



CONSUMO EXCESIVO DEL RECURSO HÍDRICO EN EL LABORATORIO DE SUELOS AMCIS

Resumen

La investigación abordó el consumo de agua en los procesos laboratorio de suelos de la empresa AMCIS, debido al alto consumo promedio registrado en los últimos meses, en relación a la cantidad promedio de muestras de suelos que se procesan mensualmente.

Se plantean formular estrategias para el uso eficiente del recurso hídrico en las pruebas de ensayo del laboratorio de suelos AMCIS, mediante una metodología con enfoque cualitativo de alcance descriptivo. El desarrollo de la metodología está basado en la inspección documental, Inspección in Situ, Balance de masas y revisión bibliográfica, realizados en 3 etapas.

En la primera etapa se establecen estándares para el uso eficiente del agua en el laboratorio (tecnología y buenas prácticas en el ahorro eficiente del agua), determinar ahorros potenciales y relación de consumo por procesos, la segunda etapa analiza el beneficio y costo de la recirculación de agua en el empresa y en la tercera etapa se considera un modelo instructivo para sensibilizar a los trabajadores sobre el ahorro eficiente de agua en el laboratorio de suelos de AMCIS.

Palabras claves: *Recirculación, Sedimentación, Flotación, Coagulación, Floculación, Filtración.*

Abstract

The investigation addressed the water consumption in the laboratory processes of soils of the company AMCIS, due to the high average consumption registered in recent months, in relation to the average number of soil samples that are processed monthly.

Strategies are proposed for the efficient use of the water resource in the testing of the AMCIS soil laboratory, using a methodology with a qualitative approach of descriptive scope. The development of the methodology is based on documentary inspection, on-site inspection, mass balance and bibliographic review, carried out in 3 stages.

In the first stage, standards are established for the efficient use of water in the laboratory (Technology and good practices for the efficient use and saving of water), determine potential savings and the relationship of consumption by processes, in the second stage the benefit relationship and cost of water recirculation in the company and in the third stage an instructional model is considered to make workers aware of the efficient use and saving of water in the AMCIS soil laboratory.

Keywords: *Recirculation, Sedimentation, Flotation, Coagulation, Flocculation, Filtration.*

1. INTRODUCCIÓN



Colombia actualmente presenta problemas con el control del agua como recurso hídrico vital para la humanidad, adicionalmente hay otros factores (contaminación, minería ilegal, ecosistemas afectados, deforestación, entre otros.) que se involucran con el cambio climático prolongando un problema que de no ser intervenido ocasionara daños en el ecosistema nacional (inundaciones y otros efectos.), del mismo modo, se desencadenaría una crisis socio ambiental que podría desarrollar dificultades sanitarias en las poblaciones o municipios del territorio.

Esta problemática que preocupa a la sociedad en los últimos años ha venido tomando fuerza y desarrollando mecanismos que permitan la recirculación del recurso hídrico y también otros tipos de mecanismos y métodos de tratamiento que sean económicos y ayuden a mitigar los efectos de cambio climático.

Las aguas residuales son parte del problema al cambio climático y como mecanismos de acción se han desarrollado métodos de tratamiento (aguas residuales) de diferente índole, por consiguiente, en esta investigación se buscará establecer tecnologías y estrategias de recirculación y buenas prácticas del uso y reúso del agua en el laboratorio de suelos AMCIS en la cual se permita por medio de una recirculación hídrica y concientización, la disminución en la contaminación del recurso hídrico como agua residual que desencadena diferentes problemáticas en el ecosistema.

2. ANTECEDENTES

El agua es un producto indispensable que nos ayuda a la supervivencia, para el desarrollo tanto económico y un bienestar social. El consumo del agua en los laboratorios de AMCIS es un proceso que se lleva a cabo mediante el manejo y elaboración de ensayos con la finalidad de estudios geotécnicos para conocer las características de los suelos, por otro lado, el Instituto Nacional de Vías (INVIAS, 2012), ha estipulado normas con un seguimiento estricto de los pasos que se recomiendan para dicho proceso, no obstante, al analizar los ensayos elaborados se desperdicia el recurso hídrico sin tener un control en la cantidad de consumo, del mismo modo, el propósito de la investigación tiene como finalidad proponer la reutilización del agua con un mecanismo de recirculación hídrica.

Lo anterior se sustenta con filtros que se encargan del agua residual que se generan en la elaboración de ensayos cuya cantidad tiene una dependencia de la característica del suelo en términos de estructura y textura, posteriormente se procede a purificar el recurso dejándolo listo para su próxima reutilización. “Los tipos y aplicaciones se clasifican de acuerdo con el sector o infraestructura que recibe el beneficio, siendo los principales: el urbano, que incluye irrigación de parques públicos, campos de atletismo, áreas residenciales y campos de golf; el industrial, en el que ha sido muy empleado durante los últimos años, especialmente en los sistemas de refrigeración de las industrias, y el agrícola, en la irrigación de cultivos.” Muñoz Rodríguez, k.p(s.f).

- **Tratamiento:**

Es importante indicar que existe una relación entre captación, conducción y tratamiento de las aguas. Hay diferencias entre estos procesos, ya que cada uno tiene sus propios objetivos. El tratamiento requiere de la captación y la conducción.

- **Tratamiento de las aguas residuales**

El suministro del agua potable el cual es un problema en el territorio nacional, Colombia aún no cuenta con la estructura suficiente para desarrollar sistemas de purificación en todo el territorio nacional, por otra parte, el mantenimiento de aguas residuales se convirtió en una opción para minimizar el riesgo que implica el consumo de estas aguas con microorganismos o agentes patógenos que generan contaminantes. Este tratamiento de aguas residuales mediante lodos activos se desarrolló por primera vez en Inglaterra en el año 1994 y actualmente es el tratamiento estándar de aguas residuales en los países desarrollados.

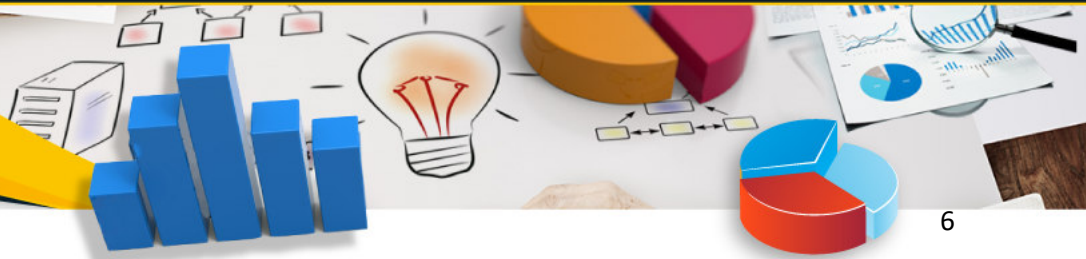
- **La crisis y el cambio climático**

En la última década, la contaminación ambiental se ha manifestado en el mundo, con la reducción de precipitaciones y detrimento de los Glaciales. El recurso hídrico es uno de los más afectados por la contaminación del agua superficial, debido a la mal manejo y uso de las aguas residuales. Agua que por la filtración a fuentes subterráneas llevan la contaminación a acuíferos y demás fuentes hídricas. (Ramón P. &., 2019)

- **Vertimientos en Redes de Servicios Públicos.**

Se requieren acciones para minimizar el agua residual generada en los ensayos de laboratorio, derivado de las diferentes actividades de ensayos, lo cual genera contaminación en los alcantarillados por el vertimiento de estas aguas.

Acciones como no realizar los vertimientos en los alcantarillados, evitar el manejo de sustancias químicas fuera del laboratorio en vertimientos, utilizar trampas de sedimentos y desarenadores,



dejar decantar sólidos en tanques de agua y capacitación del personal para el uso eficiente del recurso agua, ayudan con el uso eficiente y racional del recurso agua en los laboratorios.

(MARTÍNEZ PÁEZ, 2017)

- **Departamento Nacional de Planeación – DNP**

El Departamento Nacional de Planeación ha trabajado en una consultoría denominada “Productividad del agua, el tratamiento de aguas residuales y el reúso en Colombia”, mediante la cual se establecieron parámetros para desarrollar la misión de crecimiento verde del recurso hídrico en Colombia. En el desarrollo de esta consultoría se inició con un diagnóstico sobre la productividad del agua en Colombia, la reutilización de esta en los sectores pecuarios y agrícola, industrial y manufacturero; para cada uno de estos sectores se identificaron las principales problemáticas relacionadas con la productividad del agua y tratamiento de aguas residuales y su reutilización (Departamento Nacional de Planeación - DNP, 2018)

Según una investigación realizada por el diario El Tiempo en el que se presenta el consumo promedio por habitante/ día, Bogotá se encuentra dentro de las capitales que menos agua consumen diariamente con 76.32 L/día con un costo por metro cúbico de \$2.351COP. la información que muestra la siguiente figura hace referencia al consumo promedio por habitante al día en las capitales de Latinoamérica y su precio por metro cúbico en pesos colombianos (El Tiempo, s.f.)

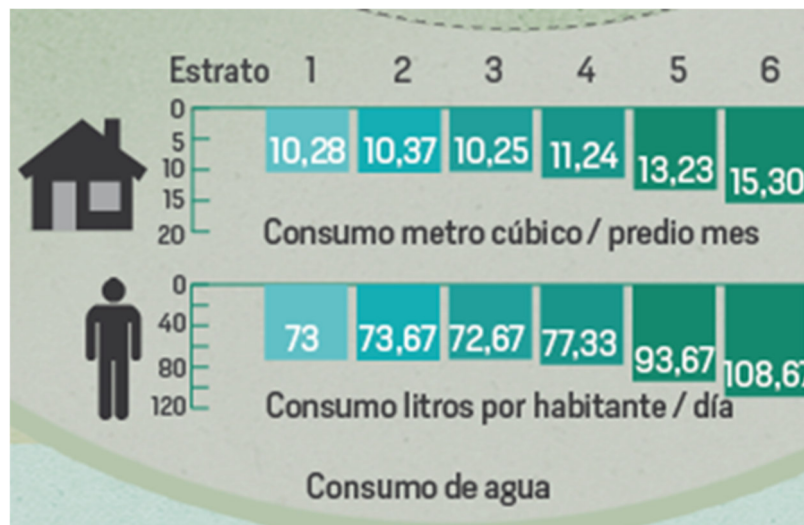
Imágen 1. Consumo de agua Latinoamérica



Fuente. (El Tiempo, s.f.)

Una familia en Bogotá consumía en promedio 11.77 metros cúbicos al día teniendo, así como, el consumo en litros por habitante es de 83.16 Litros-habitante/día. (El Tiempo, s.f.)

Imágen 2. Consumo por familia y por persona en Bogotá



Fuente. . (Acueducto, 2020)

Dada la situación de pandemia según datos oficiales de Acueducto el consumo en Bogotá aumentó a 122 litros-habitante día en 2020. (Acueducto, 2020)

- **Mirada global Historias humanas -ONU**

El excesivo consumo del agua, el maltrato de los recursos naturales y los cambios climáticos amenazan con reducir el consumo del agua en algunas partes del mundo para el año 2050, principalmente en los países en desarrollo, advierte un estudio de la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en conjunto con el Consejo Mundial del Agua.

