CONTRA LA CORRIENTE

GUÍA FORMATIVA PARA LA JUSTICIA HÍDRICA EN EL ESTUARIO DE LA BAHÍA DE SAN JUAN

Créditos

Alejandro Torres-Abreu, Instituto Transdisciplinario de Investigación-Acción Social, UPRH
Coordinador, redacción, ediciones y concepto de la guía

Coral Avilés Santiago, Programa del Estuario de la Bahía de San Juan
Concepto de la guía, redacción y desarrollo de las actividades

Eliezer Nieves Rodríguez, Programa del Estuario de la Bahía de San Juan
Concepto de la guía, redacción y desarrollo de las actividades

Juan Carlos Rivera Ramos, Instituto Transdisciplinario de Investigación-Acción Social, UPRH
Introducción y revisión

Lara Medina Sepúlveda, Programa del Estuario de la Bahía de San Juan
Concepto artístico, diagramación y edición gráfica

Larissa Gonzalez Nieves, Instituto Transdisciplinario de Investigación-Acción Social, UPRH
Revisión, ediciones y redacción

Esta guía será citada como: Avilés Santiago, C., Nieves Rodríguez, E. Torres Abreu, A, A., Rivera Ramos, J.C. y González Nieves, L. (2023). Contra la corriente: guía para la justicia hídrica en el estuario de la Bahía de San Juan, Instituto Transdisciplinario de Investigación-Acción Social y Programa del Estuario de la Bahía de San Juan.

Derechos reservados

Todas las partes de esta publicación podrán reproducirse libremente, excepto para fines comerciales, con el debido crédito a sus autores.

Aunque este documento ha sido auspiciado por la Agencia Federal de Protección Ambiental a través de los State Revolving Funds bajo el acuerdo C-72-250-03, no refleja necesariamente las opiniones de esta agencia federal

Foto de portada y contra portada: Juan Manuel Pagán

"Entonces las experiencias tempranas son la base, son la semilla que está dentro de nosotros y el que no aprende a amar la tierra, los árboles y las aguas desde pequeño es mucho más difícil que desde grande las proteja, que las disfruten"

-Linna Irizarry Mayoral, 2022, Guardarío, Red Comunitaria de Agua

índice

Dedicatoria y Agradecimiento 5

00 **Introducción** 6
- Estuario de la Bahía de San Juan 9
- ¿Cómo usar la guía? 10

01 **Infraestructura del agua** 14
- **1.1** Conociendo la infraestructura del agua con el Atlas del Estuario 22
- **1.2** Recorrido interpretativo urbano 26
- **1.3** Grabado en "Foam" 32

02 **Situación de las aguas del Estuario** 36
- **2.1** SIG Manual 42
- **2.2** ¿Quién contaminó el estuario? 48
- **2.3** El Noticiero Comunitario 60
- **2.4** Las Música del Acuapaisaje 64

03 **Monitoreo Comunitario de Calidad de Agua** 70
- **3.1** Monitoreo de calidad de agua con el kit 78
- **3.2** Visitando y monitoreando un cuerpo de agua 82
- **3.3** Vierte un estanque 86

Glosario 90

Referencias 94

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO

Dedicamos esta guía formativa a la Red Comunitaria y Ciudadana de Agua por su trabajo a favor de la justicia hídrica en la cuenca del Estuario de la Bahía de San Juan. Desde el 2017, la Red ha sido un espacio de reflexión y acción socio-ambiental enfocado en la calidad de agua y la defensa de los cuerpos de agua, así como de las comunidades aledañas a los mismos. La Red es un ejemplo de gente comprometida con la justicia hídrica, que luchan y se mueven contra la corriente para hacer escuchar sus voces.

También dedicamos esta publicación a todas las personas que quieren aprender, compartir y participar en diferentes iniciativas enfocadas en transformar nuestra realidad socio-ambiental hacia una mucho más justa y solidaria.

Agradecemos al equipo del Programa del Estuario de la Bahía de San Juan y del Instituto Transdisciplinario de Investigación Acción Social del Departamento de Ciencias Sociales de la Universidad de Puerto Rico en Humacao por hacer de esta guía, que integra la educación popular ambiental, las humanidades ambientales y otros acercamientos a la concienciación socio-ambiental, un proyecto posible.

INTRODUCCIÓN

Esta guía es producto del trabajo del Grupo de Investigación Acción Participativa (GIAP), compuesto por miembros del Programa del Estuario de la Bahía de San Juan y del Instituto Transdisciplinario de Investigación Acción Social, del Departamento de Ciencias Sociales de la Universidad de Puerto Rico, recinto de Humacao. La misma surge como parte de un proceso participativo para el desarrollo de la Red Comunitaria y Ciudadana de Agua (La Red), donde se han ensayado y trabajado varias de las ideas que la componen.

La Red es una iniciativa de concienciación y movilización que surge del esfuerzo colaborativo entre el Programa del Estuario de la Bahía de San Juan (Estuario) y el Instituto Transdisciplinario de Investigación Acción Social (ITIAS). A través de talleres, encuentros, visitas y actividades de educación popular y la investigación acción participativa el GIAP va cultivando y desarrollando relaciones con distintos grupos comunitarios, organizaciones, movimientos sociales y ciudadanos con la intención de formar una red comprometida con la justicia hídrica y la calidad de agua en la cuenca del estuario de la bahía de San Juan. La Red, entonces, es un proceso de articulación entre distintos sectores de la ciudad, organizaciones, grupos y ciudadanos que trabajan con asuntos relacionados al agua (infraestructura, contaminación, inundaciones, conservación, etc.) y que están interesados en la defensa de los ecosistemas y las comunidades. (Accede al vídeo de La Red aquí)

Si usted está leyendo estas palabras es porque de algún modo le interesan la educación popular ambiental y el agua. Pocas cosas son tan importantes como el agua y todo lo relacionado a eso que llamamos “el ambiente”. En tiempos de emergencia climática y de destrucción acelerada de bosques, ríos, montañas, quebradas, costas y cantidad de ecosistemas por parte del tan mentado “progreso” o “desarrollo” (desde hoteles, mansiones, carreteras, hasta centros comerciales y urbanizaciones repletas de carros y cemento) la educación popular ambiental es vital.

La educación popular ambiental parte desde los saberes y las prácticas de la gente, y a partir de ahí, va elaborando entre todos y todas un conocimiento más profundo, producto de la reflexión compartida. Es decir, todos tienen saberes y experiencias del mundo que le rodea y en el que vive. Reconocerlo es parte del proceso, pues permite que todas las personas participen en descifrar, pensar y transformar nuestra realidad. Esto se logra escuchando, dialogando y compartiendo, haciéndonos preguntas y buscando respuestas y soluciones entre todas para luego transformar la realidad que nos aqueja. Para lograr esta reflexión colectiva, los ejercicios de participación son idóneos para compartir nuestras preocupaciones, conflictos y anhelos por un mundo más justo para todos los seres vivos.

Nos encontramos en un momento histórico de “transición”. ¿Transición hacia qué? Responder a esta pregunta es parte del reto que tenemos. Luego del huracán María, de los terremotos, de las marejadas, de las lluvias, del huracán Fiona, de sequías e inundaciones, de... (no podemos seguir pues la introducción tomaría toda la guía), son pocos los que se atreven a negar a los cuatro vientos y sin ruborizarse la emergencia climática que vivimos. Sin embargo, todavía son demasiados los que anteponen el desarrollo económico, el crecimiento, la competitividad y la confianza en el mercado a sostener, mantener y florecer la vida en su gran diversidad. Es por esto que necesitamos urgentemente la educación popular ambiental. Para resumirlo en una oración: Necesitamos la educación popular ambiental para crear junto a los demás una realidad socioambiental que apoye las condiciones que hacen posible la vida.

Arte Red Comunitaria de Agua, por Camilo Carrión, Escuela Secundaria Universidad de Puerto Rico y Red Comunitaria de Agua

El agua está presente en todos los espacios, o casi todos, de nuestra realidad. Los servicios sanitarios, los fregaderos y grifos dentro y fuera de las casas, las tuberías por todas partes y todos los tamaños habidos y por haber, las plantas de tratamiento, las bombas de agua, los filtros, motores, las alcantarillas, los químicos para limpiar las aguas usadas, las represas, embalses, y otro largo etc. que transforma a eso que llamamos "el agua" en acueductos, alcantarillados, y otros nombres y adjetivos como aguas grises, aguas negras, aguas sanitarias, nos ponen a pensar en lo complejo que puede ser hablar sobre el agua en estos tiempos hipermodernos.

Pero los ríos, quebradas, riachuelos, estuarios, humedales, costas, playas, y todos los ecosistemas donde el agua es protagónica también son parte del universo urbano e industrializado donde vivimos. Ese universo, o "pluriverso" para sugerir su gran diversidad, está mucho más invisibilizado que las carreteras, puentes y tuberías que mencionamos más arriba. Reconocer esta gran diversidad de aguas en nuestro contexto social es parte de las metas de esta guía socioambiental (o ecosocial) en torno al agua y la justicia hídrica.

La justicia hídrica es un marco que permite comprender la relación entre los derechos y conflictos en torno al agua. ¿Quiénes sufren la contaminación y quiénes tienen acceso al agua limpia? ¿Por qué? La justicia hídrica incluye el derecho a participar en la toma de decisiones sobre asuntos de agua y en la producción de conocimiento en torno a la infraestructura y los cuerpos de agua, pero también en la formulación de alternativas hacia una realidad hidrosocial más justa. En este proceso, reconoce, además, las diversas identidades que se desarrollan en torno a los cuerpos de agua. Como vemos, la justicia hídrica es un concepto amplio que busca reflexionar críticamente sobre las injusticias socio-ambientales relacionadas al agua para de ese modo construir nuevas respuestas basadas en la solidaridad, la colaboración, la igualdad y la democracia.

Para el GIAP es un placer contribuir con esta guía que además incluye creaciones artísticas muy bellas de parte de algunos miembros de la Red, compuesta por más de 15 organizaciones, instituciones y grupos comunitarios. Entre estas, cabe mencionar las siguientes: Guardarío, CAUCE, Cantera, Enlace, G8, Por las aguas, Caimito, Toabajeños en defensa del ambiente, Arrecifes Pro Ciudad, Asociación recreativa de pesca y deportes de Carolina, Universidad de Puerto Rico (UPR) en Bayamón, UPR Río Piedras, Asociación de vecinos de Venus Gardens, Sector ecuménico, Las Curías, Universidad Sagrado Corazón, Escuela Secundaria de UPR, Universidad Ana G. Méndez, el ITIAS de UPR Humacao y Estuario de la Bahía de San Juan.

Esperamos de corazón que sea de utilidad y beneficio para todas las organizaciones, asociaciones de vecinos, grupos comunitarios, movimientos sociales, ciudadanos y toda persona interesada y comprometida con la justicia hídrica y socioambiental. (ver también Mori, R. y Torres Abreu, A. 2019)

Sigamos aprendiendo en colectivo y creando juntes de concienciación y acción socioambiental.

¡Disfruten!

Programa del Estuario de la Bahia de San Juan

El Programa del Estuario de la Bahía de San Juan (Estuario) es una corporación sin fines de lucro 501c3 que diseña, implementa y realiza un seguimiento de las acciones de restauración para mejorar la calidad de las aguas y los ecosistemas asociados dentro del sistema del Estuario de la Bahía de San Juan y su cuenca.

La misión del Estuario es el de restaurar y conservar la calidad de las aguas del ecosistema del Estuario de la Bahía de San Juan como eje sostenible de desarrollo social y económico.

La cuenca hidrográfica del estuario de la bahía de San Juan conforman una red de humedales entre los que encontramos ríos, quebradas, canales y lagunas que se extiende de la montaña hasta la costa por un área altamente urbanizada. También la conforma una serie de bosques urbanos, islas de vegetación en medio de la ciudad que provee hábitat para muchas especies nativas, endémicas y migratorias y además nos proveen espacios para la recreación, investigación, educación e interpretación ambiental.

¿CÓMO USAR LA GUÍA?

Con el propósito de defender los cuerpos de agua y promover la participación ciudadana, el GIAP y la Red Comunitaria y Ciudadana de Agua desarrollamos ***CONTRA LA CORRIENTE: Guía formativa para la justicia hídrica en el estuario de la bahía de San Juan***. Como el nombre de esta guía sugiere, utilizamos la frase "contra la corriente" como una metáfora que promueve una visión no tradicional de acercarnos a un conocimiento más horizontal, tomando en cuenta los saberes y experiencias de la gente de las comunidades dentro de la cuenca del Estuario de la Bahía de San Juan.

Esta guía servirá a educadores, líderes comunitarios, grupos cívicos, organizaciones sin fines de lucro, iglesias, movimientos sociales, entre otros, a presentar el tema del agua y la justicia hídrica desde una perspectiva crítica, participativa y dialogante. En otras palabras, desde una perspectiva democrática y con la transformación socioambiental como meta.

CONTRA LA CORRIENTE: Guía formativa para la justicia hídrica en el Estuario de la bahía de San Juan contiene información de varios temas pertinentes al agua desglosados en ejes temáticos. Cada eje contiene información de contenido en su introducción seguido de actividades alineadas a la educación popular ambiental, la interpretación y el constructivismo social. Estas actividades participativas y de experiencias de campo van dirigidas a fortalecer la justicia hídrica en las comunidades que forman parte de la cuenca hidrográfica del Estuario de la Bahía de San Juan. Además, encontrarán enlaces a páginas web, documentos y videos relacionados al tema del agua y de la justicia hídrica. Por último encontrarán un glosario de términos y marcos conceptuales utilizados en la guía.

