/22%20Las%20esponjas.pdf>. Consultado en mayo 20 de 2022