Una mejor gestión del agua es monitoreo y las alertas tempranas, para mitigar las crisis o su carencia, ya que apunta un nuevo informe de la agencia mundial de meteorología.

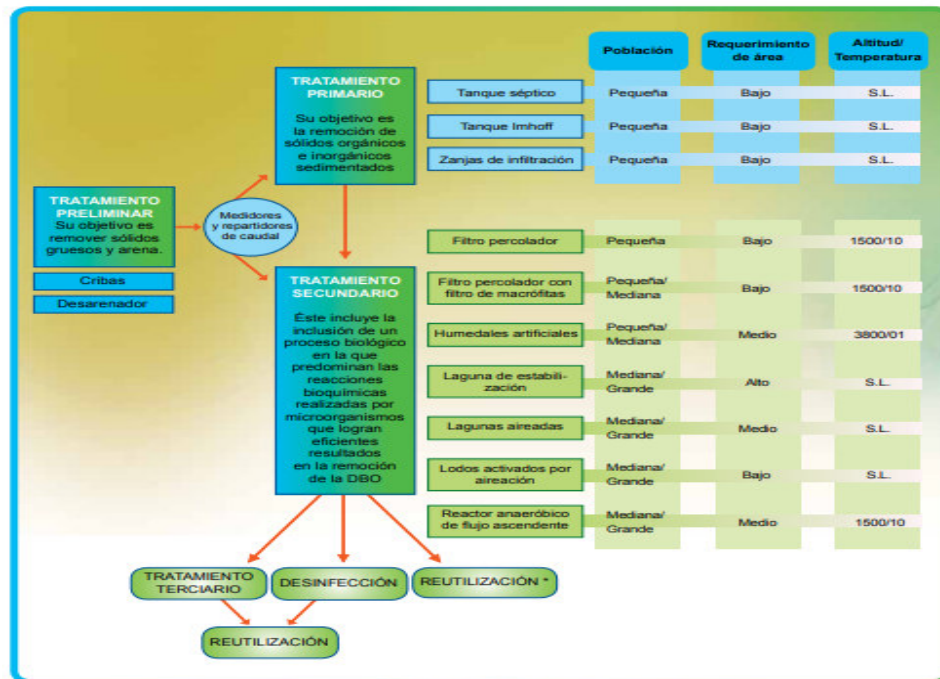
- **Plan de Manejo Ambiental de Acuíferos (PMAA) - Ministerio de Ambiente**

El ministerio de ambiente ha establecido instrumentos pensados en una correcta planificación y administración del recurso hídrico, que se deben implementar para procurar una mayor protección de las zonas de especial preponderancia hidrológica y la disminución de las problemáticas identificadas, este PMAA también ha establecido actividades y proyectos encaminados a buscar la sostenibilidad de los recursos hídricos basado en el fortalecimiento institucional para producir mayor conocimiento, control y monitoreo de los acuíferos, involucrando diferentes entes gubernamentales a nivel nacional y regional involucrando también mecanismos de participación que incorporen las capacidades y conocimientos de las comunidades que están relacionadas directamente con los acuíferos en el país. (Minambiente, s.f.)

- **Cómo funciona un sistema de recirculación de agua**

El objetivo la retención de sólidos gruesos y finos con densidad agua y arenas, con el fin de facilitar el tratamiento posterior. Este diseño de plantas de tratamiento, son necesarias para evitar problemas por el paso de arena, hacia los procesos de tratamiento propiamente dichos.

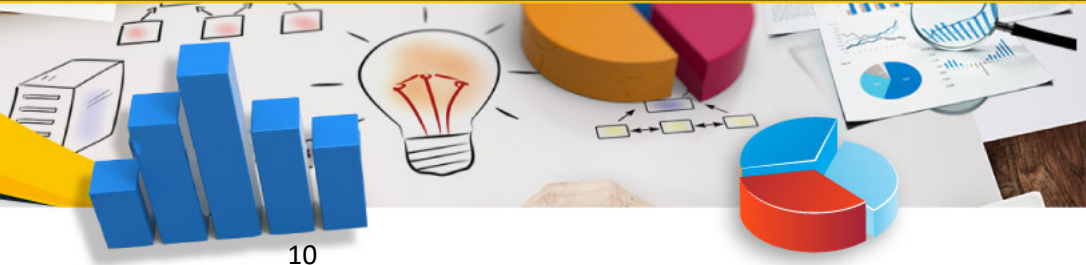
Imagen 3. Flujograma de tecnologías de tratamiento de Aguas.



Fuente: (Escalante)

Nota: Se debe tomar en cuenta que a mayor altitud la eficiencia de los sistemas generalmente disminuye e incrementan los costos.

Ahorro del agua y el uso eficiente



10

El aumento en la presión del agua es inminente, por lo cual promover e implementar el uso eficiente y ahorro del agua es imperativo. Elaborando e implementando instrumentos para una buena gestión del recurso y así optimizar la demanda de agua que permitirá mantener la capacidad de regulación de las cuencas para garantizar la sostenibilidad de los recursos y así mejorar disponibilidad y el acceso al agua. (Soriano))

- **Programa para el Uso eficiente y Ahorro del Agua**

¿Qué es un PUEAA?: Es una herramienta para optimización del uso del recurso hídrico, conformado por el conjunto de proyectos y acciones que le corresponde elaborar y adoptar a los usuarios que soliciten concesión de aguas, con el propósito de contribuir a la sostenibilidad de este recurso.

¿Quién lo evalúa?: “Las autoridades ambientales y demás entidades encargadas de otorgar concesiones de agua” (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA y Parques Nacionales Naturales de Colombia – PNNC).

¿Quién hace seguimiento?: “Las autoridades ambientales y demás entidades encargadas de otorgar concesiones de agua (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA y Parques Nacionales Naturales de Colombia – PNNC).” (Sostenible, D. (2012). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Recuperado de: <https://bit.ly/2VJx00t>.)

- **Se han implementado estrategias en otros países**

“En América Latina, Europa y Asia, de manera comparativa, para determinar si estas estrategias le apuestan al desarrollo sostenible, mejoramiento para lograr mejores resultados óptimos en el manejo de residuos sólidos.” (Muñoz)

“La reutilización del agua forma parte de las estrategias con la finalidad de obtener una adecuada gestión de los recursos hídricos, frente a la problemática de escasez del agua, reconociendo esta alternativa de tratamiento como mecanismo del reúso del agua y una de las fases esenciales para el manejo del mismo y se presenta como un pilar de la economía circular. Es necesario entender que estos tipos de sistemas de tratamientos de aguas grises son implementados en países superpoblados como Singapur y Japón, en donde el agua que ha sido contaminada por alguna acción del ser humano es captada, tratada y distribuida por medio de redes hidráulicas para que se reutilizada con fines no potables; en este caso esto ayudaría de gran manera a disminuir el uso de agua potable en actividades que en realidad no justifica un tratamiento de desinfección bacteriológico más específico o mejor dicho de alta calidad y se disminuirán las cantidades de aguas residuales que serán arrojados a los cuerpos acuáticos.” (Muñoz Rodríguez)

- **Manejo del agua en laboratorio de suelos**

Dentro de los parámetros del laboratorio el uso del agua en los muestreos de suelos, no se requiere o se tiene identificada alguna normatividad legal que aplique para el proceso u objeto social de la empresa AMCIS (INVIAS, 2012), NTC 78:2019 Método para Determinar por Lavado el Material que Pasa el Tamiz 75 um en Agregados Minerales, Especificación

INVIAS INV E – 214 – 13 determinación de la cantidad de material que pasa el tamiz de 75 μm (No. 200) en los agregados pétreos mediante lavado, ASTM C 117 – 04 método de ensayo para el lavado el material que pasa el tamiz 75 μm (No. 200) en agregados minerales.

La normatividad legal en el uso y ahorro del agua se analizará en el *Anexo 3. Análisis de Normatividad legal vigente ambiental en consumo y ahorro del agua.*

- **Tipo de indicadores y procedimientos internos que hayan tenido éxito en otras empresas**

- **Safbon Water Technology (SWT)**

Safbon Water Technology es una empresa de referencia que utiliza agua reciclada o de reúso (también llamado reutilización de aguas residuales) este proceso consiste en convertir un flujo de residuos en el agua que se puede reutilizar para otros fines. Lo anterior sustenta un procedimiento más confiable; en general, los clarificadores, biorreactores de membrana (MBR), microfiltración (MF) o ultrafiltración (UF), osmosis (RO) permiten que el tratamiento de las aguas se haga de manera eficiente y con la calidad necesaria para su reutilización. (SAFBON WATER TECHNOLOGY, s.f.)

3. MARCO TEÓRICO

Estrategia frente al manejo del uso eficiente del recurso

- Enfatizar la innovación y desarrollo de la capacidad institucional.
- Apoyar en las empresas en las políticas y estrategias globales en materia de recursos hídricos

- Considerar adecuadamente los objetivos de los países, así como a los principios lugares internacionalmente para el manejo del agua.
- Estrategia de los procesos de cambio y su impacto

3.1 ODS en la reutilización del agua

La relación de los ODS y la reutilización de agua en el laboratorio, es mejorar los problemas de calidad del agua y el saneamiento inadecuado trabajando por un uso racional y sostenible de este recurso de primera necesidad y afrontando los riesgos relacionados con su escasez. Fomentando a todas las organizaciones a la reutilización del agua, ya que afecta tanto el impacto social, económico y ambiental.

El ahorro del recurso hídrico lo que impactaría positivamente es la fuente de abastecimiento; de igual forma una reducción monetaria al pagar el servicio. Llegando a desarrollar proyectos de infraestructura fiables, sostenibles y resistente. Con esto obtener un crecimiento que puedan utilizarlos otros laboratorios y empresas.

Educación ambiental en el uso y ahorro eficiente del agua.

Generar una educación ambiental (EA). Con el fin de profundizar y enriquecer el debate acerca del sentido formativo de las propuestas educativas y ambientales explicando los recursos naturales, aumentando la comprensión del medio las mejores efectivas dando a cada persona una responsabilidad social.

Manejo Ambiental de Acuíferos (PMAA) - Ministerio de Ambiente:

El ministerio de ambiente ha establecido instrumentos pensados en una correcta planificación y administración de los recursos hídricos que se deben implementar para procurar una mayor protección de las zonas de especial preponderancia hidrológica y la disminución de las problemáticas identificadas, este PMAA también ha establecido actividades y proyectos encaminados a buscar la sostenibilidad de los recursos hídricos basado en el fortalecimiento institucional para producir mayor conocimiento, control y monitoreo de los acuíferos, involucrando diferentes entes gubernamentales a nivel nacional y regional involucrando también mecanismos de participación que incorporen las capacidades y conocimientos de las comunidades que están relacionadas directamente con los acuíferos en el país. (Minambiente, s.f.)