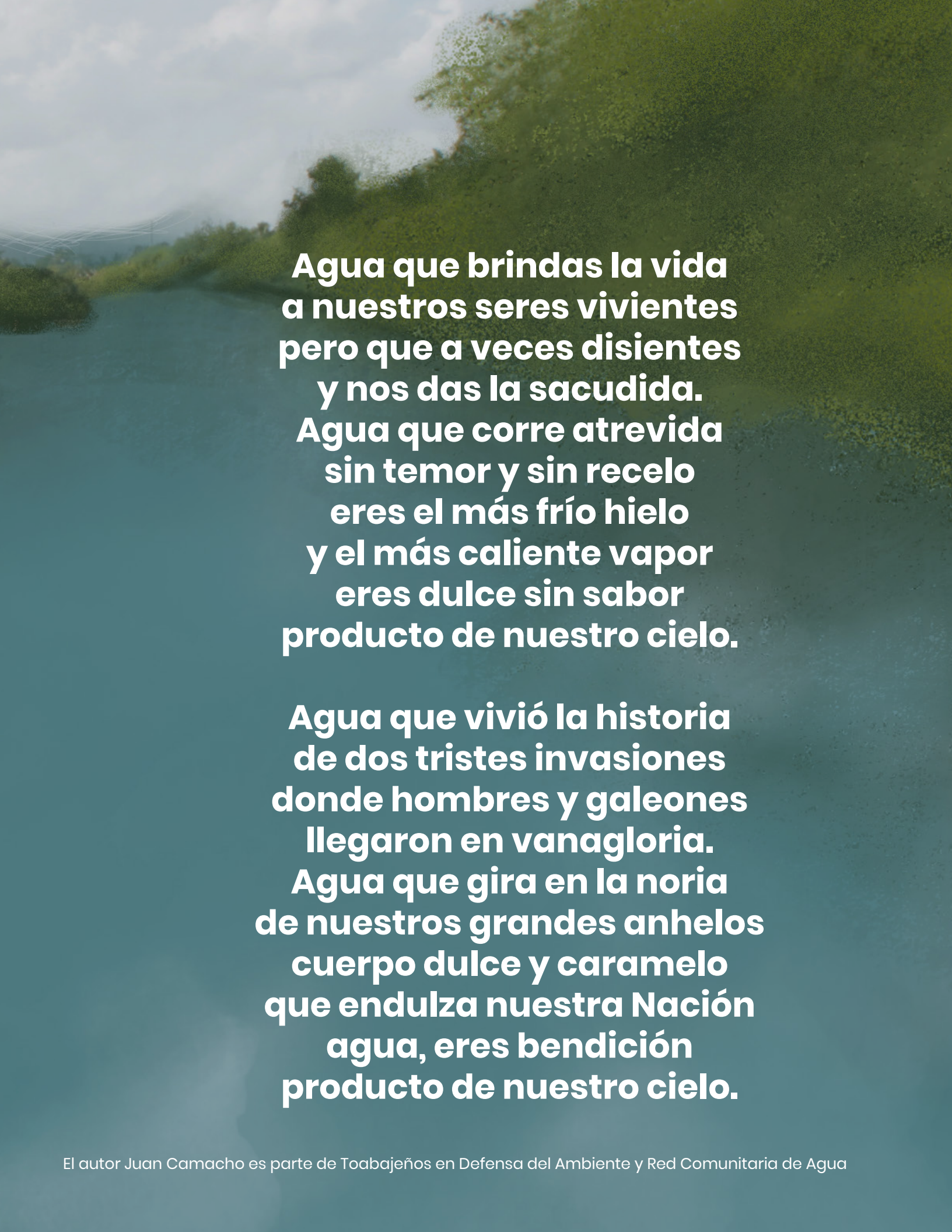
Esperamos que la misma sirva para elaborar un pensamiento crítico sobre nuestra realidad socio ambiental en el área metropolitana y promueva la movilización ciudadana y el continuo desarrollo de la Red Comunitaria y Ciudadana de Agua.

Décima al Agua

Juan Camacho

Agua que a mi Isla bañas
desde las más altas nubes
que caes y que luego subes
orgullosa de tu hazaña.
Agua que con dulce maña
llenas ríos y riachuelos
que percolas en el suelo
para formar manantiales
agua que corre a caudales
producto de nuestro cielo.

Agua que te precipitas
sobre llanos y relieves
en lluvia, granizo o nieve
según el clima te invita.
Agua que nos facilita
y nos da grandes consuelos
para que con firme celo
hagamos buen uso de ella
el agua es una estrella
producto de nuestro cielo.



Agua que brindas la vida
a nuestros seres vivientes
pero que a veces disientes
y nos das la sacudida.
Agua que corre atrevida
sin temor y sin recelo
eres el más frío hielo
y el más caliente vapor
eres dulce sin sabor
producto de nuestro cielo.

Agua que vivió la historia
de dos tristes invasiones
donde hombres y galeones
llegaron en vanagloria.
Agua que gira en la noria
de nuestros grandes anhelos
cuerpo dulce y caramelo
que endulza nuestra Nación
agua, eres bendición
producto de nuestro cielo.

El autor Juan Camacho es parte de Toabajeños en Defensa del Ambiente y Red Comunitaria de Agua

1

INFRAESTRUCTURA DEL AGUA

Infraestructura del agua en la cuenca del estuario de la bahía de San Juan

El agua es fundamental para las personas, para la ciudad, para la vida. Sin una buena infraestructura hídrica sería casi imposible habitar la ciudad, realizar nuestras actividades más básicas y tener una buena calidad de vida. La infraestructura del agua o hídrica describe los sistemas, tecnología y estructuras utilizadas para el suministro, recolección, transporte, bombeo, tratamiento, purificación y almacenamiento de las fuentes de agua.

Esta infraestructura de manejo de las aguas en la ciudad está compuesta de elementos construidos y naturales que se complementan. La infraestructura gris es toda aquella que es construida para la recolección y transporte del agua, que incluye el sistema de alcantarillado pluvial y sanitario, bombas de agua, plantas de filtración entre otras. La infraestructura verde es un componente natural que complementa y ayuda a tener una mejor calidad de agua y a evitar o aliviar eventos de inundaciones en la ciudad.

La justicia hídrica, que incluye la seguridad de tener cuerpos de aguas saludables y agua limpia, puede lograrse de manera sostenible a través de la integración de la infraestructura gris a la infraestructura verde. Estos dos componentes de la infraestructura hídrica son esenciales para el buen manejo de las aguas, acompañados de acciones responsables de todos los habitantes de esta cuenca hidrográfica, desde lo alto de la montaña hasta la costa y el estuario.

Infraestructura Gris

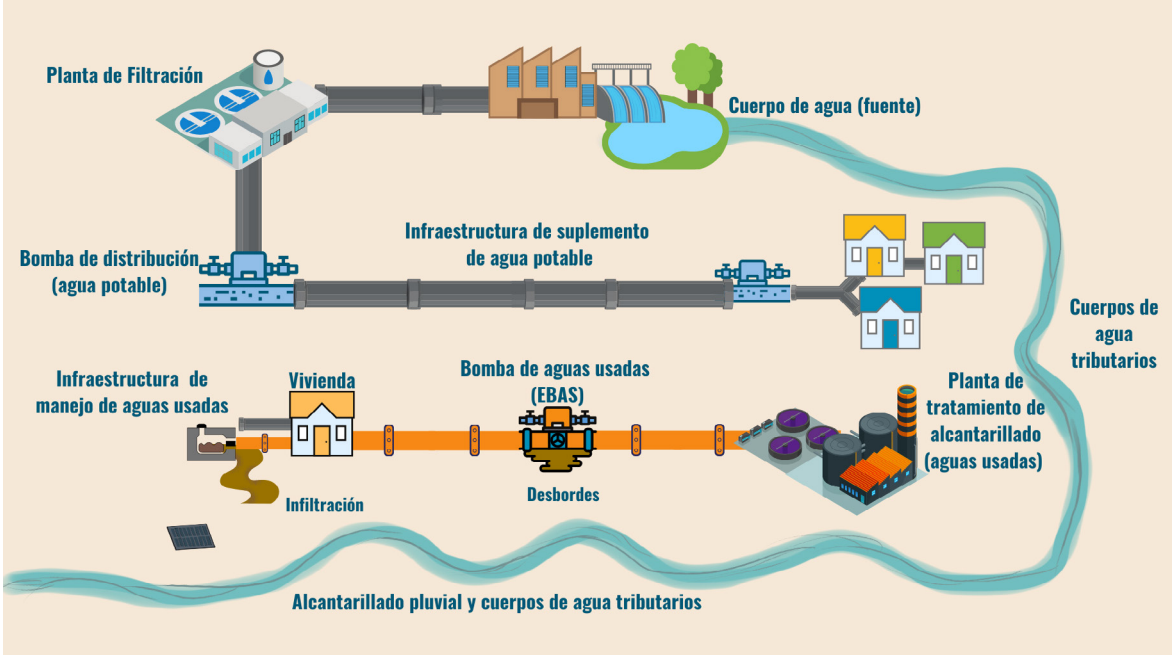
En Puerto Rico, parte del manejo de las aguas en la ciudad recae sobre entidades gubernamentales estatales y locales. La entidad encargada de distribuir agua potable y recolectar aguas residuales para su tratamiento es la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA), mientras que el manejo de los sistemas de alcantarillado pluvial en las zonas urbanas corresponde a entidades municipales.

Sistema de agua potable

El agua que llega a nuestros hogares a través del sistema de acueductos es agua potable, que no contiene bacterias peligrosas, materiales tóxicos o sustancias químicas y es considerada segura para el consumo, aunque tenga problemas de sabor, olor o color y contienen ciertos minerales. Esto es posible gracias al proceso que se realiza en el sistema de agua potable.

El sistema de agua potable es un conjunto de infraestructuras y procesos rigurosos diseñados para transformar el agua natural obtenida de un cuerpo de agua a que sea apta para consumo humano. Este comienza con la toma de agua directamente de un abasto de agua dulce, de una fuente superficial como embalses, ríos, quebradas o de fuentes subterráneas como acuíferos o manantiales. En la cuenca del estuario de la bahía de San Juan, el agua es llevada por tuberías hacia una de varias plantas de filtración, donde ocurrirá el proceso de purificación de agua potable.

Diagrama del sistema de alcantarillado



Este proceso consiste de los siete pasos a continuación:

1. **Toma de aguas crudas en el abasto de agua natural:** El agua natural o cruda de los abastos es conducida a la planta de filtración. El cedazo o parrilla elimina los sólidos que se encuentran en el agua.

2. **Aereación:** Consiste en exponer el agua al aire en forma de rocío para que el oxígeno entre y elimine minerales de hierro y manganeso que le producen al agua: color, olor y sabor.

3. **Aplicación de productos químicos:** El polímero es un agente químico que coagula (atrapa) los sólidos del agua. La cal controla la acidez o alcalinidad del agua y el cloro gaseoso diluído la desinfecta.

4. **Sedimentación:** Es la separación física por gravedad de los sólidos del agua (flóculos o masas de coágulos). Los mismos se asientan en el fondo de un tanque sedimentador para obtener agua clara en la superficie.

5. **Filtración:** Consiste en pasar el agua clara obtenida en la superficie del sedimentador por un filtro de piedras, grava, arena y carbón. De esa forma se remueve la totalidad de los sólidos presentes en el agua.

6. **Desinfección:** El agua filtrada es desinfectada con cloro gaseoso diluído para destruir los microorganismos presentes. Un residual de cloro queda en el agua mientras recorre la tubería hasta llegar a la comunidad. Este residual es una protección y una garantía de calidad.

7. **Distribución:** El agua filtrada y clorada está apta para el consumo humano y llega a la comunidad a través de una red de tuberías, estaciones de bombeo para impulsarla, reguladores de presión, estaciones de muestreo de calidad y tanques de almacenaje (tanques de distribución).

La calidad química y bacteriológica del agua potable de Puerto Rico es garantizada a través de los análisis que se realizan en laboratorios certificados. Además, es regulada e inspeccionada respectivamente por la Ley de Agua Potable Segura de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) y el Programa de Agua Potable del Departamento de Salud a través de la Ley para Proteger la Pureza del Agua Potable de Puerto Rico.

Sistema de alcantarillado sanitario

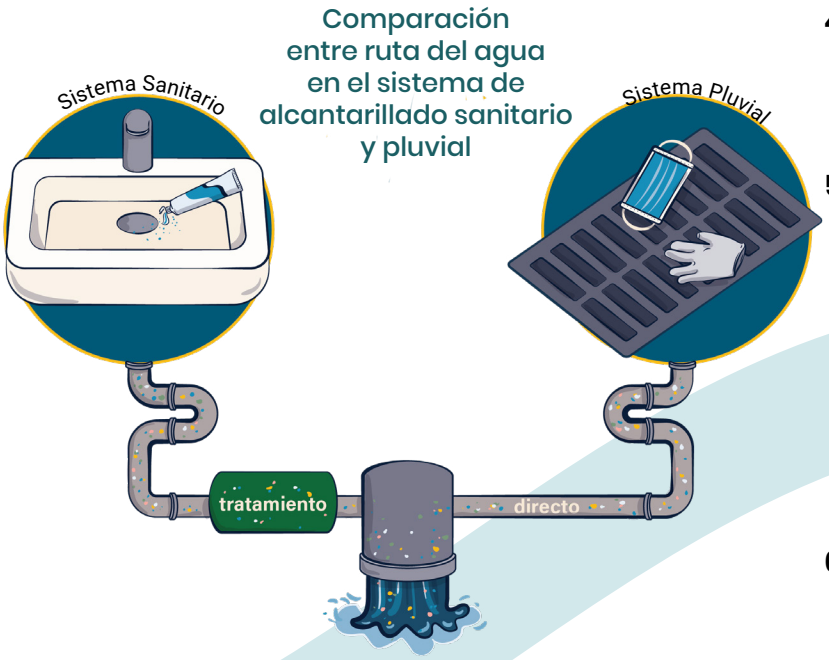
Si el sistema de alcantarillado funciona cabalment el agua que llega a nuestros hogares y comercios es agua potable, purificada y segura para el uso humano. Usamos el agua en la industria, el comercio, la agricultura, públicamente y en nuestros hogares. En un sistema de alcantarillado sin salideros ni tuberías colapsadas, son entonces las fábricas, las industrias, los comercios, el ejército, la inmensa cantidad de automóviles e interminable construcción de carreteras y centros comerciales, así como la producción de basura debido a los estilos de vida impulsados por el consumismo y su publicidad, las mayores fuentes de contaminación del agua. En otras palabras, son los usuarios los que contaminan el agua, pero unos usuarios tienen mayor impacto que otros, y todos están influidos por un sistema donde el crecimiento de ganancias a través de la producción ilimitada de mercancías es la meta, y no el balance y bienestar de la biosfera.

El sistema de alcantarillado sanitario es un conjunto de infraestructuras y procesos rigurosos diseñados para transformar las aguas residuales en agua limpia que regrese a la naturaleza, en los ríos y océanos, conservando la salud de los seres humanos y del ambiente. Las aguas residuales que se tratan son aquellas que el ser humano ha utilizado en actividades domésticas, agrícolas e industriales, y que como resultado de ello, contienen contaminantes que las hace no aptas para ciertos usos, como el consumo y el contacto con la piel humana. Las aguas usadas se componen de una parte líquida y otra parte de sólidos (orgánicos e inorgánicos). Además de gases (como ejemplo el oxígeno y el sulfuro de hidrógeno) y de microorganismos vivos. Estos componentes, afectan su pureza y calidad. El buen manejo de estas aguas residuales es esencial para evitar el deterioro de los cuerpos de agua que reciben las descargas, así como para no afectar a la vida silvestre ni perjudicar la salud y la calidad de vida de los ciudadanos.

Como las aguas residuales transportan desperdicios, son dirigidas por tuberías de alcantarillado sanitario hacia una planta de tratamiento, excepto donde se utilicen pozos sépticos. En el caso del cuenca hidrográfica del estuario de la bahía de San Juan, el sistema de tuberías junto a 74 estaciones de bombas de aguas servidas (EBAS) dirigen cientos de miles de galones de aguas residuales diariamente hacia 4 plantas de tratamiento en Carolina, Cataño, Loíza y San Juan.