- **Elaborar un procedimiento adaptativo para el laboratorio que se organiza para lograr el propósito deseado.**

La estrategia propuesta está basada en la investigación de la reutilización del agua, para lo cual se aborda el problema del recurso hídrico, con el fin de encontrar propuestas alternativas y

mejoras en el laboratorio y así contribuir y propiciar una propositiva y una visión crítica, generando verdaderos cambios en los hábitos de consumo del agua.

Tabla 1. Estrategia Educación

Nombre de la estrategia	Educación Ambiental
Interface	Cultural - Educar
Aparato/aplicación que conforma la estrategia	Taller, congreso, foro, capacitación, seminario.
Descripción (objeto)	Estrategia de tipo cultural, tiene como objeto realizar campañas, talleres, foros de educación ambiental. Educación en materia del recurso hídrico busca crear opinión y consciencia responsable por parte de los usuarios, con medios de comunicación comprometidos y con actores sociales involucrados responsables con la protección y mejoramiento del entorno. Su implementación es de mediana complejidad ya que se puede requerir de asistencia profesional.

Fuente: Elaboración Propia

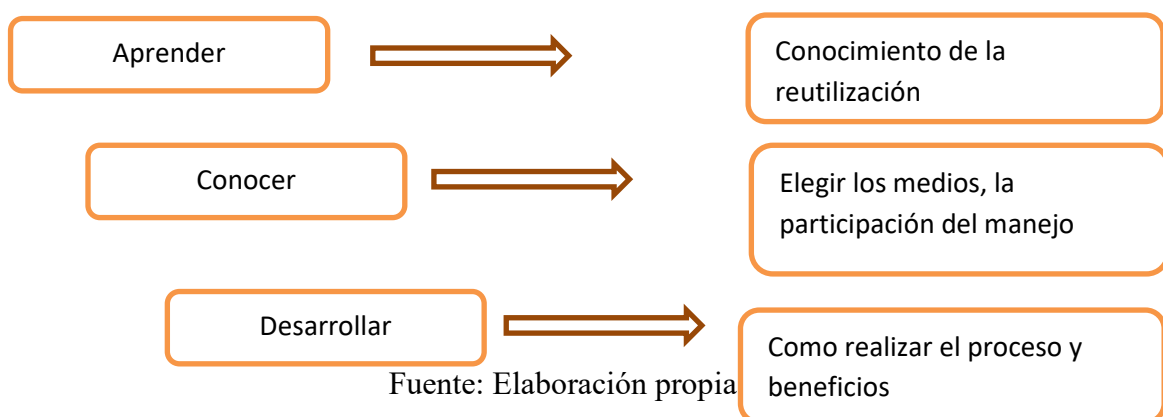
Con conceptos de la educación ambiental que intervienen en las diferentes acciones de capacitación son:

- **Toma de conciencia:** ayudar a las personas, grupos sociales a sensibilizarse y tomar conciencia del entorno global.
- **Conocimientos:** ayudar a las personas a comprender el entorno global, su problemática, la presencia del hombre en el entorno, la responsabilidad y el papel crítico que lo atañen.
- **Actitud:** ayudar a los individuos y grupos sociales a tener valores sociales, interesarse por el medio ambiente, querer participar en la protección del medio ambiente y mejorarlo.

- **Aptitudes:** ayudar a los individuos y grupos sociales a adquirir las aptitudes necesarias para resolver problemas ambientales.
- **Capacidad de evaluación:** ayudar a las personas a evaluar las medidas y programas de educación ambiental como factores ecológicos, políticos, económicos, sociales y educativos.
- **Participación:** ayudar a los individuos y grupos sociales a tener responsabilidad para garantizar las medidas para resolver los problemas del medio ambiente.

Al ser la educación ambiental en este caso la reutilización del agua para todos los tipos de educación es definir los objetivos que esta va a desarrollar, precisar el sistema de conocimientos y los contenidos ambientales. *(de la Cruz Soriano, R., Reyes, O. G., Espinosa, P. H. G., Somoza, F. H., Santos, G. L., Andreu, B. P., & Santos, A. G. (2018). Acciones de capacitación para la mejora del manejo de los residuos sólidos urbanos y la protección del agua. Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad, 90-103.)*

Imágen 4. Etapas del aprendizaje reusó del agua



Estas capacitaciones son con el fin de brindar a los beneficiarios de una infraestructura, las bondades y ventajas de tratar adecuadamente el agua, así como los compromisos que deben adquirir en las etapas de construcción y funcionamiento del sistema de tratamiento.

- **Instructivo**

Manejo de instructivo de las estrategias de capacitación, sensibilización e información, así como las de comunicación de las políticas, lineamientos, avances y resultados que se obtengan.

El programa de instruccional se realizará de manera conjunta con el programa de sensibilización y educación ambiental. Donde se propone es el del desarrollo de un programa de uso eficiente y ahorro de agua. Este se basa en motivar y crear conciencia en los laboratorios

Diseñando un sistema de medición y evaluación de los avances y resultados obtenidos, considerando las acciones correctivas y preventivas de alguna falla, especificando en informes mensuales.

Adicionalmente apoyándonos con un video informativo (material audiovisual) “Las aguas residuales no son un residuo” (Mundial, 2021). Por colaboración del personal administrativo de la empresa y publicación en las por redes sociales de la empresa. Este programa consta de una duración de dos horas, en donde se explica la Figura No 3 y el video

Imágen 5. Modelo capacitación



Fuente: Elaboración propia

Prácticas de comportamiento

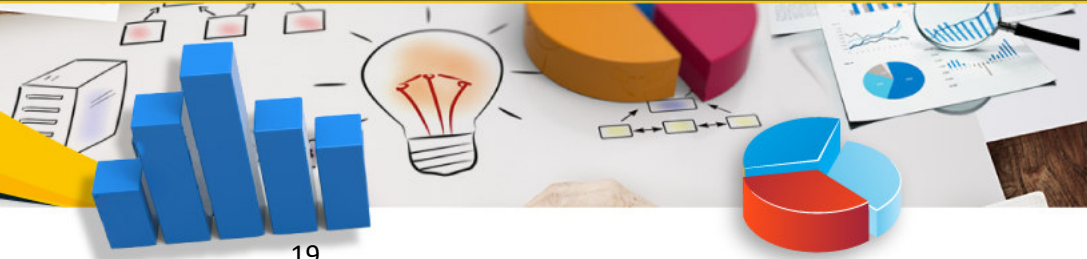
Es necesario explicar cómo se puede hacer un uso eficiente del recurso.

Mantenimiento

Se puede llevar a cabo todo lo que se plantea, con un proceso continuo de monitoreo. El compromiso no es sólo de las directivas del laboratorio sino toda la comunidad o empleados. Esto se logra gracias a las campañas de publicidad y la cultura de sensibilización ambiental.

Cultura Ambiental.

El desarrollo de la Gestión Ambiental se traduce en el desarrollo de un Plan de Manejo Ambiental a través del cual se implementan programas de Cultura Ambiental; este es un programa enfocado en el conocimiento de las diversas problemáticas mundiales y en particular en el



19

laboratorio aquellas que afectan directamente en la empresa y se propone una serie de estrategias que permitan potencializar las acciones positivas y mitigar las negativas con base en los objetivos generales de la gestión ambiental



4. METODOLOGÍA Y HALLAZGOS.

Metodología.

Tabla 2. Determinación de la Metodología por objetivos.

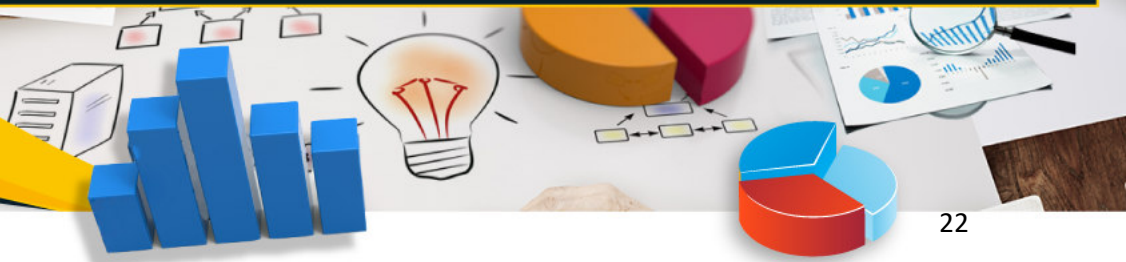
METODOLOGÍA					
Objetivo general: Formular estrategias para el ahorro y uso eficiente del recurso hídrico en las pruebas de ensayo realizadas en el laboratorio de suelos de la empresa AMCIS.					
ETAPAS	OBJETIVO ESPECÍFICO	MÉTODOS	HERRAMIENTAS	ACCIONES	RESULTADOS ESPERADOS
ETAPA 1	Estandarizar procesos y técnicas de ensayo utilizadas en el laboratorio para disminuir el consumo de agua.	Inspección documental.	Matriz de identificación Legal.	Revisión de normatividad legal vigente ambiental en consumo y ahorro del agua.	Estándares para el uso eficiente del agua en el laboratorio AMCIS (Tecnología y buenas prácticas para el uso y ahorro eficiente del agua)
			Matriz de buenas prácticas para recirculación del agua.	Revisión de tecnologías y buenas prácticas utilizadas en la recirculación del agua.	
		Inspección in situ.	Matriz de tecnologías para recirculación del agua.	Balances de entrada y salida de agua con respecto al consumo. Determinar el porcentaje de vertimiento con respecto al consumo de agua.	Porcentajes de ahorros potenciales.
			Análisis estadístico	Determinar el consumo teórico de agua en el laboratorio.	



METODOLOGÍA

Objetivo general: Formular estrategias para el ahorro y uso eficiente del recurso hídrico en las pruebas de ensayo realizadas en el laboratorio de suelos de la empresa AMCIS.

ETAPAS	OBJETIVO ESPECÍFICO	MÉTODOS	HERRAMIENTAS	ACCIONES	RESULTADOS ESPERADOS
		Balance de consumo de agua		Determinar el consumo de agua por procesos. Determinar la cantidad de agua en vertimiento	Porcentajes de consumo de agua total y por procesos
ETAPA 2	Identificar beneficios técnico-económicos de la implementación de tecnologías que permita la recirculación del agua.	Revisión bibliográfica	Determinar costos de los equipos e instalaciones necesarias para la recirculación del agua.	Relación beneficio-costos de la posible implementación de la recirculación del agua para la empresa. Establecer las características técnicas (marcas, volúmenes, tamaños, capacidad de almacenamiento). Determinar ahorros potenciales en el consumo de agua.	Relación beneficio-costos de la posible implementación de la recirculación del agua para la empresa.



METODOLOGÍA

Objetivo general: Formular estrategias para el ahorro y uso eficiente del recurso hídrico en las pruebas de ensayo realizadas en el laboratorio de suelos de la empresa AMCIS.