Los seis pasos del tratamiento de aguas residuales en estas plantas son los siguientes:

1. **Recolección del afluente:** Es la llegada de las aguas usadas de la comunidad a la planta de tratamiento. En la red de tuberías hay estaciones de bombeo, para impulsar el agua en su recorrido.
2. **Remoción de sólidos grandes y arenosos:** El afluente enfrenta una parrilla, un desarenador y unos trituradores que remueven sólidos grandes como la basura, además de eliminar la arenisca, que por ser abrasiva deteriora los equipos de tratamiento.
3. **Tratamiento:** Según el tipo de planta puede ser de tres tipos.
    I. **Tratamiento físico o primario:** separa los sólidos del agua por sedimentación por gravedad. En este proceso los sólidos se asientan en el fondo de un tanque clarificador o sedimentador obteniéndose en la parte superior el agua clara.
    II. **Tratamiento biológico o secundario:** remueve y transforma químicamente por biodegradación aquellos sólidos no sedimentados y que permanecen disueltos en el agua. Los convierte en sustancias simples no degradables que no producen mal olor.
    III. **Tratamiento avanzado o terciario:** es un método sofisticado y costoso que remueve sustancias como los nitritos y nitratos. Estos compuestos nitrogenados deben ser removidos en casos especiales según lo establezca el permiso de descarga de la planta. Por lo que su implantación no es requisito general en todos los tratamientos.



4. **Desinfección:** El agua clara recibe desinfección con cloro, haciéndola compatible con el agua de los ríos y océanos.

5. **Descarga del efluente:** El agua desinfectada se reoxigena para conservar la vida acuática, su calidad y se reincorpora al ambiente. El efluente es el agua tratada que produce la planta y cuyos parámetros de calidad están estipulados en un documento (permiso de descarga) que concede la Agencia Federal de Protección Ambiental (EPA) y la Junta de Calidad Ambiental (JCA).

6. **Estabilización de los lodos:** Los sólidos recuperados son llamados lodos o cieno. Ellos son estabilizados mediante biodegradación con bacterias que convirtiéndolos en materia inerte y simple pierden su mal olor y peligrosidad. También son secados al sol o con máquinas para reducir su volumen y servir como fertilizante (abono o estiércol) o relleno sanitario para los vertederos.

Sistema de alcantarillado pluvial

El sistema de alcantarillado pluvial es un sistema de tuberías subterráneas que recogen el agua de lluvia y la descargan al cuerpo de agua más cercano. Las tuberías actúan como unas vías que dirigen las aguas recolectadas en la ciudad y que no son absorbidas por el suelo pavimentado, simulando así la función de quebradas y ríos para evitar inundaciones en las áreas urbanas. Es sumamente importante que el agua que entra a este sistema debe ser solo agua de lluvia, ya que la gravedad hará su trabajo de transportarla hacia el cuerpo de agua superficial más cercano, descargando las aguas de lluvia de manera directa y sin tratamiento al ambiente.

Los sistemas de alcantarillado pluvial son manejados por las autoridades municipales. Los municipios obtienen un permiso de la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) para poder descargar a los cuerpos de agua y deben cumplir con requisitos de manejo y prevención de contaminación de las aguas pluviales. Los cuerpos de agua que reciben las aguas pluviales son custodiados por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA).

El sistema de alcantarillado pluvial se compone de varios elementos importantes:

1. **Estructuras de captación:** Alcantarillas que recolectan las aguas de lluvia acumuladas en la ciudad.

2. **Estructuras de conducción:** Tuberías y canales que transportan las aguas de lluvia recolectadas por las estructuras de captación hacia su destino final.

3. **Disposición final:** Es cualquier cuerpo de agua superficial en donde llega el agua de lluvia recolectada y transportada.

Infraestructura Verde

La infraestructura verde es el sistema natural de apoyo a la vida; formado por una red de tierras y cuerpos de agua que sostienen a las diversas especies de flora y fauna; aseguran el funcionamiento de los procesos ecológicos; mantienen los recursos de agua, aire y suelos; y contribuyen a la salud y a la calidad de vida de los individuos y las comunidades (Juncos et. al, 2011) En la cuenca hidrográfica del estuario de la bahía de San Juan, estos espacios naturales varían desde áreas protegidas como reservas naturales, bosques estatales, parques, corredores ecológicos y humedales hasta la ribera de los ríos y otros parchos de vegetación menor.

Los mismos ofrecen múltiples beneficios para nuestra salud y calidad de vida al contribuir con el manejo de las aguas de escorrentía en la ciudad. Por un lado, ayudan a conservar la calidad del agua filtrando las aguas que fluyen por las calles y evitando la sedimentación de los cuerpos de agua al reducir la erosión del terreno. Por otro lado, absorben y retienen el agua de las escorrentías, por lo que ayudan a reducir las inundaciones urbanas, complementando el sistema de alcantarillado pluvial. La infraestructura del agua en nuestra cuenca hidrográfica depende de una buena integración de todo los que nos ofrece y pone a disposición la infraestructura verde para así crear, mantener y mejorar los sistemas que se dan en la ciudad.

Referencias

Autoridad de Acueductos y Alcantarillados de Puerto Rico (n.d.) Agua Potable Autoridad de Acueductos y Alcantarillados de Puerto Rico. Tomada el 15 de febrero de 2023 de https://www.acueductospr.com/agua-potable

Autoridad de Acueductos y Alcantarillados de Puerto Rico (n.d.) Sistema de Alcantarillado Autoridad de Acueductos y Alcantarillados de Puerto Rico. Tomada el 15 de febrero de 2023 de https://www.acueductospr.com/sistema-de-alcantarillado

Juncos, M.A., González, S., Rivera, J., & González, E. (2011). Infraestructura verde y nuestros parques (2da ed.). Morales, D. J. (Ed). Compañía de Parques Nacionales de Puerto Rico y el Centro de Estudios para el Desarrollo Sustentable, UMET, Sistema Universitario Ana G. Méndez.

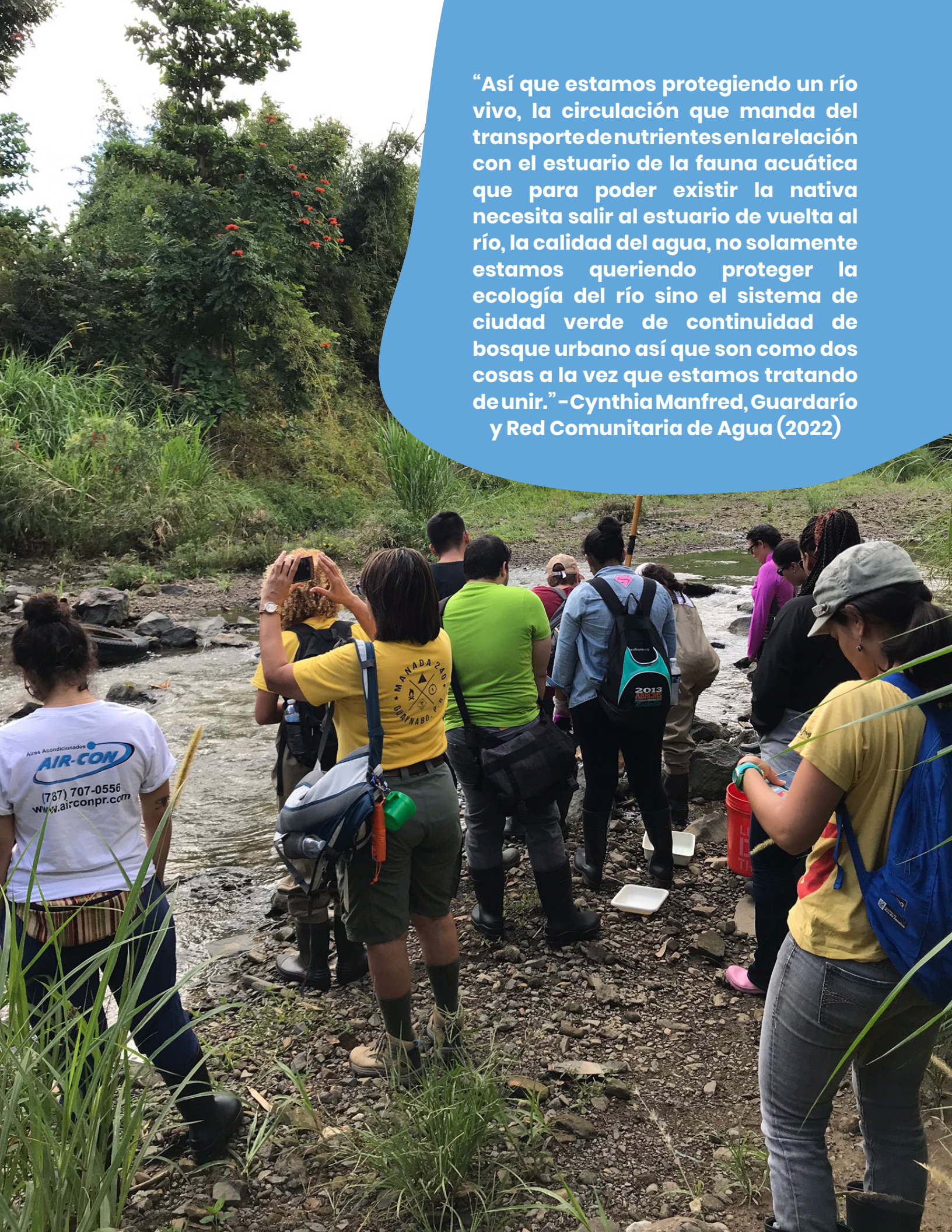
Valdivielso, A. (n. d.) ¿Qué es un sistema de drenaje pluvial? iAgua. Tomada el 15 de febrero de 2023 de https://www.iagua.es/respuestas/sistema-drenaje-pluvial

Índice de las actividades de este eje temático

Conociendo la infraestructura del agua con el Atlas del Estuario

Recorrido interpretativo urbano: Descubriendo las conexiones entre el agua de la ciudad y el estuario

Grabado en “Foam”



“Así que estamos protegiendo un río vivo, la circulación que manda del transporte de nutrientes en la relación con el estuario de la fauna acuática que para poder existir la nativa necesita salir al estuario de vuelta al río, la calidad del agua, no solamente estamos queriendo proteger la ecología del río sino el sistema de ciudad verde de continuidad de bosque urbano así que son como dos cosas a la vez que estamos tratando de unir.” -Cynthia Manfred, Guardarío y Red Comunitaria de Agua (2022)

Actividad 1.1
Conociendo la infraestructura del agua con el Atlas del Estuario

Materiales

- Computadora con acceso a internet
- Proyector

Tiempo Estimado

1 Hora

Introducción

Los mapas son herramientas visuales que nos ayudan a comunicar mensajes y a ver nuestra comunidad en relación a otros lugares o eventos en distintas escalas. El Atlas del Estuario es una herramienta digital que contiene una colección de mapas con distintas capas de información sobre la infraestructura del agua, actividades de monitoreo, uso de suelo, condiciones socioeconómicas, población entre otras. La posibilidad de combinar distintas capas para realizar un análisis espacial de dos o más variables o temas, es lo que nos permite ver estas conexiones que no se perciben a simple vista.

Esta actividad es un acercamiento a la amplia gama de información que se puede obtener de la herramienta Atlas del Estuario. Esta herramienta es un documento vivo que está en continuo cambio para incluir nueva información técnica o de los saberes y experiencias de las mismas comunidades que componen la cuenca hidrográfica del estuario de la bahía de San Juan.

Objetivos

Al terminar la actividad los participantes podrán:

1. Explicar la utilidad del Atlas del Estuario para comprender mejor el espacio que habitamos
2. Identificar los elementos del sistema de infraestructura del agua

Método

A través de una actividad demostrativa, los participantes conocerán sobre la infraestructura de agua a través de la herramienta virtual Atlas del Estuario

Actividad 1.1
Conociendo la infraestructura del agua con el Atlas del Estuario

Procedimiento

Antes de la actividad

1. Visite la página web estuario.info para visualizar y familiarizarse con la herramienta del Atlas del Estuario. Explore las capas de información que se pueden activar en el menú de la izquierda de la herramienta y lea sus descripciones.

Durante la actividad

1. Reúna el grupo de participantes en un lugar donde puedan observar la computadora o la imagen proyectada en una pantalla o pared.
2. Visite la página web estuario.info para abrir la herramienta Atlas del Estuario.
3. Acerque el mapa de la herramienta digital hasta su comunidad o un área seleccionada.
4. Guíe a los participantes mientras va sobreponiendo las capas de información en la herramienta digital. Seleccione las siguientes capas de información de manera individual en el menú de la izquierda en la sección de "Infraestructura":
    a. Alcantarillado
    b. Estaciones de alcantarillado – Metro
    c. Estaciones de Bomba
    d. Plantas filtración
    e. Plantas tratamiento
    f. Registros sanitarios
5. Discuta con los participantes lo que muestra cada capa y ofrezca espacio para que reaccionen a lo que están viendo.

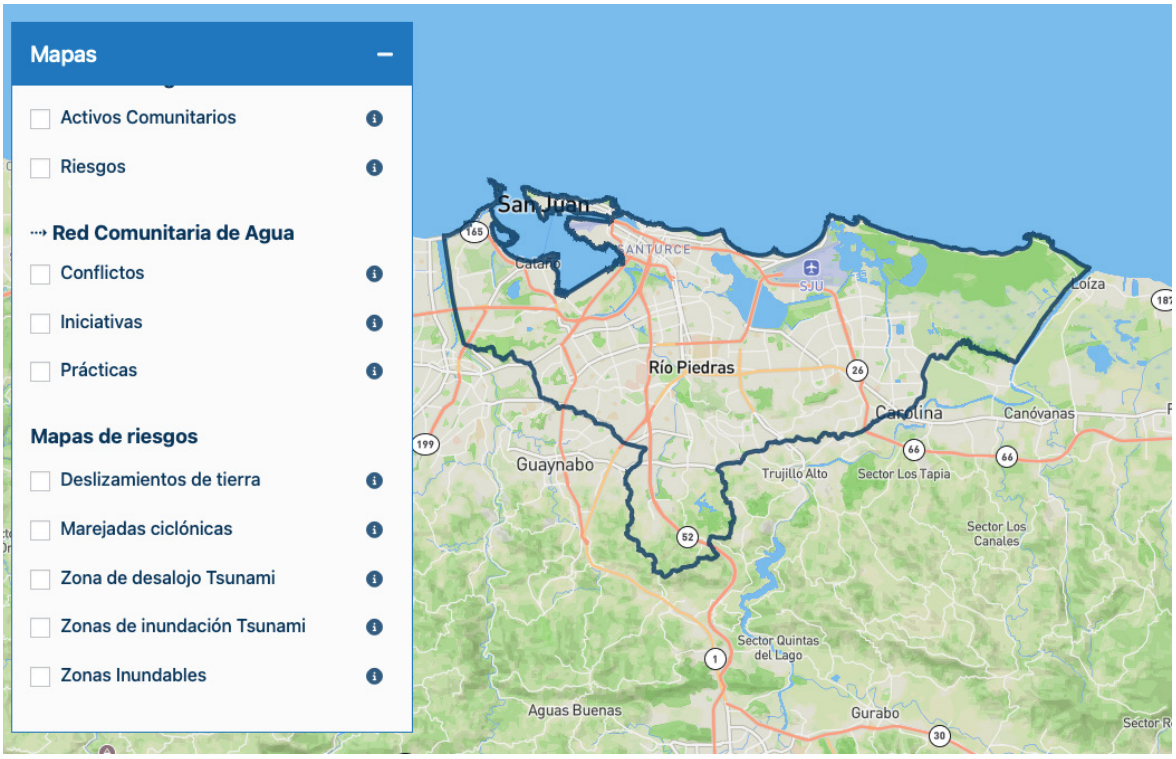
Después de la actividad

1. Guíe una reflexión utilizando las preguntas de discusión.

PREGUNTAS DE DISCUSIÓN

1. ¿Cómo la herramienta Atlas del Estuario ayuda a comprender la relación de la infraestructura del agua con nuestra comunidad?
2. ¿Cómo podríamos usar los mapas de esta herramienta digital para facilitar una reflexión crítica sobre temas del agua?