ETAPAS	OBJETIVO ESPECÍFICO	MÉTODOS	HERRAMIENTAS	ACCIONES	RESULTADOS ESPERADOS
ETAPA 3	Diseñar una estrategia de educación frente al manejo y uso eficiente del recurso	Revisión de bibliografía	Formato de diseño instruccional	<p>Establecer el proceso didáctico, con las actividades iniciales, actividades de procesamiento de la información, actividades de refuerzo, actividades de sistematización y cierre.</p> <p>Establecer proceso de pensamiento, recursos didácticos, tiempos y evaluación por cada fase descrita en el proceso didáctico.</p>	Diseño instruccional o módulo presencial para el uso eficiente y ahorro del agua en laboratorio de suelos AMCIS – Intensidad 2 horas.

Fuente: Elaboración propia

5. HALLAZGOS

Se aborda conceptos usados en este proyecto de investigación, y tiene por objetivo aportar información de los diferentes temas que se tratan de la reutilización del agua.

Agua. Líquido transparente, incoloro e insípido en estado puro, que constituye el componente más abundante de la superficie terrestre y el mayoritario de todos los organismos vivos.

(Fórm.H₂O).

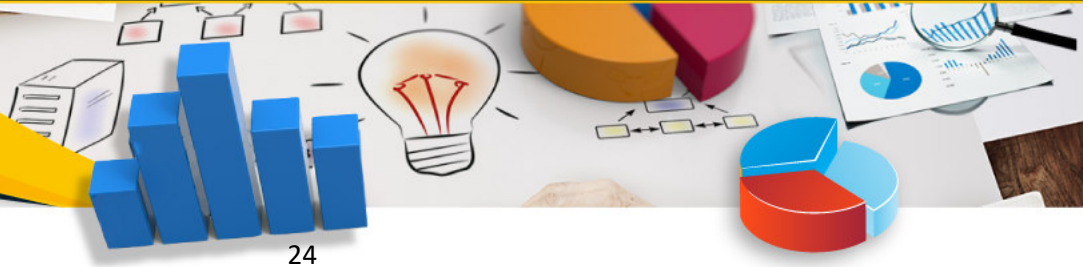
El agua es el recurso más utilizado en los laboratorios, ya sea como parte del producto o como parte del proceso. Por esto es de vital importancia que su uso sea realizado de forma racional, el propósito de este trabajo es presentar estrategias dentro de la empresa para estandarizar los procesos y técnicas de ensayo utilizadas en el laboratorio para disminuir el consumo de agua.

i. Inspección documental.

- **Matriz legal Normatividad legal vigente ambiental en consumo y ahorro del agua.**

De acuerdo con la revisión documental y análisis de la normatividad identificada en el uso y ahorro del agua en Colombia, ninguna de estas define obligaciones o incentivos respecto a los usos del agua en procesos u objeto social en materia de ahorro o eficiencia en el uso de los recursos naturales, en específico el agua.

A continuación, anexamos el análisis de normatividad legal vigente, Aunque aún no se ha establecido un marco legal claro en Colombia sobre la reutilización del agua residual, en



24

este marco legal se reflejan las normativas colombianas y las normas internacionales que tratan sobre el tema en mención.

En el *Anexo 3. Análisis de Normatividad legal vigente ambiental en consumo y ahorro del agua*, se relacionan estas regulaciones en la materia.

- **Matriz de tecnologías para recirculación del agua**

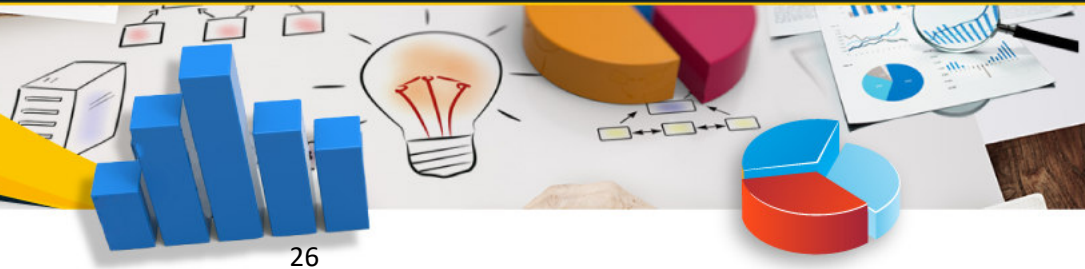
Considerando que el agua residual que se genera dentro del laboratorio está contaminada principalmente con partículas granulares de pequeño tamaño y que no cuenta con presencia de grasas, aceites ni tensoactivos los mecanismos de tratamiento de agua más indicados son los primarios entre los cuales se encuentran sedimentación, flotación, coagulación – floculación y filtración. Sin embargo, de acuerdo con las características propias de cada tratamiento se descartan de entrada la flotación ya que la densidad de los sedimentos contenidos en el agua a tratar es muy alta y no flotarían y la coagulación – floculación ya que el agua a tratar no tiene presencia de grasas, aceites ni tensoactivos. Por lo cual los métodos más indicados son la sedimentación y la filtración, los cuales se analizarán y compararán mediante la siguiente matriz para identificar el más apropiado.

- **Matriz de identificación y selección de tecnologías tratamiento de agua para posterior recirculación.**

Tabla 3. Identificación y selección de tecnologías de tratamiento de agua para la recirculación

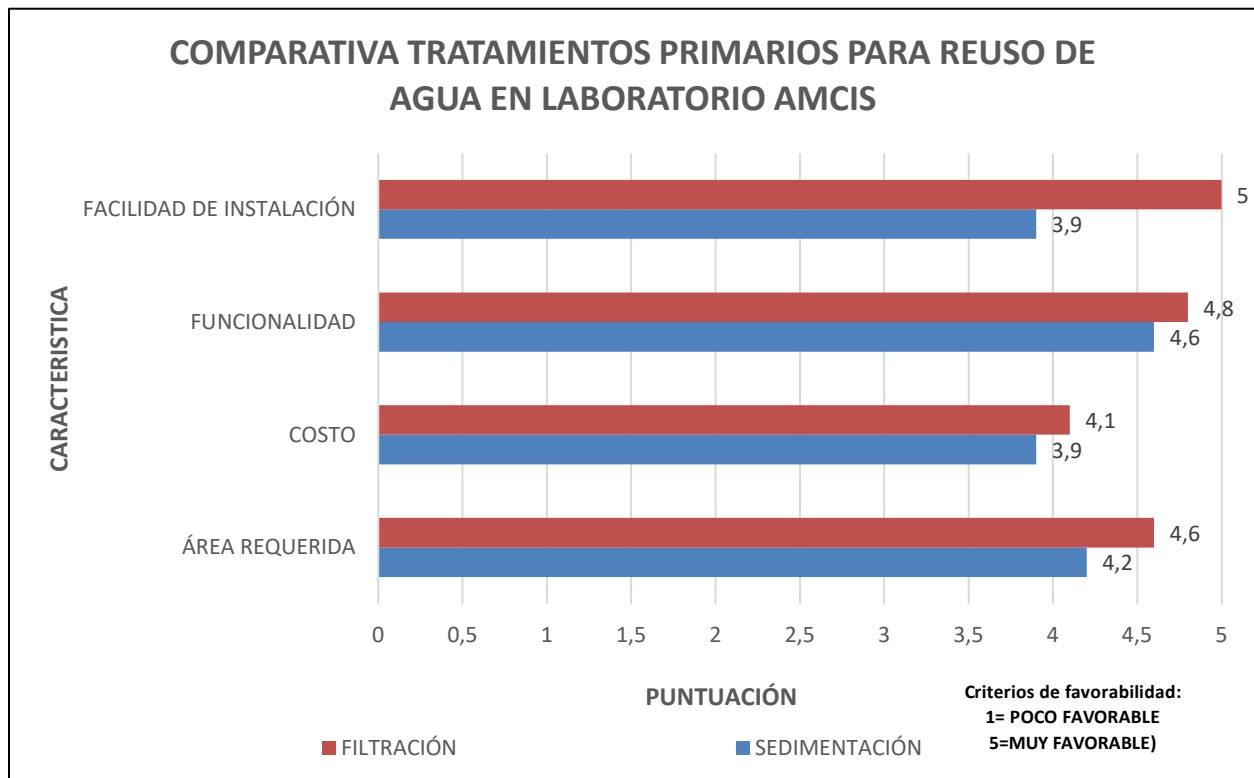
ANEXO 5. MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS TRATAMIENTO DE AGUA PARA POSTERIOR RECIRCULACIÓN							
TRATAMIENTO PRIMARIO	FUNCIONAMIENTO	ÁREA REQUERIDA	COSTO			FUNCIONALIDAD	FACILIDAD DE INSTALACIÓN
			INSTALACIÓN	MANTENIMIENTO / SEMESTRAL	OPERACIÓN / MENSUAL		
SEDIMENTACIÓN	SE DEBE ASEGURAR UN VOLUMEN MÍNIMO EN EL TANQUE DE ESTABILIZACIÓN PARA GARANTIZAR LA CORRECTA SEDIMENTACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO. DENTRO DEL MÓDULO SE DEBE ESTABLECER UN TIEMPO DE RETENCIÓN DEL AGUA DEACUERDO CON LA RECOMENDACIÓN DEL FABRICANTE, PARA QUE LOS SEDIMENTOS SE ADHIERAN A LAS PAREDES DEL PANEL Y DE ESTE MODO SE ASEGURE LA CALIDAD REQUERIDA DEL AGUA, LUEGO DE ESTO ESTE CAUDAL DEBE SER TRASFERIDO MEDIANTE UN SISTEMA DE BOMBEO A LA RED DE ABASTECIMIENTO DEL LABORATORIO.	MODULO DE SEDIMENTACIÓN = 1,2 M2	\$ 5.132.467	\$ 230.125	\$ 123.211	EL SISTEMA FUNCIONA DE MANERA ADECUADA PARA EL TIPO DE USO ESPERADO, SIN EMBARGO SE DEBE REALIZAR UN REPLAZO PERIODICO DEL MODULO DE SEDIMENTACIÓN PARA GARANTIZAR UN CORRECTO FUNCIONAMIENTO.	EL MÓDULO DE SEDIMENTACIÓN ES SUMINISTRADO POR EL FABRICANTE TAL CUAL COMO SE DEBE INSTALAR DENTRO DEL LABORATORIO, SIN EMBARGO HAY QUE REALIZAR LA OBRA CIVIL Y ADECUACIONES NECESARIAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ESTANQUE DE ESTABILIZACIÓN.
		ESTANQUE DE ESTABILIZACIÓN DE CAUDAL = 2,6 M2					
		BOMBA Y ACCESORIOS PVC = 1,6 M2					
		TOTAL = 5,2 M2					
PUNTAJE (1= DESFAVORABLE; 5=FAVORABLE)		4,20	3,90		4,6	3,90	
FILTRACIÓN	EL AGUA RESIDUAL PRODUCIDA EN EL LABORATORIO ES CONDUCCIDA HACIA UNA CANAL LA CUAL CUANTA CON VARIAS CRIBAS CON DIFERENTES TAMAÑOS DE ESPACIAMIENTO, DE LAS CUALES LAS MÁS GRANDES SE UBICAN EN LA PARTE SUPERIOR Y SU TAMAÑO DESCENDE NIVEL TRAS NIVEL HASTA ENCONTRAR UNA CRIBA CUYOS ESPACIAMIENTOS SE ASIMILAN A LOS DE UN TAMIZ PASA 200. EL AGUA CIRCULA POR ESTAS CRIBAS Y LOS SEDIMENTOS CON QUE CUENTA SE VAN RETENIENDO EN CADA UNA DE ELLAS, RESULTANDO EN EL FONDO DE LA CANAL AGUA SIN SEDIMENTO LUEGO DE ESTO ESTE CAUDAL DEBE SER TRASFERIDO MEDIANTE UN SISTEMA DE BOMBEO A LA RED DE ABASTECIMIENTO DEL LABORATORIO.	CANAL QUE CONTIENE CRIBAS = 3M2	\$ 4.870.632	\$ 128.743	\$ 123.211	EL SISTEMA FUNCIONA DE MANERA ADECUADA PARA EL TIPO DE USO ESPERADO YA QUE SE ENFOCA PRINCIPALMENTE EN REMOVER DEL CAUDAL LAS PARTICULAS GRUESAS POR GRAVEDAD.	LA CANAL ES METÁLICA Y PUEDE SER CONSTRUIDA DENTRO O FUERA DEL LABORATORIO, DE IGUAL MANERA EN ESTA SE INSTALAN LAS CRIBAS Y EL SISTEMA DE BOMBEO CORRESPONDIENTE, SIN MAYORES INTERVENCIONES DE OBRA CIVIL.
		BOMBA Y ACCESORIOS PVC = 1,6 M2					
		TOTAL = 4,6 M2					
PUNTAJE (1= POCO FAVORABLE; 5=MUY FAVORABLE)		4,60	4,10		4,8	5,00	

Fuente: Elaboración propia



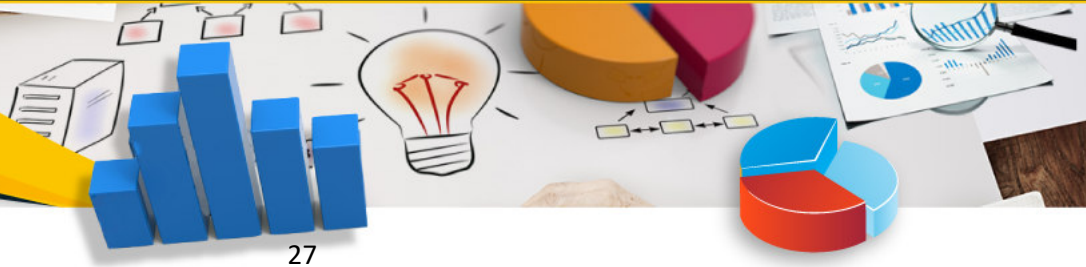
26

Gráfico No. 1 COMPARATIVA TRATAMIENTOS PRIMARIOS PARA REUSO DE AGUA EN LABORATORIO AMCIS



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados obtenidos en la elaboración de la matriz y según lo evidenciado en el gráfico de comparativa, el método de tratamiento primario más favorable para implementar en el laboratorio de la compañía AMCIS es la filtración que se caracteriza por su efectividad y bajos requerimientos de área y menores costos asociados.



27

- **Matriz de buenas prácticas**

Se pudo identificar la legislación asociada al uso y ahorro del agua, que se encuentra vigente en Colombia (artículo 2.2.3.2.1.1.5. del Decreto 1090 de 2018 recopilado en el Decreto 1076 de 2015), pero no es aplicable a empresas que usan aguas domésticas, sino a los usuarios del agua que solicita o es titular de una concesión de agua. Por tanto AMCIS no se encuentra obligada legalmente a realizar este tipo de ahorros por ley.

Por lo contrario, existe la Norma Técnica Colombiana ISO 14001 “Sistema de Gestión Ambiental”, cuyo objetivo, unido a los objetivos de desarrollo sostenible “llevar al país a una transición hacia un modelo económico más sostenible, competitivo e inclusivo, se implementará durante un horizonte de tiempo de 13 años (2018- 2030)” (Departamento Nacional de Planeación – DNP, 2018), proporciona a las organizaciones un marco con el que proteger el medio ambiente y responder a las condiciones ambientales cambiantes, siempre guardando el equilibrio con las necesidades socioeconómicas. Se especifican todos los requisitos para establecer un Sistema de Gestión Ambiental eficiente, permite a la empresa conseguir los resultados deseados.

De acuerdo con esto y (MARTÍNEZ PÁEZ, 2017) “Diseño del plan de manejo ambiental para el laboratorio de la empresa PYP ubicada que en la ciudad de Bucaramanga, se realizó la recopilación de las buenas prácticas en el anexo Matriz de Identificación de buenas prácticas en el uso eficiente y ahorro del agua y se asignaron valoraciones de acuerdo con nivel de impacto (1



28

No impacta, 3 menor - 5 Mayor impacto), según beneficios de la práctica en Suministro de agua, Consumo de Agua. Descarga de aguas (Vertimientos), Consumo energético, Manejo de Suelos (lodos), Emisiones Atmosféricas y Contaminación Aire), tendientes a no causar otros impactos por dicha implementación asociada.

De lo anterior se clasificaron como IMPACTANTES las siguientes Buenas Prácticas a considerar en el dentro de los estándares para el uso eficiente del agua en el laboratorio AMCIS:

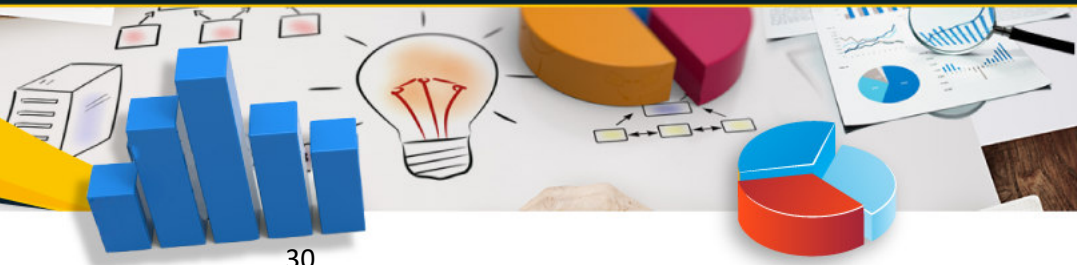
- ✓ Registro mensual del consumo de agua, para conocer los consumos y evaluar los posibles ahorros.
- ✓ Designar un equipo encargado de revisar y llevar el control del desarrollo del programa
- ✓ En dónde sea posible, realizar instalaciones recirculación de agua.
- ✓ En dónde sea posible, realizar instalaciones de captación de aguas lluvias.
- ✓ Formación a los trabajadores sobre buenas prácticas respecto al uso del agua
- ✓ Identificar y controlar posibles fuentes de desperdicio de agua, por medio de la revisión y mantenimiento de las instalaciones.
- ✓ Implementar programas de educación, capacitación y sensibilización
- ✓ Implementar programas que fomenten el adecuado uso del recurso hídrico, utilizando capacitaciones y carteles en zonas directamente relacionadas con la obra.
- ✓ Instalar dispositivos de ahorro de agua en zonas de laboratorio
- ✓ Instalar grifos con temporizadores para que no permanezcan abiertos

- ✓ Limpiar los equipos del laboratorio con sistemas que permitan el ahorro de agua, tales como lavado por agua a presión con hidrolavadoras, evitando en lo posible el uso de mangueras y toma directa del grifo.
- ✓ Limpiar los equipos inmediatamente después de su uso, para evitar la formación de depósitos endurecidos puesto que su remoción requiere de un mayor consumo de agua.
- ✓ Realizar inspecciones para poder identificar malos hábitos en cuanto al uso excesivo del agua
- ✓ Reutilizar las aguas que se encuentren limpias de sedimentos.

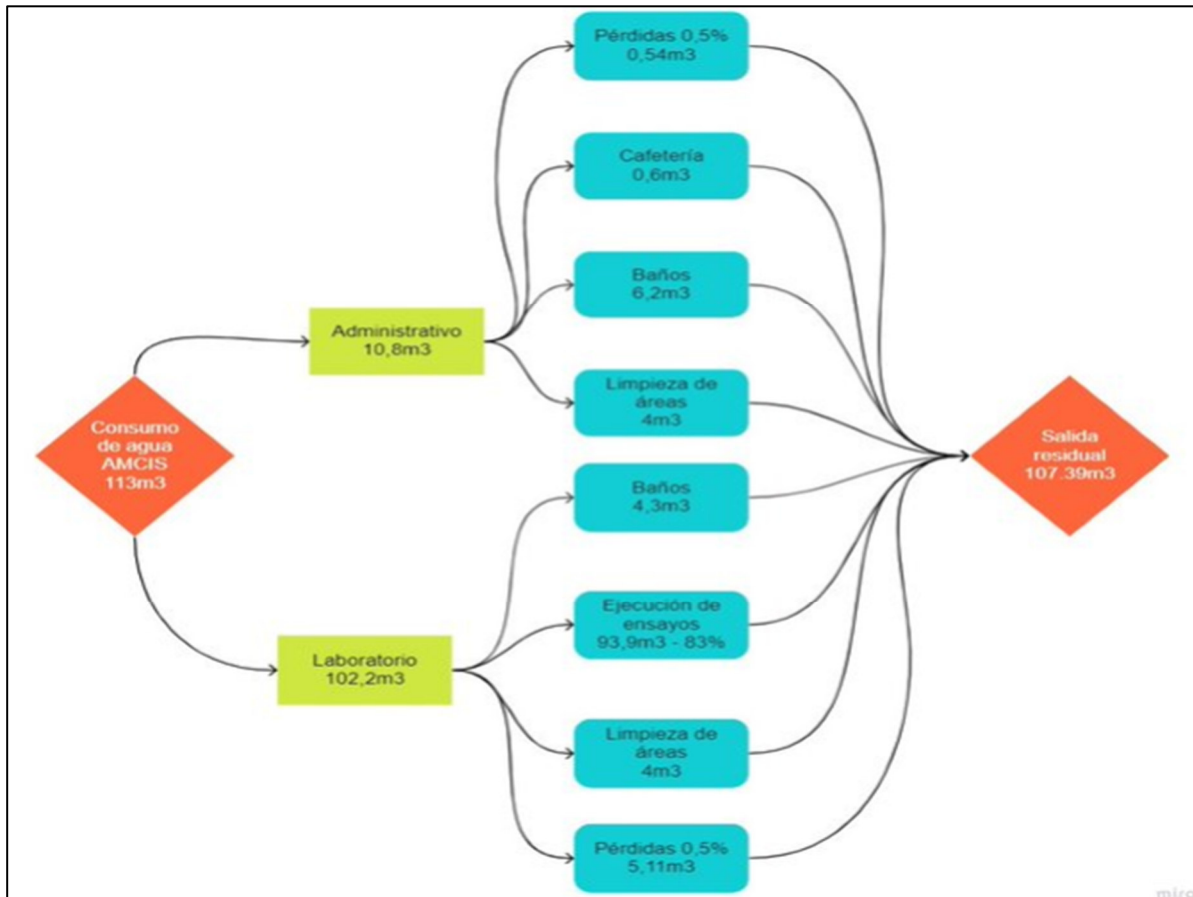
ii. Inspección in situ

- **Lista de chequeo validación procesos.**

El balance general muestra el consumo bimensual registrado en la factura de acueducto. Por lo que se realiza de manera teórica, teniendo en cuenta las mismas dos áreas y actividades de consumo, por lo que la ejecución de ensayos representa el 83% de consumo de agua total. Las pérdidas reflejadas corresponden a la cantidad de agua que no vuelve al alcantarillado por actividades como limpieza de áreas o lavado de vajilla en la cafetería y demás actividades.