Muestra de la herramienta digital Atlas del Estuario



Actividad 1.2

Recorrido interpretativo urbano: Descubriendo las conexiones entre el agua de la ciudad y el estuario

Materiales

- Diagrama sobre el sistema de alcantarillado
- Mapa Cuenca del Estuario de la Bahía de San Juan
- Kit de monitoreo
- Agua en un recipiente reusable

Tiempo Estimado

1 a 2 Horas

Introducción

Ciudad, del latín civitas es un área urbana, de alta densidad poblacional y con un gran número de infraestructura dedicada a casas, edificios, escuelas, hospitales, centros comerciales entre otros. La ciudad cumple con la finalidad de aglomerar lugares que sirven a las personas para vivir, comprar, trabajar, divertirse o adquirir algún servicio. Es por lo general un lugar central y equidistante a otras ciudades.

Las ciudades en Puerto Rico tuvieron su génesis hace mucho tiempo. Pero la población creció de manera geométrica y comenzó un proceso de expansión por lo que surgieron más ciudades y el área metropolitana de la capital San Juan, también comenzó a crecer. Lo que antes era una gran isla bosque se transformó poco a poco en una isla pavimentada. Entonces algunos ríos y quebradas que antes fluían sin interrupción fueron canalizados para dar paso al conglomerado de edificaciones. Entonces el agua que antes se filtraba por el suelo desnudo, ahora no encuentra su camino entre el cemento o asfalto. Por esa razón se crearon las alcantarillas pluviales, para que las aguas de lluvia encontrarán su camino hacia el estuario.

El recorrido interpretativo es una oportunidad para crear conciencia sobre una situación, cosa, lugar, región o recurso patrimonial. Esta actividad pretende revelar significados por medio de una experiencia directa que sea temática, organizada, relevante y amena. Caminar por la ciudad nos permite observar de manera directa la infraestructura que recoge las aguas de lluvia, que son las alcantarillas pluviales. También nos permite observar los elementos que podrían entrar en contacto con el agua y contaminarla.

Objetivos

Al terminar la actividad los participantes podrán:

1. Explicar el recorrido que hace el agua de lluvia por la ciudad hasta el cuerpo de agua más cercano (río, laguna, embalse, playa).
2. Reflexionar sobre situaciones que podrían contaminar el agua en el recorrido entre la ciudad (calle) y el cuerpo de agua.

Método

A través de un recorrido interpretativo urbano, los participantes caminarán por un segmento de la ciudad siguiendo la ruta que el agua recorre desde las alcantarillas pluviales al cuerpo de agua más cercano.

Actividad 1.2
Recorrido interpretativo urbano: Descubriendo las conexiones entre el agua de la ciudad y el estuario

Procedimiento

Antes de la actividad

1. Realice una visita de inspección antes de llevar al grupo para evaluar el área en los aspectos de seguridad (área segura para caminar, fácil de llegar, condiciones del terreno) y acceso (espacios de estacionamiento disponibles, condición de los caminos o veredas).
2. Coordine la logística de la actividad (fecha, hora, lugar, estacionamiento, merienda, baños, etc.).
3. Prepare y entregue a los participantes los documentos necesarios como relevos de responsabilidad y de uso de fotografías.
4. Desarrolle un bosquejo que describa el tema del recorrido, mencione los subtemas de cada parada y contenga una actividad final de reflexión (puede utilizar de base el bosquejo compartido como anejo de la actividad).

Durante la actividad

1. Utilizando el bosquejo diseñado para el recorrido, guíe a los participantes por la ruta establecida. En todo momento esté pendiente de los participantes, su seguridad y bienestar.
2. En cada parada, discuta los subtemas escogidos y realice las actividades planificadas.

Después de la actividad

1. Facilite una reflexión utilizando una de las preguntas de discusión como guía.

Preguntas de discusión

1. ¿Qué actividades se identificaron que podrían afectar la calidad del agua en eventos de lluvia?
2. ¿Cómo se podría ver afectada la calidad del agua que entra al alcantarillado pluvial en la ciudad?

Actividad 1.2
Recorrido interpretativo urbano: Descubriendo las conexiones entre el agua de la ciudad y el estuario

Anejos

Bosquejo sugerido

Tema: Descubriendo las conexiones entre el agua de la ciudad y el estuario

Introducción

- Preséntese como guía del recorrido e invite a los participantes a presentarse
- Describa la actividad (tema, tiempo de duración y distancia)
- Muestre la ruta del recorrido en un mapa o describa por dónde se va a caminar
- Mencione las reglas de seguridad
- Explique qué es una cuenca hidrográfica utilizando el mapa Cuenca del Estuario de la Bahía de San Juan

Cuerpo

Parada 1: Alcantarillado pluvial

- Deténgase al lado de una alcantarilla pluvial (rejilla rectangular entre la acera y la calle).
- Utilizando el diagrama incluido, explique hacia donde van las aguas que viajan por el sistema de alcantarillado pluvial.
- Demuestre el uso de la alcantarilla pluvial simulando la lluvia vertiendo agua limpia por la rejilla.
- Pregunte a los participantes a dónde creen que llegará el agua y qué podría encontrar esa agua en su camino por el sistema de alcantarillado pluvial.

Parada 2: Contaminación del agua

- Deténgase en un lugar seguro desde donde se pueda observar alguna fuente de contaminación.
- Pida a los participantes que observen a su alrededor e identifiquen contaminantes que puedan fluir por la alcantarilla pluvial en un evento de lluvia.
- Utilice las respuestas compartidas para guiar una discusión sobre los contaminantes que pueden afectar los cuerpos de agua en la ciudad.

Parada 3: Alcantarillado sanitario

- Deténgase al lado de un registro sanitario (tapa redonda en las calles).
- Utilizando el diagrama incluido, explique hacia donde van las aguas que viajan por el sistema de alcantarillado sanitario.

Parada 4: Cuerpo de agua

- Deténgase al lado de alguna tubería que descarga agua del alcantarillado pluvial al cuerpo de agua seleccionado.
- Muestre a los participantes el destino final del agua que se vertió por la alcantarilla pluvial.
- Explique la importancia de velar por la calidad de las aguas pluviales, ya que estas continuarán hacia el estuario llevando todo lo que arrastren de la ciudad.

Conclusión

- Repase las paradas y temas discutidos
- Facilite una reflexión sobre lo que hoy descubrieron
- Mencione próximas actividades pertinentes al grupo o comunidad

Diagrama del sistema de alcantarillado

Actividad 1.3
Grabado en “foam”

Materiales

- Contenedor de comida o plato en “foam”/ poliestireno (debe estar limpio antes de utilizarlo)
- Lápiz o bolígrafo
- Marcadores de colores
- Papel en blanco
- Imagen para trazar (si la necesita)
- Atomizador con agua (botella de “spray”)
- Tijeras

Tiempo Estimado

45 minutos

Introducción

El arte es una fuente de ideas que expresan nuestros sentimientos, esperanzas y deseos de mejorar nuestra calidad de vida. Por medio de actividades creativas, originales y participativas se promueve en los participantes una manera distinta de reflexión sobre las situaciones que afectan o se dan en las comunidades, como el manejo de los residuos sólidos y del agua.

Los contenedores de "foam" son un material muy conocido por su uso frecuente en la industria de restaurantes. Este material de un solo uso, al no ser reciclado, va destinado de inmediato al zafacón. En la ciudad, los residuos sólidos que no se disponen apropiadamente pueden entrar a través del sistema de alcantarillado pluvial. Una vez en la pluvial, van en un recorrido hacia el cuerpo de agua más cercano donde este tipo de material se puede degradar en pedazos más pequeños y convertirse en microplásticos. Los microplásticos son pedazos pequeños de plásticos que miden menos de 5 mm. La reutilización de materiales de un solo uso evita que contaminen nuestros cuerpos de agua, y esta actividad es una alternativa creativa para reutilizar estos materiales.

Recomendamos que esta actividad se utilice en conjunto a otras actividades presentadas en esta guía. Se puede facilitar luego de haber discutido algún tema sobre la situación de las aguas en su comunidad como manera de reflexión crítica.

Objetivos

Al terminar la actividad los participantes podrán:

1. Practicar una manera de reutilización creativa de los residuos sólidos
2. Expresar su sentir sobre la situación de las aguas en su comunidad

Método

A través de una actividad de arte, los participantes expresarán su creatividad preparando un grabado con contenedores o platos de "foam".

Actividad 1.3
Grabado en “foam”

Procedimiento

Antes de la actividad

1. Pida a los participantes que lleven sus propios contenedores de “foam” bien lavados.
2. Seleccione e imprima imágenes relacionadas al tema de reflexión, por si algún participante prefiere utilizarlas para trazar.
3. Prepare el área con los materiales a utilizar.

Durante la actividad

1. Utilizando el diagrama incluido, demuestre hacia donde van las aguas que viajan por el sistema de alcantarillado pluvial.
2. Permita que los participantes compartan lo que han visto entrar por la alcantarilla pluvial. Anote y resuma las respuestas compartidas.
3. Pregunte qué pasaría si un pedazo de “foam” cae en la calle y es arrastrado por el agua de lluvia hacia la alcantarilla pluvial.
4. Presente el contenedor o plato de “foam” a los participantes y explique que hoy ese material no se convertirá en desperdicio, sino que será reutilizado y convertido en arte.
5. Lleve a los participantes a pensar en una imagen que les gustaría representar de manera artística para comunicar la situación de las alcantarillas pluviales en su comunidad.
6. Guíe a los participantes en realizar un grabado en “foam”.
    a. Corte con la tijera el contenedor o plato para eliminar curvas, dejando un pedazo plano de material para utilizar.
    b. Permita que cada participante dibuje en un papel, con lápiz o bolígrafo, la imagen que desea reproducir en su pedazo de “foam” cortado. Si algún participante prefiere utilizar una imagen predeterminada se le puede ofrecer.
    c. Para transferir la imagen, coloque el papel encima del pedazo de “foam” y haciendo leve presión, trace por encima de la imagen.
    d. Luego con un marcador pinte por encima de su pedazo de “foam” hasta llenar toda el área.
    e. Utilice el atomizador con agua y levemente humedezca el papel al cual será transferida la imagen.
    f. Presione el papel humedecido firmemente sobre su imagen (teniendo precaución de no crear marcas adicionales).
    g. Deje secar por unos minutos su grabado.
7. Cuando todos los participantes tengan su grabado, permita que cada uno muestre su creación y discuta lo que representó en su grabado.

Después de la actividad

1. Guíe una reflexión utilizando las preguntas de discusión.

Preguntas de discusión

1. ¿Cómo los residuos sólidos afectan la calidad del agua en su comunidad?
2. ¿Qué otras actividades podrían proponer para reutilizar de manera creativa materiales de un solo uso?

Anejos

Video Grabado en foam

Diagrama ¿Cómo llegan los microplásticos a los cuerpos de agua?

2

SITUACIÓN DE LAS AGUAS DEL ESTUARIO

La calidad del agua del estuario en una década: estado actual, tendencias y proyecciones

Por Jorge F. Bauzá Ortega

Un estuario es un área costera donde el agua dulce que fluye de los ríos, quebradas y escorrentías pluviales se mezcla con el agua salada proveniente del océano. El sistema del estuario de la bahía de San Juan incluye la bahía de San Juan y las lagunas del Condado, San José, Los Corozos, La Torrecilla y de Piñones, así como los canales que interconectan estos cuerpos de agua, es decir, el caño Martín Peña y los canales San Antonio y Suárez. El agua dulce entra en el sistema desde los ríos y quebradas de la cuenca hidrográfica, que incluye el sistema río Piedras/río Puerto Nuevo, las quebradas Juan Méndez y San Antón, el canal Blasina y el canal La Malaria. El agua salada entra del océano Atlántico por la Boca del Morro, El Boquerón en la laguna del Condado y Boca de Cangrejos. Este sistema estuarino es altamente diverso, pues alberga más de 160 especies de aves, 308 especies de plantas, 87 especies de peces y 20 especies de anfibios y reptiles, entre las que se encuentran 16 especies consideradas raras y únicas en Puerto Rico.

El Programa del Estuario de la Bahía de San Juan (PEBSJ) fue creado como parte de un esfuerzo por identificar, recomendar e implementar un plan de manejo con acciones dirigidas a mejorar y proteger la integridad natural del estuario y sus usos. El PEBSJ se ha dado a la tarea de coordinar la instauración del Plan Integral de Manejo y Conservación (CCMP), así como de promover la ejecución de otras medidas que adelanten la restauración y conservación del estuario de la bahía de San Juan. Su campo de acción es la cuenca hidrográfica del sistema, la cual se extiende por ocho (8) municipios urbanizados que incluyen Toa Baja, Cataño, Bayamón, San Juan, Guaynabo, Carolina, Loíza y Trujillo Alto. Dicha cuenca abarca un área de captación de 251 km2, con 36 km2 de cuerpos de agua y 123 millas lineales entre ríos y quebradas (figura 1).

Figura 1. Cuenca hidrográfica del estuario de la bahía de San Juan. Los puntos anaranjados representan las estaciones de muestreo.

En el año 2008, el PEBSJ creó el Programa de Monitoreo de Calidad de Agua por Voluntarios. Desde entonces, bajo este programa se recolectan muestras de agua y se miden las concentraciones de 12 parámetros de calidad del agua, entre ellos nutrientes (nitratos, nitritos y fósforo total), bacterias indicadoras de contaminación fecal (coliformes fecales y enterococos), aceites y grasas, oxígeno disuelto y turbidez. Mensualmente, se ocupan 25 estaciones distribuidas entre 13 cuerpos de agua representativos de la diversidad de sistemas acuáticos presentes en la cuenca hidrográfica y el litoral estuarinos. Como parte de este esfuerzo, el PEBSJ ha capacitado a unos 400 ciudadanos científicos mediante talleres teóricos y prácticos impartidos antes de los eventos de muestreo.

Esta presentación revela los resultados obtenidos entre 2008 y 2018. A tal efecto, se analizó un total de 5,856 datos recopilados mensualmente en las 25 estaciones de monitoreo. El análisis consistió en calcular un índice numérico de calidad del agua integrando todas las observaciones en un modelo matemático. El modelo utilizado es una adaptación de los protocolos establecidos por el Consejo Canadiense de Ministros del Medio Ambiente (Canadian Council of Ministers of the Environment, 2017). En esencia, el índice es un valor numérico entre 0 (Pobre) y 100 (Excelente) acompañado de una calificación identificada por una letra (tabla 1). Es decir, para cada cuerpo de agua se promediaron los datos y se compararon con el valor objetivo. El valor objetivo —o valor meta— es el número con el que se comparan los datos promediados para determinar si el cuerpo de agua se encuentra saludable o afectado.