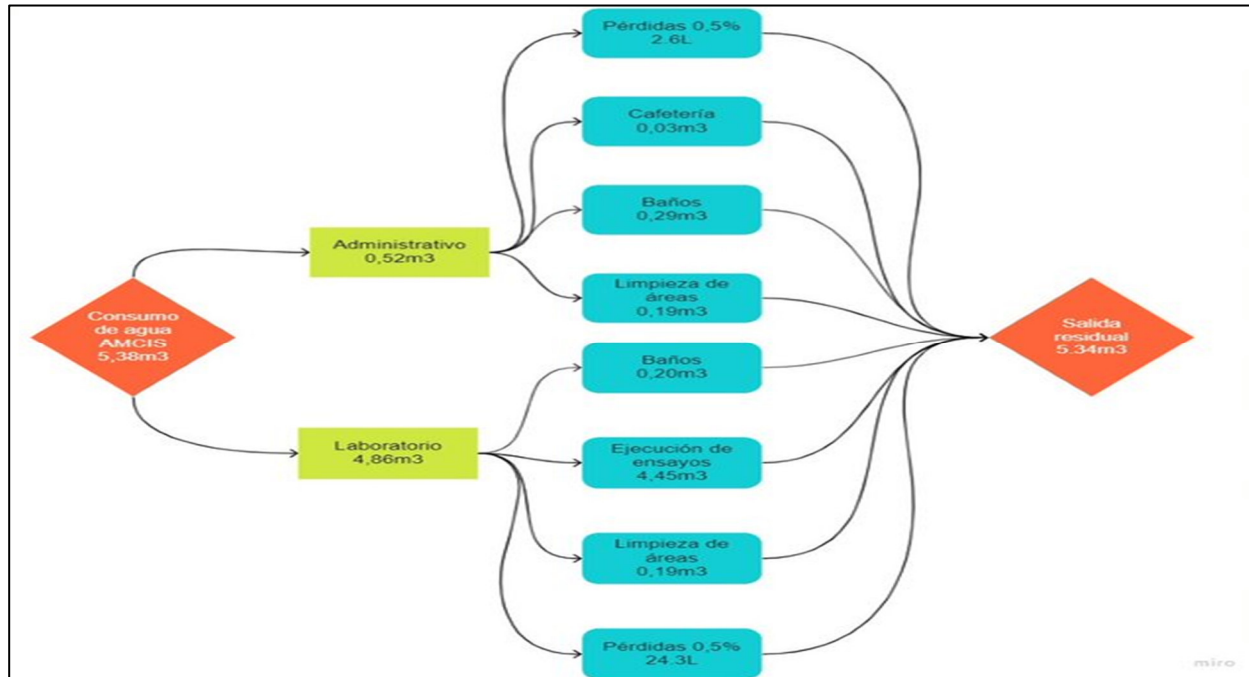


Imágen 6. Consumo Balance de entrada y salida de agua con respecto al consumo TEORICO.



Fuente: Elaboración propia

Imágen 7. Consumo Balance de entrada y salida de agua con respecto al consumo IN SITU.



Fuente: Elaboración propia

El balance de masas in situ se realiza con un listado de tareas evidencian consumo de agua en las dos áreas identificadas durante 2 días consecutivos: administrativa y laboratorio. Para el área administrativa se consideró la cafetería y baños teniendo en cuenta la cantidad de personas presentes en la organización y el promedio de uso de 2 veces diarias del área. Para el área de laboratorio se tuvo en cuenta también los baños y la ejecución de ensayos que es lo que más consumo de agua diaria representa. Los ensayos que se realizan actualmente dentro del laboratorio son:

- ✓ Humedad natural
- ✓ Límites de atterberg
- ✓ Límites de contracción
- ✓ Lavado sobre tamiz 200
- ✓ Granulometría
- ✓ Gravedad específica



32

- ✓ Peso unitario
- ✓ Materia orgánica
- ✓ Corte directo
- ✓ Consolidación
- ✓ Compresión inconfiada
- ✓ Determinación de suelos expansivos
- ✓ CBR muestra inalterada
- ✓ Caras fracturadas

Para el caso de limpieza de áreas se tuvo en cuenta un promedio de limpiezas realizadas durante el día y la cantidad de agua empleada según lo que se requiera.

El consumo en el laboratorio, durante la ejecución de ensayos a suelos por los 2 días fue de 4,45m³/2 días, lo que representa una muestra para el consumo In Situ de 2,225litros/día.

iii. Balance de consumo de agua

- **Análisis estadístico para determinar el consumo teórico de agua en el laboratorio.**

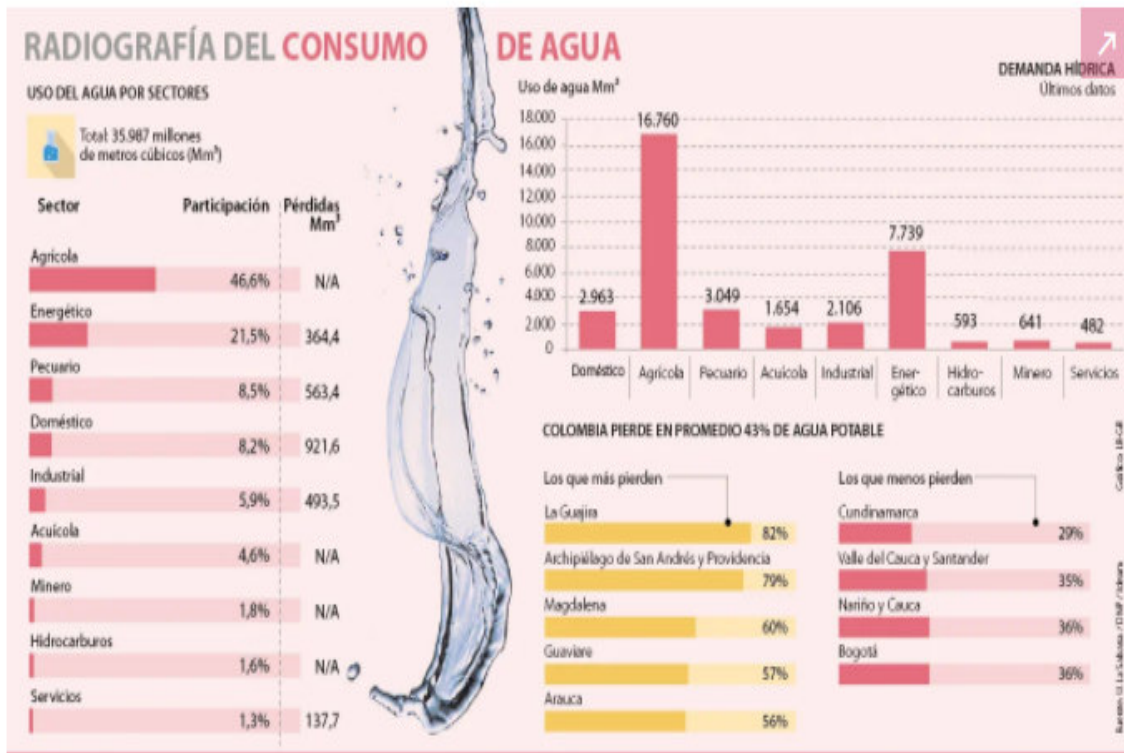
De acuerdo la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA), en Colombia se desperdicia mensualmente el 40% de cada 100 metros cúbicos de agua en las empresas, lo que representa un riesgo inminente para la sostenibilidad del recurso hídrico en el país.

Pérdidas técnicas: Se dan en tuberías por el traslado natural del recurso hídrico.

Perdidas comerciales: Se da por problemas de subfacturación.

La actividad con mayores consumos, la cisterna (18,4%), el lavamanos (13,3%), el sanitario (15,3 L/persona/día) lavado de manos (10,5 L/persona/día). (Londoño)

Imágen 8. Consumo Agua



Fuente: La república / Ambiente

- **Porcentajes de ahorros potenciales**

Considerando de manera teórica el porcentaje de desperdicio de agua del 40%, de acuerdo con la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) y el balance inicial de masa, el ahorro potencial de agua en el laboratorio de suelos, representaría (93,9m³/mes por 40%), un ahorro teórico de 37,56m³/mes (37.560litros/mes) aproximadamente y teniendo en cuenta que se trabajan 20 días promedio al mes, el ahorro teórico por día sería de 0,94m³/día (940litros/día)

De lo anterior y de acuerdo con el balance In Situ y el porcentaje de ahorro teórico de 40% (correspondiente al desperdicio teórico descrito anteriormente), se puede determinar un ahorro diario en el consumo de agua de laboratorio de la empresa AMCIS representativo ($2,225\text{m}^3/\text{día}$ por 40%) de $0,89\text{m}^3/\text{día}$

- **Identificación de beneficios técnico – económicos de la implementación de tecnologías que permita la recirculación de agua**

El método de recirculación de agua seleccionado para el laboratorio AMCIS fue la filtración, de acuerdo con el análisis comparativo realizado con anterioridad y sus características principales se exponen a continuación:

- **Funcionamiento:** El agua residual producida en el laboratorio es conducida hacia una canal la cual cuenta con varias cribas con diferentes tamaños de espaciamiento, de las cuales las más grandes se ubican en la parte superior y su tamaño descende nivel tras nivel hasta encontrar una criba cuyos espaciamientos se asimilan a los de un tamiz pasa 200. El agua circula por estas cribas y los sedimentos con que cuenta se van reteniendo en cada una de ellas, resultando en el fondo de la canal agua sin sedimento luego de esto este caudal debe ser

trasferido mediante un sistema de bombeo a la red de abastecimiento del laboratorio.