Índice de calidad del agua	Descripción	Calificación
95-100	Excelente: La calidad del agua se encuentra protegida. La condición del cuerpo de agua se acerca a condiciones prístinas o naturales.	A
94-80	Bueno: La calidad del agua se encuentra protegida. El cuerpo de agua exhibe un grado de contaminación menor y con poca frecuencia.	B
79-65	Regular: La calidad del agua es usualmente protegida. El cuerpo de agua ocasionalmente exhibe niveles de contaminación.	C
64-45	Marginal: La calidad del agua está poco protegida. El cuerpo de agua se encuentra frecuentemente amenazado y contaminado.	D
44-0	Pobre: la calidad del agua no está protegida. El cuerpo de agua se encuentra constantemente amenazado y contaminado.	F

Tabla 1. Índices utilizados para describir la calidad del agua en el Estuario de la Bahía de San Juan

Luego, integramos todos los parámetros en el modelo matemático para calcular el porcentaje y la frecuencia de datos que no cumplieron con el valor objetivo, así como la amplitud o diferencia entre el dato y el valor objetivo. Con este modelo creamos un índice de calidad del agua, que es una manera sencilla de otorgarle a cada cuerpo de agua una calificación o nota basada en los resultados del análisis de muestras. En otras palabras, es una forma de traducir las observaciones de campo a términos fáciles y rápidos de comprender. El índice de calidad del agua va desde 0 hasta 100: mientras más alta sea la puntuación, mejor será la calidad del agua. Además, empleamos una escala de calificación similar a la de las notas escolares, donde una "F" representa calidad de agua pobre y una "A" representa calidad de agua excelente.

Posteriormente, utilizamos estos índices de calidad del agua para comparar las puntuaciones obtenidas año tras año desde 2008 hasta 2018. Este análisis, conocido como serie de tiempo, permite ver en una gráfica los cambios y tendencias en la calidad del agua a lo largo del tiempo para poder determinar si el cuerpo de agua está mejorando o empeorando.

Los índices de calidad del agua y la calificación (tabla 2) demuestran que los cuerpos de agua con mejor circulación, como la laguna del Condado y la bahía de San Juan, exhiben una mejor condición, mientras que los cuerpos de agua con poca circulación, como, por ejemplo, el caño Martín Peña y el canal La Malaria, están gravemente afectados. Por otro lado, a juzgar por los

índices, la calidad de las aguas de los ríos y quebradas en la cuenca también demuestra impactos, los cuales responden a las descargas de aguas usadas sin tratar que reciben a diario. Además, los parámetros que con mayor frecuencia incumplieron los objetivos de calidad del agua fueron los de coliformes fecales, los de enterococos y los de aceites y grasas. De hecho, todos los cuerpos de agua estudiados presentaron, en algún momento de la serie, altos valores para estos tres parámetros. En conclusión, la circulación pobre y las descargas de aguas usadas sin tratar continúan siendo la causa principal del deterioro de la calidad del agua en los sistemas acuáticos del estuario de la bahía de San Juan.

Cuerpo de agua	índice de calidad de agua	Calificación
Bahía de San Juan	91	B
Caño Martín Peña	30	F
Segmento río Piedras/ río Puerto Nuevo	39	F
Canal San Antonio	86	B
Laguna del Condado	84	B
Canal La Malaria	26	F
Península La Esperanza/Bay View	51	D
Laguna La Torrecilla	65	C
Canal Blasina	36	F
Canal Suárez	64	D
Laguna San José	59	D
Laguna Los Corozos	64	D
Quebrada San Antón	34	F

Tabla 2. Índices de calidad del agua y calificación promedio de los cuerpos de agua monitoreados: serie 2008-2018

Esta información sobre la situación del Estuario fue publicada primero en el siguiente documento: Programa del Estuario de la Bahía de San Juan. (2020). Diagnóstico de vulnerabilidad de la cuenca y el sistema del estuario de la bahía de San Juan ante el impacto de huracanes. San Juan, Puerto Rico.

Para más información sobre otros temas relacionados a la situación del Estuario pueden acceder el documento original en el siguiente enlace:

Diagnóstico de vulnerabilidad de la cuenca y el sistema del Estuario de la Bahía de San Juan ante el impacto de huracane

Índice de las actividades de este eje temático

GIS Manual y Atlas

¿Quién contaminó el estuario?

El Noticiero Comunitario

Las músicas del acuapaisaje

“Lo más que me llena es eso: ver que no estamos solos nosotros en el empuje sino que hay más personas, más organizaciones. Con la esperanza y la fe de que seguiremos para adelante y vamos a seguir uniendo más gente en el esfuerzo que no debe ser de nosotros nada más, debe ser de todo el país, porque todas las aguas en una forma o de otra están sufriendo...”

-Jesús Laracuente, Las Monjas G8 (2022)

Actividad 2.1
SIG Manual

Materiales

- Transparencias de mapas del Atlas de justicia hídrica con las capas escogidas
    * Mapa base
    * Conflictos
    * Hidrografía
    * Clasificación muestreo calidad de agua
    * Familias bajo nivel de pobreza (%)
    * Zonas Inundables
- Marcadores de borrado en seco

Tiempo Estimado

1 Hora

Introducción

La justicia hídrica es un marco que busca reflexionar críticamente sobre las injusticias socio-ambientales relacionadas al agua. Esta reflexión busca comprender la relación entre los derechos y conflictos en torno al agua. Las situaciones de injusticia hídrica ocurren en el espacio, es decir, ocurren en algún lugar. Estos lugares pueden ser a una escala de barrio, municipio o región y podrían afectar a una o varias comunidades o grupos de personas. Sin embargo, estos conflictos se viven y concentran de manera desproporcionada en diferentes espacios según una variedad de factores sociales, económicos, raciales, de género, entre otros. Algunas de las situaciones de injusticia hídrica se pueden localizar en un mapa. Es entonces que utilizando los sistemas de información geográfica (SIG) podemos visualizar estas relaciones espaciales y comprender lo que está ocurriendo en nuestro espacio inmediato para responder de manera más efectiva a estas situaciones.

Un sistema de información geográfica (SIG) es un sistema que crea, administra, analiza y representa cartográficamente todo tipo de datos. Un SIG ayuda a los usuarios a comprender los patrones, las relaciones y el contexto geográfico. Entre las ventajas se encuentran la mejora de la comunicación y la eficiencia, así como de la gestión y la toma de decisiones (ESRI, n.d.). El SIG tiene el extraordinario potencial de tocar a todos los seres conectados a la web a través de un lenguaje visual común que une a las personas en todas las organizaciones y en todo el mundo. Hoy en día, cientos de miles de organizaciones en prácticamente todos los campos de la actividad humana utilizan SIG para crear mapas que comunican, realizan análisis, comparten información y resuelven problemas complejos (Harder & Brown, 2017).

Objetivos

Al terminar la actividad los participantes podrán:

1. Identificar conexiones o relaciones espaciales entre los mapas utilizados
2. Analizar y discutir las injusticias hídricas que se identifican en los mapas

Métodos

Mediante el uso de mapas en transparencias, los participantes experimentan el funcionamiento de los sistemas de información geográfica (SIG) y reflexionan sobre su importancia para visualizar relaciones en el mapa.

Actividad 2.1
SIG Manual

Procedimiento

Antes de la actividad

1. Escoja la comunidad que va a utilizar de ejemplo para su actividad.
2. Imprima las diferentes capas de información de manera individual en transparencias (anejo).
3. Prepare los materiales para realizar la actividad.

Durante la actividad

1. Utilizando la introducción de la actividad y el glosario de la guía, defina con los participantes los conceptos de sistemas de información geográfica (SIG) y justicia hídrica.
2. Divida a los participantes en varios grupos de 2-3 personas.
3. Reparta las transparencias de mapas de la comunidad escogida a los grupos.
4. Explique el contexto del área de estudio, algunos trabajarán con el ejemplo de Capetillo y otros con el ejemplo del Caño Martín Peña.
5. Guíe a los participantes a sobreponer las capas de información sobre el mapa base mientras se va explicando y dialogando sobre lo que representa cada una.
6. Ofrezca espacio para que los participantes reaccionen a lo que están viendo.
7. Una vez ubicadas todas las capas una sobre otra, permita que cada grupo circule los lugares donde observan relaciones espaciales entre las variables que influyen en la justicia hídrica.

Después de la actividad

1. Una vez terminado el ejercicio, permita que un representante de cada grupo comparta los hallazgos de su ejercicio con el resto de los participantes.
2. Luego de que todos hayan compartido, guíe una reflexión utilizando las preguntas de discusión como base.

Extensión de la actividad

Para complementar la actividad de SIG Manual, puede realizar el mismo ejercicio utilizando la herramienta virtual Atlas del Estuario. Para esta parte necesitaría una computadora con acceso a internet y un proyector. Luego de hacer el ejercicio de manera manual, reúna el grupo de participantes en un lugar donde puedan observar la computadora o la imagen proyectada en una pantalla o pared. Visite la página web estuario.info y acerque el mapa de la herramienta digital del Atlas del Estuario hasta la comunidad seleccionada. Utilizando el menú de la izquierda de la herramienta, seleccione las diferentes capas de información de manera individual en las categorías correspondientes. Guíe a los participantes mientras va sobreponiendo las mismas capas de información en la herramienta digital que se utilizaron en el ejercicio manual.

Para más detalles del uso de la herramienta Atlas del Estuario visite visite la actividad 1.1 Conociendo la infraestructura del agua con el Atlas del Estuario

PREGUNTAS DE DISCUSIÓN

1. ¿Cómo el uso de SIG nos ayuda a encontrar relaciones espaciales entre temas que afectan a la comunidad y nuestros cuerpos de agua?
2. ¿Cómo podríamos utilizar los mapas para facilitar una reflexión crítica sobre situaciones de injusticia hídrica?

Referencias

ESRI (n.d.) What is GIS? ESRI. Tomada el 15 de febrero de 2023 de https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/overview

Harder, Christian & Brown, Clint (2017). The ArcGIS Book: 10 Big Ideas about Applying The Science of Where (Second Edition). ESRI Press

Nieves Rodríguez, Eliezer (2008). Interpretación de los elementos del paisaje haciendo uso de un Sistema de Información Geográfica Manual en Lopez Marrero, Tania del Mar & Villanueva Colon, Nancy (Eds.) Aprendizaje activo de la geografía: El Atlas Ambiental de Puerto Rico y la tecnología en el laboratorio de Estudios Sociales (pp. 16-18). * Agradecemos al autor de esta actividad por la autorización para compartir y modificar la misma.

Anejos

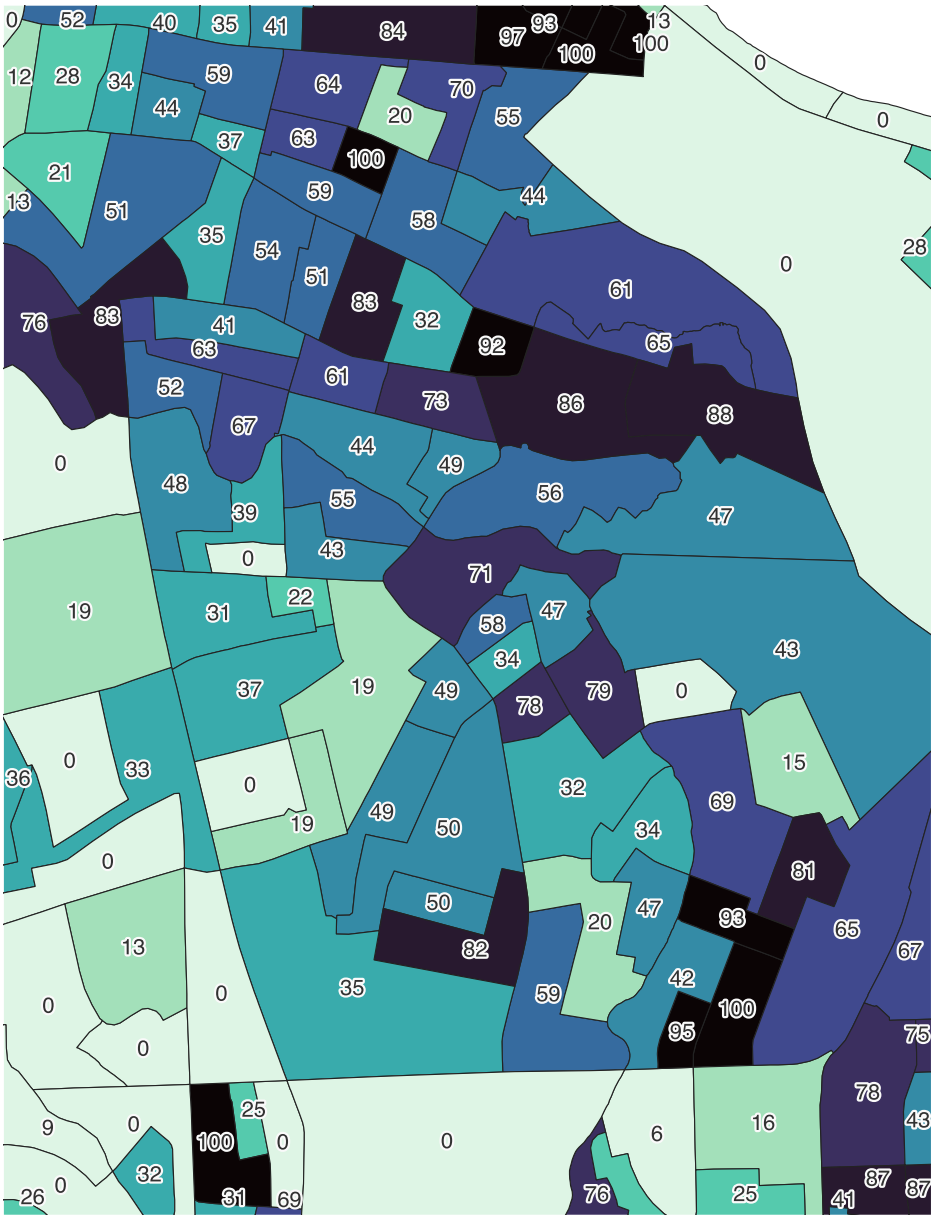
Altas del Estuario

estuario.info

Mapas del Atlas de Justicia Hídrica del Estuario con capas de información seleccionadas para dos comunidades: Descargar aquí

- Mapa base
- Conflictos
- Hidrografía
- Clasificación muestreo calidad de agua
- Familias bajo nivel de pobreza (%)
- Zonas inundables

Ejemplo: Mapa Base



Ejempo: Familias bajo el nivel de pobreza

Actividad 2.2
¿Quién contaminó el estuario?