- **Área requerida:** 4,6 m²

- **Costos:**

○ Instalación:	\$	4.870.632
○ Mantenimiento semestral:	\$	128.743
○ Operación trimestral:	\$	123.211

- **Estimación costo implementación del sistema:**

El análisis de diferentes alternativas para disminuir el consumo de agua dio como resultado el reúso de agua dentro del laboratorio de la empresa AMCIS mediante la implementación de un sistema de recirculación en el que se requiere únicamente un tratamiento primario al no usar grasas ni aceites o tensoactivos en la ejecución de ensayos, por lo que mediante el principio de la filtración podría encontrarse un tratamiento suficiente para la necesidad planteada; a continuación se exponen los costos asociados en un horizonte de análisis de cinco (05) años.

Tabla 4 Costos de implementación sistema de filtración en cinco (05) años

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	VLR UNITARIO	VLR TOTAL
INSTALACIÓN	UND	1	\$4.870.632	\$4.870.632
MANTENIMIENTO	UND	10	\$128.743	\$1.287.430
OPERACIÓN	UND	20	\$123.211	\$2.464.220
			TOTAL	\$8.622.282

Fuente: Elaboración Propia

En la anterior tabla se relacionan los costos de instalación del sistema, así como los costos del mantenimiento con una periodicidad semestral y de operación con una periodicidad trimestral. Arrojando como resultado que a lo largo de los cinco años el costo de implementación de la alternativa será de OCHO MILLONES SEISCIENTOS VEINTIDOS MILO DOSCIENTOS OCHENTA Y DOS PESOS M/CTE (\$8.622.282)

- **Estimación beneficios económicos percibidos:**

Teniendo en cuenta el balance de masas planteado para analizar el consumo de agua dentro del laboratorio se tienen los siguientes datos:

Tabla 5 Resultado balance de masas

CONCEPTO	UNIDAD	VALOR
CONSUMO PROMEDIO BIMESTRE	M3	113,00
CONSUMO EN EJECUCIÓN DE LABORATORIOS	%	83
CONSUMO EN EJECUCIÓN DE LABORATORIOS	M3	93,79

Fuente: Elaboración Propia

Evidenciando que en la ejecución de ensayos de laboratorio se está consumiendo en promedio 93,79 m³, correspondiente a un consumo del 80% por bimestre.

La implementación del sistema de filtración tiene como premisa que el agua que circula dentro de este puede ser utilizada un máximo de cinco veces para que no se vea afectado el funcionamiento del sistema ni la calidad de los resultados obtenidos en la ejecución de los ensayos de laboratorio. También se asume un cobro por metro cubico de la empresa prestadora del servicio que asciende a \$2.766,7m³ según el recibo de pago del servicio para el bimestre Septiembre – Noviembre de 2021. Por lo tanto se obtiene la siguiente estimación de ahorro bimestral con la implementación del sistema:

Tabla 6 Proyección ahorro estimado por bimestre con la implementación del sistema de filtración

CONCEPTO	UNIDAD	VALOR
CONSUMO EN LABORATORIOS DESPUES DE LA IMPLEMENTCIÓN DEL SISTEMA DE RECIRCULACIÓN	M3	18,758
AHORRO ESTIMADO DENTRO DEL LABORATORIO	M3	75,032
VALOR UNITARIO M3 AGUA	\$	\$ 2.766,94
AHORRO ESTIMADO BIMESTRAL	\$	\$ 207.609,04

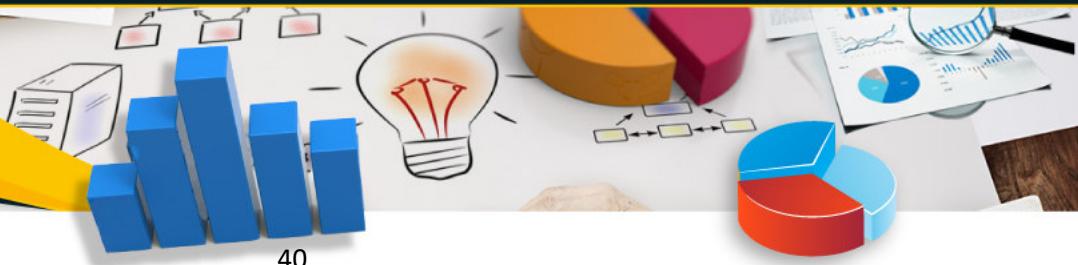
Fuente: Elaboración Propia

Se realiza un análisis para cinco (05) años de implementación del sistema, considerando un incremento del consumo bimestral del 1% el cual se encuentra estimado por la tendencia que se presenta dentro de la empresa a que aumente la cantidad de ensayos realizados con el paso del tiempo.

Tabla 7 Beneficio económico percibido por la implementación del sistema de filtración en cinco (05) años

BIMESTRE	AHORRO ESTIMADO (M3)	VLR UNITARIO M3	VLR TOTAL AHORRO ESTIMADO
1	75,032	\$ 2.766,94	\$ 207.609,04
2	75,78	\$ 2.766,94	\$ 209.678,71
3	76,54	\$ 2.766,94	\$ 211.781,59
4	77,31	\$ 2.766,94	\$ 213.912,13
5	78,08	\$ 2.766,94	\$ 216.042,68
6	78,86	\$ 2.766,94	\$ 218.200,89
7	79,65	\$ 2.766,94	\$ 220.386,77
8	80,45	\$ 2.766,94	\$ 222.600,32
9	81,25	\$ 2.766,94	\$ 224.813,88
10	82,06	\$ 2.766,94	\$ 227.055,10
11	82,88	\$ 2.766,94	\$ 229.323,99
12	83,71	\$ 2.766,94	\$ 231.620,55
13	84,55	\$ 2.766,94	\$ 233.944,78
14	85,4	\$ 2.766,94	\$ 236.296,68
15	86,25	\$ 2.766,94	\$ 238.648,58
16	87,11	\$ 2.766,94	\$ 241.028,14
17	87,98	\$ 2.766,94	\$ 243.435,38
18	88,86	\$ 2.766,94	\$ 245.870,29
19	89,75	\$ 2.766,94	\$ 248.332,87
20	90,65	\$ 2.766,94	\$ 250.823,11
22	92,48	\$ 2.766,94	\$ 255.886,61
23	93,4	\$ 2.766,94	\$ 258.432,20
24	94,33	\$ 2.766,94	\$ 261.005,45
25	95,27	\$ 2.766,94	\$ 263.606,37
26	96,22	\$ 2.766,94	\$ 266.234,97
27	97,18	\$ 2.766,94	\$ 268.891,23
28	98,15	\$ 2.766,94	\$ 271.575,16
29	99,13	\$ 2.766,94	\$ 274.286,76
30	100,12	\$ 2.766,94	\$ 277.026,03
TOTAL	2609,99	TOTAL	\$ 7.221.691,29

Fuente: Elaboración Propia



En la anterior tabla se calcula un ahorro en el consumo de agua asociado a la implementación del sistema de filtración que asciende a SIETE MILLONES DOSCIENTOS VEINTIUN MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y UN PESOS CON 29/100 M/CTE (\$ 7.221.691,29) y un ahorro de 2.609,9m3 de agua.

- **Estimación retorno de la inversión:**

Considerando el periodo de análisis establecido inicialmente de cinco (05) años obtuvimos los siguientes datos:

- **Costo de implementación del sistema:** \$8.622.282
- **Beneficios económicos percibidos:** \$7.221.691

Por lo tanto, se hace necesario analizar un periodo más amplio para obtener la cantidad de tiempo en que la inversión retornará, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 8 Costos de implementación sistema de filtración en siete (07) años

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	VLR UNITARIO	VLR TOTAL
INSTALACIÓN	UND	1	4870632	\$4.870.632
MANTENIMIENTO	UND	14	\$128.743	\$1.802.402
OPERACIÓN	UND	28	\$123.211	\$3.449.908
			TOTAL	\$10.122.942

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9 Beneficio económico percibido por la implementación del sistema de filtración en siete (07) años

BIMESTRE	AHORRO ESTIMADO (M3)	VLR UNITARIO M3	VLR TOTAL AHORRO ESTIMADO
1	75,032	\$ 2.766,94	\$ 207.609,04
2	75,78	\$ 2.766,94	\$ 209.678,71
3	76,54	\$ 2.766,94	\$ 211.781,59
4	77,31	\$ 2.766,94	\$ 213.912,13
5	78,08	\$ 2.766,94	\$ 216.042,68
6	78,86	\$ 2.766,94	\$ 218.200,89
7	79,65	\$ 2.766,94	\$ 220.386,77
8	80,45	\$ 2.766,94	\$ 222.600,32
9	81,25	\$ 2.766,94	\$ 224.813,88
10	82,06	\$ 2.766,94	\$ 227.055,10
11	82,88	\$ 2.766,94	\$ 229.323,99
12	83,71	\$ 2.766,94	\$ 231.620,55
13	84,55	\$ 2.766,94	\$ 233.944,78
14	85,4	\$ 2.766,94	\$ 236.296,68
15	86,25	\$ 2.766,94	\$ 238.648,58
16	87,11	\$ 2.766,94	\$ 241.028,14
17	87,98	\$ 2.766,94	\$ 243.435,38
18	88,86	\$ 2.766,94	\$ 245.870,29
19	89,75	\$ 2.766,94	\$ 248.332,87
20	90,65	\$ 2.766,94	\$ 250.823,11
21	91,56	\$ 2.766,94	\$ 253.341,03
22	92,48	\$ 2.766,94	\$ 255.886,61
23	93,4	\$ 2.766,94	\$ 258.432,20
24	94,33	\$ 2.766,94	\$ 261.005,45
25	95,27	\$ 2.766,94	\$ 263.606,37
26	96,22	\$ 2.766,94	\$ 266.234,97
27	97,18	\$ 2.766,94	\$ 268.891,23
28	98,15	\$ 2.766,94	\$ 271.575,16
29	99,13	\$ 2.766,94	\$ 274.286,76
30	100,12	\$ 2.766,94	\$ 277.026,03
31	101,12	\$ 2.766,94	\$ 279.792,97
32	102,13	\$ 2.766,94	\$ 282.587,58



42

BIMESTRE	AHORRO ESTIMADO (M3)	VLR UNITARIO M3	VLR TOTAL AHORRO ESTIMADO
33	103,15	\$ 2.766,94	\$ 285.409,86
34	104,18	\$ 2.766,94	\$ 288.259,81
35	105,22	\$ 2.766,94	\$ 291.137,43
36	106,27	\$ 2.766,94	\$ 294.042,71
37	107,33	\$ 2.766,94	\$ 296.975,67
38	108,4	\$ 2.766,94	\$ 299.936,30
39	109,48	\$ 2.766,94	\$ 302.924,59
40	110,57	\$ 2.766,94	\$ 305.940,56
41	111,68	\$ 2.766,94	\$ 309.011,86
42	112,8	\$ 2.766,94	\$ 312.110,83
TOTAL	2609,99	TOTAL	\$ 10.769.821,46

Fuente: Elaboración Propia

Estos resultados permiten obtener que tras un periodo de análisis de siete (07) años la inversión realizada en el sistema de recirculación retornará a la compañía, manteniendo los mismos supuestos establecidos con anterioridad.