Materiales

- Envases de cristal tipo “mason jars” (uno para cada participante)
- Envase grande transparente (plástico o cristal)
- Tarjetas de identificación de personajes (provistas)
- Historia: ¿Quién contaminó el río? (provista)
- Pez plástico de juguete (opcional)
- Kit de monitoreo de calidad de agua (opcional, instrucciones provistas)
- Iconos de disco secchi (provistos)
- Ingredientes para simular contaminantes:
    - ◇ Bicarbonato de soda
    - ◇ Café
    - ◇ Tierra seca
    - ◇ Vinagre
    - ◇ Colorantes vegetales (4 colores)
    - ◇ Aceite vegetal
    - ◇ Jabón
    - ◇ Plástico
    - ◇ Papel
    - ◇ Hilo de pescar o hilo dental
    - ◇ Papel de aluminio
    - ◇ Piedras
    - ◇ Salsa soya

Tiempo Estimado

1 hora

Introducción

Los ríos históricamente han sido fuente de vida y por lo tanto, han propiciado el crecimiento poblacional en su entorno. . Estos proporcionan agua para beber, uso recreativo, son medio de transporte y hogar para la biodiversidad. A medida que las poblaciones humanas y los proyectos de “desarrollo económico” han aumentado, los cuerpos de agua han sufrido grandes transformaciones y deterioro.

En esta actividad, los participantes serán parte de una historia interactiva sobre los cambios que los humanos han causado a un río a través del tiempo. Este ejercicio llevará a la reflexión crítica sobre cómo el ser humano contribuye a la situación de la calidad de las aguas y cómo podemos generar soluciones, de manera individual y colectiva.

Objetivos

Al terminar la actividad los participantes podrán:

- Reflexionar y discutir sobre las distintas maneras en que se contaminan los cuerpos de agua
- Proponer alternativas para prevenir, mitigar o corregir situaciones que afecten la calidad de las aguas

Método

A través de una historia interactiva, los participantes simulan la contaminación de un río cercano a su comunidad a través del tiempo en un envase

Actividad 2.2
¿Quién contaminó el estuario?

Procedimiento

Antes de la actividad

1. Copie y corte las tarjetas con iconos de los personajes de la historia (provistas).

Personaje	Ingredientes
Agricultura	Bicarbonato
Animales de granja	Borra de café
Obras de construcción	Tierra seca
Fábricas	Vinagre con colorante
Vehículos de motor	Aceite con colorante
Residuos sólidos y escombros	Papel de aluminio/ piedras
Personas en sus casas	Agua con jabón
Visitas a áreas recreativas	Pedazos de plástico/ papel/ foam
Personas pescando	Hilo de pescar o hilo dental
Alcantarillado sanitario	Agua con salsa soya

2. Tenga a la mano la historia para leer.
3. Prepare los ingredientes que los participantes van a utilizar para simular contaminantes y colóquelos en un lugar donde los puedan alcanzar mientras se lee la historia.
4. Llene envases individuales de cristal transparente hasta la mitad con agua (uno para cada participante).
5. Copie y corte los íconos de disco secchi provistos y coloque uno debajo de cada envase de cristal.
6. (Opcional) Prepare los materiales para realizar la prueba de pH al agua.
7. (Opcional) Si quiere utilizar un pez de juguete, lo puede colocar en el agua antes de darle los envases a los participantes. Cuando haga preguntas dentro de la historia, señale el pez e incluya la pregunta, “¿Cómo creen que se siente el pez?”

Durante la actividad

1. Utilizando el mapa provisto y el glosario de la guía, defina con los participantes los conceptos de estuario y cuenca hidrográfica.

2. Luego explique a los participantes que les contará una historia sobre un río, (añada el nombre de un río en su área, si lo desea) y que cada uno será parte de la historia. Cada envase con agua representa el río o cuerpo de agua de la cuenca del estuario.

3. (Opcional) Puede realizar una prueba de pH al agua antes de comenzar la narración de la historia para más adelante compararla con una prueba luego de la contaminación.

4. Durante la narración de la historia, se estarán mencionando unos personajes que provocarán algún evento dentro del río. Mencione a los participantes que deben estar pendientes y cuando se mencione un personaje, deben evaluar si esa situación es algo que han observado en su comunidad. Si es así, deberán añadir el ingrediente correspondiente a su envase de agua. La idea es que vayan observando cómo va cambiando el río a través de la historia.

5. Cada participante tendrá un envase de cristal con el icono del disco secchi en la parte de abajo y lleno de agua hasta la mitad.

6. Indique a los participantes que miren hacia el fondo de su envase y describan cómo se ve el disco secchi (utilice la escala incluida).

7. Lea en voz alta la historia, ¿Quién contaminó el estuario? Cuando se mencionen los personajes en la historia (marcados en negrita y subrayados) haga una pausa, muestre la tarjeta del personaje y permita que los participantes viertan el ingrediente en su envase con agua si les aplica.

Después de la actividad

1. Al finalizar la historia, indique a los participantes que miren hacia el fondo de su envase y describan cómo se ve el disco secchi (utilice la escala incluida).

2. (Opcional) Puede realizar una prueba de pH al agua luego de terminar la narración de la historia para compararla con la prueba del inicio.

3. Utilizando las preguntas de discusión, guíe un diálogo con los participantes sobre la contaminación que afecta al estuario y qué podemos hacer al respecto.

4. Para finalizar la actividad, llame a cada participante uno a uno, para que pasen al frente y viertan el contenido de su envase de cristal al envase grande.

5. Lea la siguiente cita para una reflexión final: “Nunca dudes que un grupo pequeño de ciudadanos atentos y comprometidos puede cambiar el mundo. Ciertamente, es la única cosa que lo ha hecho.” - Margaret Mead

Actividad 2.2
¿Quién contaminó el estuario?

Preguntas de discusión:

1. Observando su envase, discuta cuáles situaciones afectan la calidad del agua en su comunidad.
2. Durante la actividad, ¿cuáles situaciones fueron más comunes entre los participantes? ¿Cuáles fueron más inusuales?
3. ¿Qué situación que no se mencionó en la historia afecta los cuerpos de agua en su comunidad?
4. ¿Cómo las infraestructuras de agua (sistema pluvial, alcantarillado sanitario, plantas de tratamiento) posibilitan o no el acceso al agua limpia?
5. ¿Quién contaminó el estuario?
6. ¿Qué acciones son más efectivas para prevenir, mitigar o corregir estas situaciones que afectan la calidad de las aguas?
7. ¿Cómo nos podemos organizar colectivamente para responder a las situaciones que afectan la calidad de las aguas del estuario?

Referencias

Population Education (2022). ¿Quién contaminó el río? en Nuestro mundo, nuestro futuro: Actividades bilingües sobre población y el medioambiente (pp. 21-27). www.populationeducation.org

*Agradecemos a la organización ***Population Education*** por permitirnos compartir y modificar esta actividad .

La siguiente historia se modificó de una actividad desarrollada originalmente por Hard Bargain Farm Environmental Center, Accokeek, MD. © y utilizada en la guía Nuestro mundo, nuestro futuro de Population Connection

Historia: ¿Quién contaminó el estuario?

Esta historia cuenta situaciones que se pueden aplicar a las comunidades que viven cerca de los cuerpos de agua en la cuenca del estuario de la bahía de San Juan. Los cuerpos de agua han ido cambiando a través de los años, aquí se presentan algunos de esos cambios y el efecto que tienen en la calidad de las aguas.

Durante la narración de la historia, se estarán mencionando unos personajes que provocarán algún evento en la cuenca del estuario. Al escuchar el nombre de los personajes y ver la tarjeta correspondiente, deben pensar si esta situación ocurre o ha ocurrido en su comunidad. De reconocer la situación como algo que sucede en el cuerpo de agua de su comunidad, deben añadir el ingrediente correspondiente a su envase. Poco a poco se irán observando cambios en la calidad del agua del estuario con el pasar de la historia.

Hace muchos años, Puerto Rico era una gran isla bosque, al igual que la cuenca hidrográfica del estuario de la bahía de San Juan. El agua era prístina y la gente utilizaba los ríos para obtener agua. Imagínense que el recipiente de agua que tienen fue tomado de un río en este tiempo.

¿Tomarían del agua que discurre por algún río de la cuenca? ¿Pescarían y nadarían en ella?

Observen el agua, ¿se ve clara o turbia?

El entorno urbano era pequeño, casi no había edificios y eran pocos los carros y las carreteras. En esta época, la economía principal era ***la agricultura.*** A través de las escorrentías, el agua transportaba los nutrientes contenidos en los fertilizantes hacia los ríos y quebradas cercanos.

(pausa)

En algunas fincas, además de sembrar, se criaban ***animales de granja*** como cerdos, caballos y vacas. Al llover, los desperdicios de estos animales eran transportados al río.

(pausa)

Al pasar el tiempo, el cambio de una economía agrícola a una de producción y servicios hizo que la ciudad fuera creciendo según la gente se fue moviendo del campo a la ciudad. Este movimiento provocó que se realizaran grandes ***obras de construcción*** para poblar lugares que antes eran áreas naturales. La eliminación de vegetación en bosques y humedales aceleró la erosión del terreno, provocando que los sedimentos llegaran al río.

(pausa)

Actividad 2.2
¿Quién contaminó el estuario?

Al mismo tiempo, se construyeron ***fábricas*** para crear productos y suplir la creciente demanda en la ciudad. Algunas de ellas no contaban con sistemas de disposición adecuada y derramaban químicos al río.

(pausa)

La creciente población en la ciudad llevó a un mayor uso de ***vehículos de motor*** como carros y camiones. Al no darles un mantenimiento adecuado, derramaron aceite y otros fluidos que llegaron al cuerpo de agua más cercano.

(pausa)

Al mismo tiempo, las personas en la ciudad comenzaron a comprar muchas cosas, las cuales al dañarse o terminar su vida útil, fueron desechadas. Este comportamiento generó gran cantidad de ***residuos sólidos y escombros***, los cuales se acumularon en vertederos o espacios baldíos, que luego en eventos de lluvia, escurrieron lixiviados al río.

(pausa)

De igual forma, algunas ***personas en sus casas*** hacían cosas sin conocer el efecto que pueden tener en los cuerpos de agua. Al lavar los carros y aceras con jabón o verter agua con pintura frente a las casas, el agua fluye hacia una alcantarilla pluvial, la cual descarga directamente al cuerpo de agua más cercano.

(pausa)

En su tiempo libre, muchas personas realizan ***visitas a áreas recreativas***, donde luego de comer, no disponen de sus desperdicios correctamente y dejan a la orilla del agua envases de “foam”, cubiertos y vasos desechables. Esta basura se quedó flotando en el río, donde afecta a los organismos que la ingieren.

(pausa)

En el río también se encuentran ***personas pescando***, quienes en algunas ocasiones, cuando se enreda el hilo con algún obstáculo, lo cortan y lo dejan en el agua o la orilla, donde afecta a animales que se enredan.

(pausa)

Y llegó el mes de junio, y con él la temporada de huracanes. Una tormenta tropical se acercó a Puerto Rico, trayendo gran cantidad de lluvia a la cuenca hidrográfica del estuario de la bahía de San Juan. Esto provocó inundaciones que ocasionaron el desborde del ***alcantarillado sanitario***, haciendo que aguas usadas sin tratar llegaran al cuerpo de agua más cercano.

(pausa)

Hemos sido testigos de actividades que han cambiado el estuario y sus cuerpos de agua, y el estuario ya no es el mismo.

¿Tomarían del agua que discurre por algún río de la cuenca? ¿Pescarían y nadarían en ella?

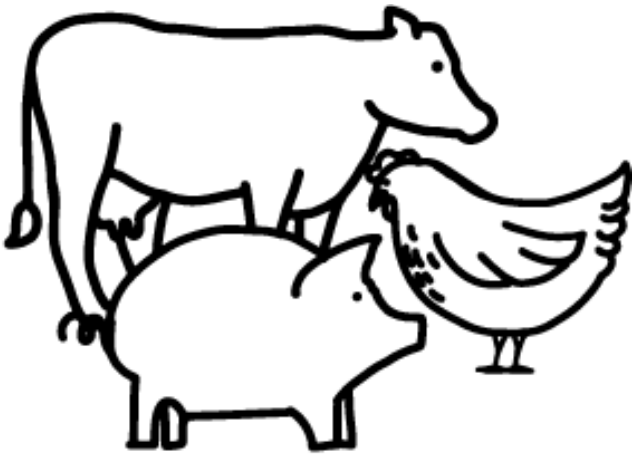
Observen el agua, ¿se ve clara o turbia?

Esta historia no está fuera de la realidad. Todos hemos presenciado el efecto de alguna de estas actividades en nuestros cuerpos de agua. Debemos tomar acciones para prevenir, mitigar y corregir estas situaciones que contaminan las aguas que llegan al estuario de la bahía de San Juan.

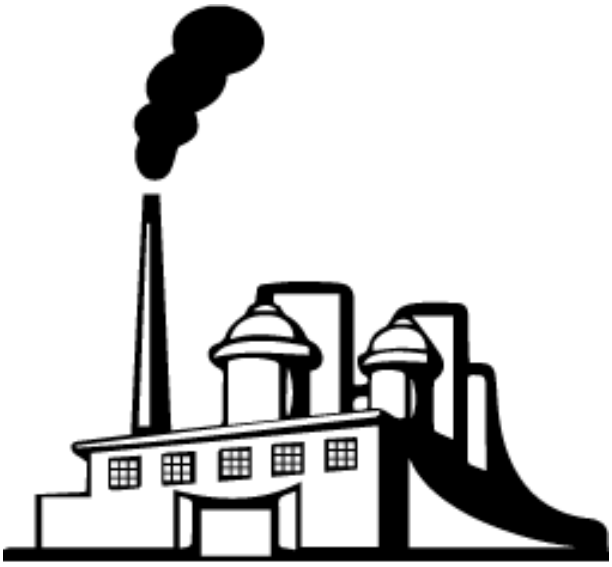
Actividad 2.2
¿Quién contaminó el estuario?

Tarjetas de personajes

AGRICULTURA

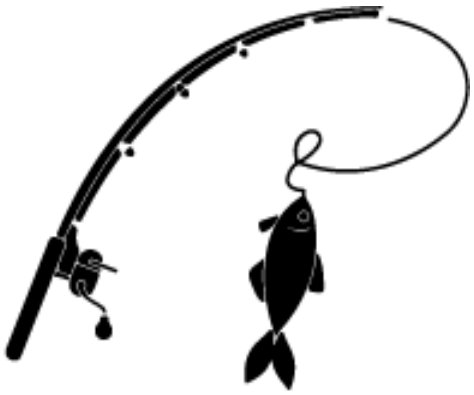


ANIMALES DE GRANJA



FÁBRICAS

ALCANTARILLADO SANITARIO



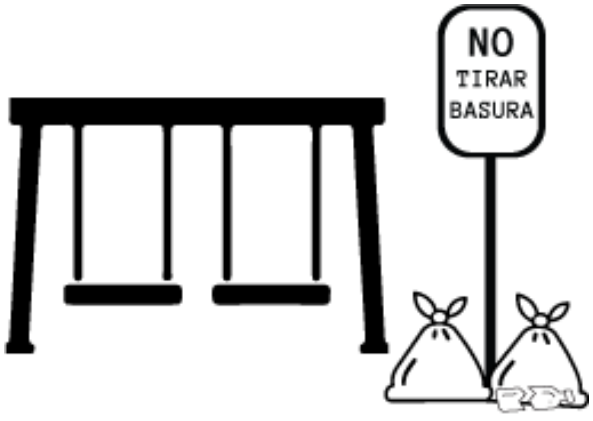
PERSONAS PESCANDO

OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

RESIDUOS SÓLIDOS Y ESCOMBROS

PERSONAS EN SUS CASAS

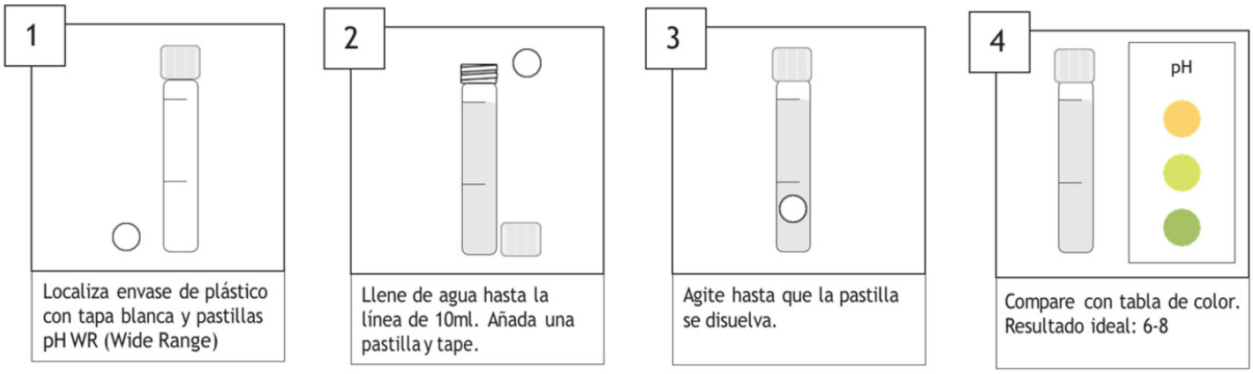
VEHÍCULOS DE MOTOR



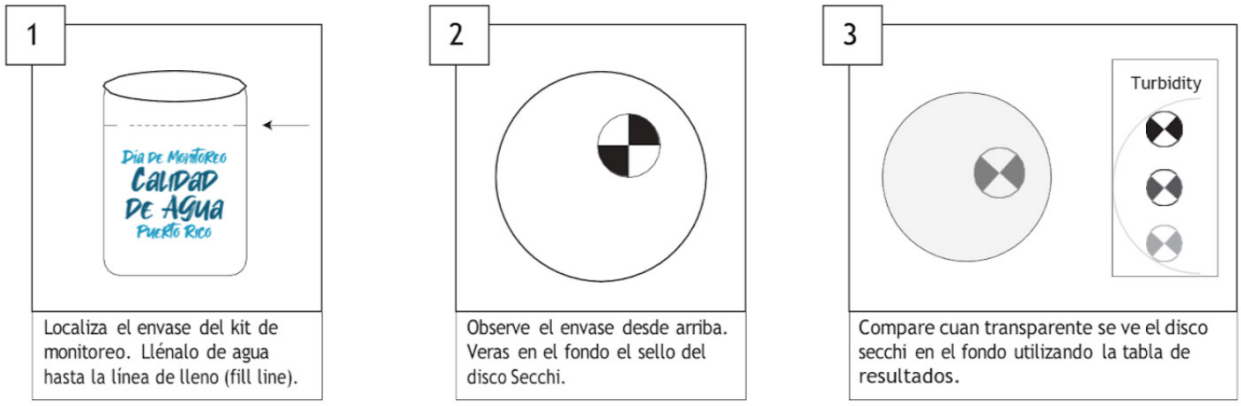
VISITAS A ÁREAS RECREATIVAS

Actividad 2.2
¿Quién contaminó el estuario?

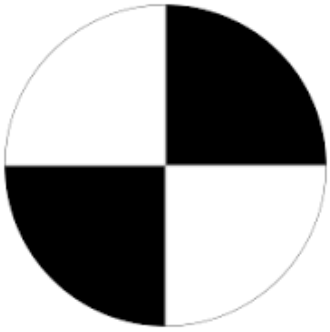
Instrucciones para prueba de pH (opcional)



Instrucciones para prueba de turbidez (opcional)



Disco Secchi



Mapa de la cuenca del Estuario

Actividad 2.3
Noticiero del Agua

Materiales

- Mesa y sillas
- Escenografia (opcional)
    - Trípode con mapa de la comunidad
    - Cajas de cartón (para crear una cámara de TV)
    - Papel en “flipchart” (como “teleprompter”) o tarjetas “Index Cards” con el libreto

Tiempo Estimado

45 minutos

Introducción

Muchas personas se enteran de situaciones que impactan nuestras comunidades por medio de las noticias de televisión o gracias a los reporteros que van al lugar de los hechos y entrevistan a las personas afectadas. Además, esta información circula mediante líderes comunitarios que están en constante movilización y en defensa de sus territorios. Los noticieros intentan ser el medio de comunicación que lleva los hechos al instante y son la voz del pueblo.

El noticiero comunitario es una actividad de roles en el cual los participantes asumen el rol de presentadores de un noticiero ficticio, que podrán poner un nombre creativo como NOTI Comunidad, NOTI Agua, etc. Durante la actividad se presentarán noticias reales relacionadas a la comunidad pero con énfasis en la gestión de la conservación de las aguas.

Objetivos

Al terminar la actividad los participantes podrán:

1. Presentar de manera creativa situaciones, actividades o problemas relacionados al agua en su comunidad.

Método

A través de una actividad de roles se promueve que los participantes comuniquen noticias reales de su comunidad relacionadas al agua.

Procedimiento

Antes de la actividad

1. Crear un libreto para ser presentado en 15 minutos por los participantes de la actividad.
2. El mismo constará de las siguientes partes:
    a. una introducción a la comunidad y sus cuerpos de agua
    b. información del tiempo
    c. Diálogo entre un reportero que entrevistará a una o varias personas de la comunidad con relación a una situación dada (presente o pasada) que tenga relación a algún asunto con el agua. Durante la entrevista se podría pasar a una toma distinta con algún representante del municipio o gobierno para relatar las gestiones que se han realizado o presentar alguna posición de parte de estas autoridades.

Actividad 2.3
Noticiero del Agua

3. Los personajes que serán parte del ejercicio serán:
    a. Presentadores anclas (1 o 2)
    b. Reporteros
    c. Persona del tiempo (opcional)
    d. Personas a entrevistar
4. Redacte el diálogo de los personajes en "index cards" para ser leído por los participantes.
5. El libreto es una guía sugerida para organizar la dinámica en esta actividad. Recuerde que esta actividad simula un noticiero de la vida real, pero el fin último es presentar una situación de forma creativa y participativa en el cual al final no solo los participantes de la actividad, si n o todo el grupo podrá reflexionar sobre dicha situación y proponer planes de acción para estar más preparados y conscientes en cómo actuar ante posibles amenazas que puedan afectar nuestra comunidad, nuestros cuerpos de agua y nuestro bienestar.

Durante la actividad

1. Explique a los participantes que hoy estarán realizando un noticiero para presentar situaciones reales de la comunidad relacionadas al agua. Un grupo participará actuando los roles del libreto y otro grupo observará el desenlace del noticiero.
2. Entregue copia de sus líneas a los voluntarios que participaran del noticiero (3 a 5, dependiendo de los personajes que incluya en su libreto). Puede entregar "index cards" o tener las líneas escritas en un "flipchart".
3. Permita que los voluntarios lean su parte asignada para que se familiaricen con el texto, vocabulario y los diálogos con otros participantes.
4. Facilite el ejercicio de roles en el orden que haya escrito en el libreto. Una estructura sugerida sería la siguiente:
    a. Introducción al noticiero: Para comenzar, puede ponerse una música de fondo de algún noticiero local para ambientar la actividad. En la introducción se debe presentar al equipo de noticias: Anclas, Persona del Tiempo, Persona de Arte y Cultura (Deportes), Reporteros.
    b. Tiempo: Presentar el estado del tiempo para los próximos días en su comunidad.
    c. Sección de Arte, Cultura y Deportes: Presentar anuncios sobre las próximas actividades recreativas/culturales o deportivas de la comunidad.
    d. Noticia del momento: Presentar la entrevista sobre algún asunto o problema sobre el agua. El personaje del reportero y de las personas entrevistadas deberán presentar la situación.

Después de la actividad

Utilizando las preguntas de discusión como guía, facilite un diálogo reflexivo sobre la actividad con los participantes.

Preguntas de discusión

1. ¿Cuál fue la situación presentada en el noticiero?
2. ¿Qué factores provocaron la situación presentada?
3. ¿Quién o quiénes fueron responsables?
4. ¿Qué podemos hacer como comunidad o individuos para prevenir que situaciones como esta se repitan?
5. ¿A dónde podemos acudir para reportar situaciones que afecten nuestra comunidad?

Anejos

Protocolo comunitario para someter querellas y realizar denuncias de violaciones ambientales

Actividad 2.4
Las músicas del acuapaisaje

Materiales

- Equipo de sonido
- Copias de la letra de la canción (incluido)
- Pizarra y marcadores
- Computadora con acceso a internet
- Proyector

Tiempo Estimado

1 hora

Arte por: Antonio González Walker y Daisy Cruz, Por las aguas, Red Comunitaria de Agua

Introducción

Podríamos decir que la música es el arte de combinar los sonidos con el tiempo, y que además es una expresión que comunica mensajes, cuenta historias o simplemente nos hace sentir emociones diversas. La música es entonces un medio de expresión artístico con un propósito, ya sea entretener, informar, resistir o hacernos sentir. Cada canción tiene una historia, cada canción surge de la inspiración de quien las escribe y toma más fuerza de cómo se interpreta o se presenta a un público.

Muchas canciones se convierten en una herramienta educativa, un medio para expresar una protesta, un discurso social que llama a la acción sobre un asunto o situación actual. Algunas nos recuerdan sucesos pasados para conmemorar, celebrar o simplemente para que no se pierdan en la memoria.

Esta actividad presenta la canción titulada Río, publicada en el 2008 por el grupo colombiano Aterciopelados, con el propósito de crear una reflexión sobre temas de la justicia hídrica en nuestras ciudades, comunidades y nuestro entorno.

Objetivos

Al terminar la actividad los participantes podrán:

- Reflexionar sobre el tema del agua utilizando la música como un medio para intercambiar opiniones, preocupaciones y posibles soluciones a los retos que enfrentamos con el uso del agua en la ciudad
- Resaltar el valor de la música para fomentar una relación afectiva con el acuapaisaje y fomentar su conservación

Método

A través de la música, los participantes reflexionan sobre nuestra relación con el agua que nos rodea.

Actividad 2.4
Las músicas del acuapaisaje

Procedimiento

Antes de la actividad

1. Imprimir la letra de la canción a ser utilizada en la actividad.

Durante la actividad

1. Entregue a los participantes copia de la letra de la canción a utilizar. Recomendamos la canción Río de la banda Aterciopelados (puede escoger otra canción relacionada al tema del agua).
2. Ponga la canción para que la puedan escuchar
3. Luego de que escuchen la canción por primera vez, haga las siguientes preguntas a los participantes:
    a. ¿De qué trata la canción?
    b. ¿Qué frase de la letra de la canción te llama la atención?
4. Anote las respuestas en la pizarra.
5. Luego de anotar las respuestas, proceda a mostrar el video de la canción proyectado en una pared o pantalla.
6. Luego de ver el video, ofrezca espacio para que los participantes reaccionen a lo que están viendo.

Después de la actividad

1. Guíe una reflexión utilizando las preguntas de discusión.

Preguntas de discusión

1. ¿Cuál es el problema con el agua que se describe en la canción?
2. ¿Qué es lo que causa ese problema?
3. ¿Conocen algún cuerpo de agua en la cuenca del estuario de la bahía de San Juan en que esté en la misma situación?
4. ¿Reconocen otros problemas asociados al agua que no estén reflejados en la canción?
5. ¿Qué soluciones puedes identificar al problema del agua que menciona la canción o que reconoces en tu cuerpo de agua?

Anejos

Video de la canción Río de Aterciopelados

Letra de la canción Río de la banda Colombiana Aterciopelados, álbum Río (2008)

Vienen las aguas del río
Corriendo, cantando
Por la ciudad van soñando ser limpias ser claras
Tiene sed, tiene tos el río
O sana Bogotá mi río

Vuelan las aguas Del río
Las nubes inundan y del cielo van cayendo
Cristales los lavan
Oxígeno enviémosle al río
Olas ten rezos para el río,
Rezos para el río

coro...
Salvemos nuestra sangre que corre
Bebemos agua vital que fluye
Bañemos el dulce que teje
Cantemos que regresen los peces

Salvemos nuestra sangre que corre
Bebemos agua vital que fluye
Bañemos el dulce que teje
Cantemos que regresen los peces
Rezos para el río (x2)

Vienen las aguas del río
Corriendo, cantando
Por la ciudad van soñando ser limpias ser claras
Tiene sed, tiene tos el río
O sana Baca tan mi rio

Salvemos nuestra sangre que corre
Bebemos agua vital que fluye
Bañemos el dulce que teje
Cantemos que regresen los peces
Rezos para el río (x2)
Revive mi rio

Referencias

Musica.com (n. d.) Rio Letra Musica.com. Tomada el 15 de febrero de https://www.musica.com/letras.asp?letra=1697585 Comment end

Torres-Abreu, Alejandro (2013). Fomentando la ética ambiental a través del arte: las músicas del acuapaisaje en N. Ríos Villarini & M. González Vélez (Eds.). Experiencia con maestros en Vieques y Culebra: Las humanidades en el currículo escolar (pp. 55-60). Fundación Puertorriqueña de las Humanidades. * Agradecemos al autor de esta actividad por la autorización para compartir la misma.

3

Monitoreo Comunitario de Calidad de Agua

El agua es una parte imprescindible para la vida, el funcionamiento de los ecosistemas y la cotidianidad de las comunidades. Los seres humanos interactuamos y nos relacionamos con el agua en múltiples actividades y escalas. En estas dinámicas, el estado del agua cambia debido a nuevos compuestos que pueden afectar su condición. Estas alteraciones impactan tanto la disponibilidad como la calidad del agua; y en consecuencia en todos los ecosistemas y poblaciones que dependen de ella (UICN, 2018). La cercanía de nuestros cuerpos de agua a zonas urbanas hace que los ríos y quebradas sean vulnerables a las actividades humanas e industriales diarias. A su vez, la condición del agua influye en la calidad de vida tanto de los humanos como de los no humanos.

El monitoreo de calidad de agua es una medición frecuente y sistemática de parámetros de interés en un cuerpo de agua, que busca conocer la calidad en estos cuerpos de agua. Además, la participación directa de la comunidad en los esfuerzos de monitoreo permite reconocer asuntos de agua, entender los conflictos del agua, e identificar maneras para promover la acción colectiva. Basado en los datos recopilados se toman decisiones en y con la comunidad, se generan proyecciones y alternativas para la gestión de las aguas.