• **Estimación beneficios asociados:**

- La implementación de procesos de sostenibilidad permite adaptar a la compañía a sistemas de gestión ambiental, con lo cual se puede optar por certificaciones internacionales que a su vez aumentarían el prestigio de la misma y atraerán un mayor número de clientes.
- Al contar con certificaciones ambientales y de calidad existe la posibilidad que el cobro por los servicios prestados dentro del laboratorio aumente.
- Se contribuye con la responsabilidad social empresarial.
- Aumento de la reputación de la compañía frente a sus competidores directos.
- Se crea un factor diferenciador para la compañía respecto de sus competidores directos.

6. Diseñar una estrategia de educación frente al manejo y uso eficiente del recurso

Las capacitaciones son un proceso de grandes importancias en las empresas que implica incrementar un valor humano y técnico para el laboratorio, consideramos que el taller es fundamental para adquirir, reforzar y actualizar conocimientos y concientización del manejo del agua.

En esta etapa, se construye un proceso didáctico, explicando las actividades iniciales, procesamiento de la información, actividades de refuerzo, actividades de sistematización y cierre. Adjunto se anexa el material de diseño instruccional. Este proceso lo podemos evidenciar en el **Anexo Diseño Instruccional - Uso eficiente y ahorro del agua en AMCIS.**

La guía del Taller - Curso está diseñado para el uso eficiente y ahorro del agua en laboratorio de suelos AMCIS con una Intensidad de 2 horas. Adjunto se evidencia el anexo en donde se encontrará la información del taller.

Anexo Guía Modulo presencial - Uso eficiente y ahorro del agua en AMCIS



Tabla 10. Diseño Instruccional - Uso eficiente y ahorro del agua en AMCIS

OBJETIVO GENERAL		Curso-taller teórico práctico que busca crear opinión y conciencia responsable por parte de los trabajadores con la protección y mejoramiento del entorno, mediante el uso racional y eficiente del agua en la empresa AMCIS.					
EL PROCESO DIDÁCTICO		EL PROCESO DE PENSAR	PROCESO DE APRENDIZAJE	RECURSOS DIDÁCTICOS		TIEMPOS	EVALUACIÓN
FASES	Detalle	Operaciones Básicas o Superiores	Objetivos	Personal	Materiales físicos o virtuales, Equipos o Instrumentos	Minutos Por fase	Tipo
1	Actividades Iniciales	Aprender a conocer • Introducción. Problemática del recurso hídrico • Palabras claves y oportunidades del reusó • Evaluación inicial de conocimientos previos • Enfoque participativo el uso eficiente y ahorro del agua • Dinámica - Construcción de círculos de calidad del agua	• Adquirir los conocimientos sobre medio ambiente • Concientizar sobre la problemática del recurso hídrico global.	Ingeniero ambiental	Video Beam Equipo de computo	30	Cualitativa
2	Actividades de procesamiento de la información	Aprender a hacer •Taller oportunidades del reusó, por los círculos de calidad. Identificación de acciones de ahorro y uso eficiente del agua (En procesos, Baños, Cafetería, Aseo y limpieza).	• Interiorizar y adoptar hábitos que incluye aprender acciones y medios de ahorro eficiente y uso racional del agua. •Participar en la gestión de los problemas ambientales	Ingeniero ambiental	Video Beam Equipo de computo	45	Cualitativa



OBJETIVO GENERAL		Curso-taller teórico práctico que busca crear opinión y conciencia responsable por parte de los trabajadores con la protección y mejoramiento del entorno, mediante el uso racional y eficiente del agua en la empresa AMCIS.					
EL PROCESO DIDÁCTICO		EL PROCESO DE PENSAR	PROCESO DE APRENDIZAJE	RECURSOS DIDÁCTICOS		TIEMPOS	EVALUACIÓN
FASES	Detalle	Operaciones Básicas o Superiores	Objetivos	Personal	Materiales físicos o virtuales, Equipos o Instrumentos	Minutos Por fase	Tipo
		<ul style="list-style-type: none"> • Retroalimentación de cada círculo a los participantes. 					
3	Actividades de refuerzo	Aprender a ser • Acciones de uso y ahorro del agua en AMCIS. • Análisis de consumo de agua e indicadores de ahorro.	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar una ética ambiental y un uso racional del agua en AMCIS. 	Ingeniero ambiental	Video Beam Equipo de computo	15	Cualitativa
4	Actividades de sistematización y cierre	Vivir juntos • Reutilización del agua en el laboratorio de suelos (Estándares AMCIS)	<ul style="list-style-type: none"> • Dar a conocer las estrategias de ahorro y uso racional el recurso hídrico, mediante la divulgación y entendimiento de estándares para el uso eficiente del agua en el laboratorio AMCIS 	Ingeniero ambiental	Video Beam Equipo de computo	30	Cuantitativa
Aprobó: EVELYN FERNANDA CONTRERAS					Duración Total (min.)	120 min	
					Duración Total (horas)	2 horas	

Fuente. Elaboración propia. Basado en (Centro de Investigaciones y Servicios Educativos, 2018).

7. CONCLUSIONES

De la estandarizar procesos y técnicas de ensayo utilizadas en el laboratorio para disminuir el consumo de agua, se puede concluir que:

- El cambio climático y estrategias de desarrollo sostenible, hacen que cada día más empresas migren hacia un sistema más sostenible, siendo una opción la economía circular en el uso de los recursos no renovables, para el caso de estudio, se emplean desde la recolección y uso de aguas lluvias en los procesos, pasando por la recuperación de aguas sucias con tratamientos químicos con ola floculación, entre otros y hasta la sedimentación por gravedad para el reúso o recirculación de las aguas grises.
- La productividad del agua, el tratamiento de aguas residuales y el reúso en Colombia, avanza con estrategias planteadas por el Departamento Nacional de Planeación, desde la identificación de principales problemáticas relacionadas con la productividad, hasta el tratamiento de aguas residuales y su reutilización.
- La reutilización del agua es una de las estrategias sustentables en la cual AMCIS puede aportar mediante su política socio-ambiental, aunado de acciones de buenas prácticas, compiladas en el estándar para el uso y ahorro eficiente del agua, el cual podrá ser complementado con las tecnologías de recirculación de aguas grises para su reúso.

- La opción más favorable para implementar en el método de tratamiento primario por filtración, debido a sus características de facilidad de instalación, funcionalidad, bajo costo de instalación, operación y mantenimiento y menor área requerida o adaptabilidad de escala en el espacio disponible por la empresa para su instalación.
- Respecto a las buenas prácticas, dentro de la empresa se sugiere incluir dentro de sus estándares, las acciones e indicadores para cumplimiento descritas en el numeral 5.i **Inspección documental.**, las cuales se clasificaron como IMPACTANTES en el ahorro racional y eficiente del agua en los procesos de la empresa AMCIS, de acuerdo con la consulta y posterior análisis de las referencias descritas en el mismo numeral, entre otras como: Seguimiento semanal del consumo de agua, formación y concientización a los trabajadores, mediante programas de capacitación, revisión y mantenimiento de instalaciones, instalación de dispositivos de ahorro de agua en zonas de laboratorio y reutilizar las aguas que se encuentren limpias de sedimentos.
- La ejecución de ensayos de suelos representa un 83% del uso del agua en la empresa AMCIS con un porcentaje de pérdida en vertimiento teórico del 0,5%, producto del agua que se queda en el proceso de tratamiento de las muestras. El 17% del consumo restante,

obedece a las áreas administrativas y procesos de uso de baños, limpieza y aseo de áreas y lavado de vajilla en la cafetería.

- Teniendo en cuenta el promedio entre el ahorro teórico y el In Situ, se determina un promedio de ahorro aplicando la tecnología para reúso del agua de 0,92 m³/día (920 litros/día).
- Las estrategias de uso eficiente y ahorro de agua se encuentran en función de las prácticas de ingeniería y las prácticas de conducta o comportamiento social.
- La organización recuperaría la inversión realizada inicial en el séptimo año una vez realizada la instalación del sistema de recirculación. Cabe aclarar que la instalación tendría un costo único de cuatro millones ochocientos setenta mil seiscientos treinta y dos pesos M/CTE (\$ 4.870.632) y los costos de mantenimiento y operación son fijos, con una periodicidad semestral y trimestral respectivamente y el valor presentado corresponde a los cinco años proyectados.
- El sistema tendría una capacidad de almacenamiento máxima de 3 m³ y se proyecta a poder realizar una recirculación máxima de cinco veces, esto con el fin de evitar afectaciones en la calidad de resultados de los ensayos realizados. Es posible que esta frecuencia varíe dependiendo de la calidad en la que se encuentre en el agua.

- Los programas de capacitación refuerzan los buenos hábitos y prácticas, por lo que es una alternativa confiable y asertiva como estrategia de uso eficiente y ahorro de agua.
- El anexo 1. Modulo presencial - Uso eficiente y ahorro del agua en AMCIS, muestra un módulo de capacitación propuesto, el cual se encuentra diseñado para concientizar de manera práctica y dinámica a los trabajadores de la empresa AMCIS.

REFERENCIAS

- Centro de Investigaciones y Servicios Educativos. (21 de septiembre de 2018). *El Diseño Instruccional [Video]. YouTube.* . Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=tHwHFpd2XiM>
- Departamento Nacional de Planeación – DNP. (2018). *Ministerio de Medio Ambiente.* Obtenido de Uso Eficiente y Ahorro del Agua: <https://www.minambiente.gov.co/gestion-integral-del-recurso-hidrico/uso-eficiente-y-ahorro-del-agua/>
- Escalante, V. C. (s.f.).
- Londoño, A. M. (s.f.). (Consumo de agua potable domiciliaria durante el confinamiento por COVID-19, en Bogotá (Colombia).
- MARTÍNEZ PÁEZ, J. Y. (2017). Diseño del plan de manejo ambiental para el laboratorio de la Empresa PYP ubicada en la ciudad de Bucaramang.
- Mundial, B. (Dirección). (2021). *Las aguas residuales no son un residuo [Película].*
- Muñoz Rodríguez, K. P. (s.f.).
- Muñoz, M. D. (s.f.). ¿ Le apuestan los sistemas de manejo de residuos sólidos en el mundo al Desarrollo Sostenible?. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1, 445-450.
- Ramón, P. &. (2019). Aprovechamiento del agua pluvial para usos no potables en el edificio de Suelos de la Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemática de la Universidad Central del Ecuador. (Bachelor's thesis, Quito: UCE).
- Soriano), (. (s.f.). Acciones de capacitación para la mejora del manejo de los residuos sólidos urbanos y la protección del agua. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, 90-103.

ELABORADO POR:

Evelyn Fernanda Contreras

Fabian Mauricio Ospina

Gerardo Iván Márquez

Javier De Jesús Herrera Durán