El Programa del Estuario de la Bahía de San Juan lidera diversas iniciativas para monitorear la calidad del agua de nuestro ecosistema:

- Programa de Monitoreo de Calidad de Agua con Voluntarios
- Programa de Monitoreo Bacteriológico y Notificación Pública
- Día de Calidad de Agua de Puerto Rico
- Identificación y Detección de Descargas Ilícitas
- IDDE Task Force

Programa de Monitoreo de Calidad de Agua con Voluntarios

La misión del Programa del Estuario de la Bahía de San Juan (Estuario) es restaurar y conservar la calidad de las aguas del ecosistema del estuario de la bahía de San Juan como eje sostenible de desarrollo social y económico. La participación ciudadana es parte esencial del trabajo del Estuario y nuestras iniciativas para monitorear la calidad del agua estuarina. El tiempo voluntario que nos brindan ciudadanos científicos comprometidos fortalece nuestros esfuerzos por preservar la calidad de nuestros cuerpos de agua. Gracias a ellos generamos información clave sobre la condición del agua del ecosistema más importante para la economía de Puerto Rico, el Estuario de la Bahía de San Juan.

En el 2008, el Estuario creó el Programa de Monitoreo de Calidad de Agua con Voluntarios.

El programa tiene los siguientes objetivos principales:

- Determinar la condición actual del Estuario y cómo esta cambia con el tiempo.
- Identificar y corregir fuentes de contaminación.
- Levantar bandera roja en caso de que se observe algún contaminante y de esta forma notificar a las agencias correspondientes.
- Generar una base de datos para estudios y publicaciones.
- Ofrecer educación y adiestramiento a voluntarios en técnicas de monitoreo ambiental.

La evaluación se lleva a cabo mediante la cuantificación y medición mensual de parámetros que utilizan indicadores ambientales. Estos indicadores, a su vez, nos permiten la recopilación de datos y la realización de diversos análisis que nos permiten conocer las condiciones de los ecosistemas contenidos en dichos cuerpos de agua. Este esfuerzo es un componente esencial del trabajo del Estuario, ya que permite evaluar el impacto de las actividades ejecutadas a través del Plan Integral de Manejo y Conservación (CCMP, por sus siglas en inglés) sobre los cuerpos de agua del estuario de la bahía de San Juan.

Mensualmente el Estuario toma muestras en 26 estaciones distribuidas en 13 cuerpos de agua representativos de la diversidad de sistemas acuáticos presentes en la cuenca hidrográfica y el litoral estuarino. Durante el monitoreo mensual se recolectan datos de ocho parámetros físico-químicos mediante el uso de instrumentos de campo: temperatura, oxígeno disuelto, turbidez, pH, transparencia, conductividad específica, salinidad y oxígeno disuelto saturado. Algunos de estos parámetros tienen valores que nos indican si los datos recolectados ese día cumplen con los estándares de calidad de agua.

Varias veces al año se toman muestras de agua para cada estación con el fin de someterlas a pruebas de laboratorio. Estas pruebas incluyen 11 nuevos parámetros de calidad de agua que nos ayudan a elaborar un análisis más profundo sobre el estatus actual de la calidad de agua del estuario de la bahía de San Juan.

Cuenca hidrográfica del estuario de la bahía de San Juan. Los puntos anaranjados representan las estaciones de muestreo del monitoreo mensual.

Programa de Monitoreo Bacteriológico y Notificación Pública

Las bacterias fecales son una de las principales causas de los problemas de calidad del agua en los ecosistemas estuarinos de Estados Unidos. Este grupo de bacterias se encuentra en el intestino humano y su presencia en cuerpos de agua es indicador de patógenos que podrían poner en riesgo la salud humana. La presencia de bacterias fecales en los cuerpos de agua depende de numerosos factores ambientales, entre ellos el cambio en el flujo de agua causado por eventos de precipitación.

En el 2014, el Estuario inició el Programa de Monitoreo Bacteriológico y Notificación Pública con el fin de promover el uso recreativo saludable del ecosistema de la Reserva Natural Estuarina de la Laguna del Condado. Semanalmente, personal del Estuario recolecta y analiza muestras de agua para evaluar la presencia del grupo de bacterias fecales Enterococcus sp. en cinco localizaciones de alto uso recreativo en la Laguna del Condado. Este análisis se lleva a cabo siguiendo el método IDEXX's Quanti-Tray, aprobado por la EPA, que consiste de un proceso de dilución en serie y proporciona resultados en 24 horas (bajo la métrica del número mínimo probable). En el 2017, ampliamos nuestros esfuerzos incorporando seis estaciones de monitoreo localizadas en playas del litoral norte de la cuenca hidrográfica del estuario de la bahía de San Juan.

Accede a las notificaciones del monitoreo bactereológico mensual

Día de Calidad de Agua

El Día de Calidad de Agua es el evento de ciencia participativa más grande de Puerto Rico. Es coordinado por el Estuario, en colaboración con agencias estatales y federales, organizaciones ambientales, organizaciones privadas y la comunidad de voluntarios. Este evento se celebra cada año desde el 2009, con el propósito de motivar a ciudadanos a efectuar pruebas sencillas de calidad de agua en ríos, lagos, lagunas, estuarios y en el mar. Pretende promover la toma de conciencia sobre la importancia de mantener nuestras aguas en buenas condiciones.

Identificación y Detección de Descargas Ilícitas

Muchos de nuestros cuerpos de agua son utilizados para actividades recreativas en donde las personas entran en contacto directo con el agua. Es entonces cuando estas actividades podrían convertirse en un riesgo a la salud y bienestar de estas comunidades. Las descargas de aguas sanitarias crudas a un cuerpo de agua representan un grave riesgo para la población. La exposición directa o indirecta a estas aguas puede generar brotes de enfermedades como gastroenteritis, salmonelosis, tifoidea, meningitis y hepatitis, entre otras, poniendo en riesgo a la población en general y, en particular, a las personas inmunocomprometidas.

En el 2017, el Estuario comenzó el proyecto de Monitoreo y Detección de Descargas Ilícitas. Este proyecto implementa una estrategia diseñada para identificar descargas sanitarias críticas específicamente en zonas metropolitanas. Para propósitos de este proyecto, se consideran descargas sanitarias críticas las siguientes:

1. Descargas continuas de gran magnitud que surgen por eventos naturales que podrían llegar a ser catastróficos (por ejemplo, huracanes y tormentas).
2. Descargas recurrentes de gran magnitud que surgen por fallas en infraestructura provocadas por prácticas culturales incorrectas (por ejemplo, disposición de grasas y aceites o disposición de desperdicios sólidos, como ropa, enseres, etc., por el sistema sanitario) o por el colapso de líneas debido a agotamiento estructural (antigüedad de las líneas, etc.).
3. Descargas de gran magnitud que ocurren fuera de la vista del público (por ejemplo, tuberías soterradas y descargas a campo traviesa) y que pueden pasar desapercibidas durante muchos años.

Para establecer una red de estaciones de diagnóstico, se dividió el área de la cuenca hidrográfica en 12 subcuencas y utilizando un análisis de la hidrología y la cubierta de terrenos a nivel de subcuenca, se ubicaron 103 estaciones de diagnóstico. Para el proceso de diagnóstico, se utilizan dos indicadores químicos [fósforo disuelto (DP) y nitrógeno amoniacal disuelto (DN)] y un indicador biológico (enterococos), escogidos por su fácil análisis. Tanto el fósforo como el nitrógeno son constituyentes primarios de la dieta humana y, por ende, están presentes en concentraciones significativas en las heces fecales, mientras que los enterococos se utilizan rutinariamente como indicadores de la presencia de material fecal humano en análisis de cuerpos de agua.

Identificar y detectar descargas ilícitas nos permite implementar estrategias de remediación efectivas como la reparación y limpieza de tuberías. Este esfuerzo ha logrado que los cuerpos de agua del Estuario, que por estar en zonas altamente urbanizadas se encontraban en condición crítica, mejoren hasta alcanzar condiciones de moderadas a buenas.

IDDE Task Force

En el 2014, el Estuario creó un grupo multisectorial para identificar y corregir las descargas de aguas usadas sin tratar y otras fuentes de contaminación en la cuenca estuarina. Este grupo recibió el nombre de Illegal Discharges Detection and Elimination Task Force (IDDE Task Force). Integran el grupo representantes de agencias estatales y federales como la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA), el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés). Colaboran también las administraciones municipales de los ocho municipios que abarca la cuenca hidrográfica del Estuario, así como representantes de las comunidades y la academia.

El IDDE Task Force se reúne al menos cuatro veces al año, sujeto a los casos reportados. En esas reuniones se presentan y discuten las descargas identificadas con el propósito de desarrollar un plan de acción correctiva. En ocasiones, el grupo invita a entidades y consultores externos para compartir información, intercambiar ideas y tecnología y proponer nuevas estrategias. Una de las actividades principales del grupo es coordinar visitas de campo a lugares e instalaciones donde se identifiquen descargas ilegales. (Torres-Abreu, A.; Mori, R.; Reyes, A.; Rivera, J.C.; Molina, R,; Molina; S.; 2019)

La participación de los representantes de las agencias estatales, municipales y federales es voluntaria y colaborativa. Esto permite que los problemas se corrijan de manera proactiva y en equipo. El IDDE Task Force ha sido reseñado en la prensa y reconocido por la EPA como un modelo a emular para detectar y corregir descargas ilegales en otras cuencas.

Referencias

Autoridad de Acueductos y Alcantarillados de Puerto Rico (n.d.) Agua Potable Autoridad de Acueductos y Alcantarillados de Puerto Rico. Tomada el 15 de febrero de 2023 de https://www.acueductospr.com/agua-potable

Autoridad de Acueductos y Alcantarillados de Puerto Rico (n.d.) Sistema de Alcantarillado Autoridad de Acueductos y Alcantarillados de Puerto Rico. Tomada el 15 de febrero de 2023 de https://www.acueductospr.com/sistema-de-alcantarillado

Juncos, M.A., González, S., Rivera, J., & González, E. (2011). Infraestructura verde y nuestros parques (2da ed.). Morales, D. J. (Ed). Compañía de Parques Nacionales de Puerto Rico y el Centro de Estudios para el Desarrollo Sustentable, UMET, Sistema Universitario Ana G. Méndez.

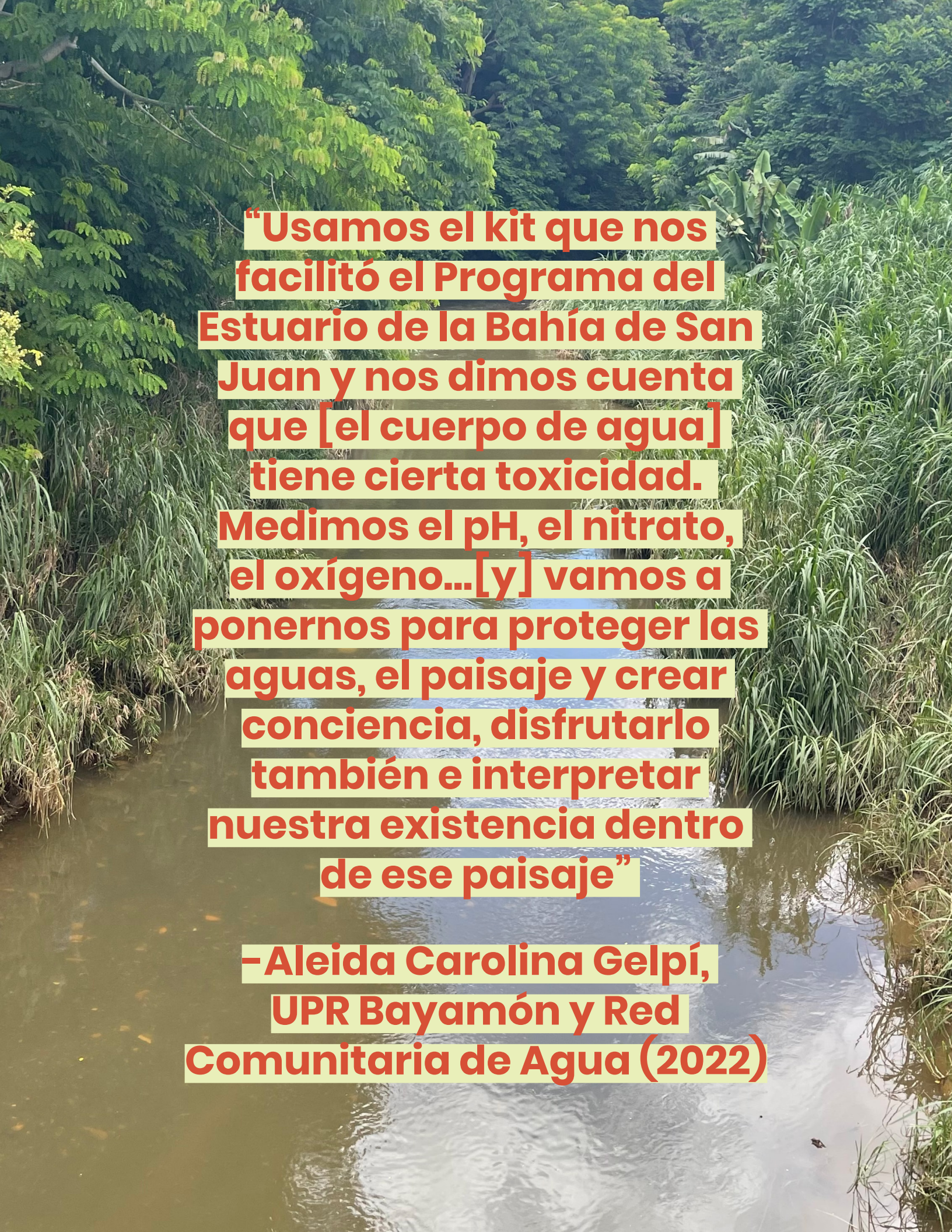
Valdivielso, A. (n. d.) ¿Qué es un sistema de drenaje pluvial? iAgua. Tomada el 15 de febrero de 2023 de https://www.iagua.es/respuestas/sistema-drenaje-pluvial

Índice de las actividades de este eje temático

Monitoreo de calidad de agua con el kit

Visitando y monitoreando un cuerpo de agua

Vierte un estanque


“Usamos el kit que nos facilitó el Programa del Estuario de la Bahía de San Juan y nos dimos cuenta que [el cuerpo de agua] tiene cierta toxicidad. Medimos el pH, el nitrato, el oxígeno…[y] vamos a ponernos para proteger las aguas, el paisaje y crear conciencia, disfrutarlo también e interpretar nuestra existencia dentro de ese paisaje”
-Aleida Carolina Gelpí, UPR Bayamón y Red Comunitaria de Agua (2022)

Actividad 3.1

Monitoreo de calidad de agua con el kit

Materiales

- Kit de monitoreo de calidad de agua
    - Envase con:
        - 2 tubos de ensayo
        - Pastillas de reactivos (ph y DO)
        - Pegatina de termómetro
        - Pegatina de disco “secchi”
- Cubo
- Guantes
- Materiales de limpieza
- Hoja de datos
- Mapa Cuenca del Estuario de la Bahía de San Juan (incluido)

Tiempo Estimado

30 minutos

Introducción

El monitoreo participativo de calidad de agua es un proceso colaborativo donde se recogen y analizan datos relacionados a la calidad del agua. Los resultados obtenidos proveen información importante de la condición del cuerpo de agua, lo cual es clave para su gestión.

Esta actividad busca promover la acción participativa, para fomentar que personas de las comunidades cercanas a los cuerpos de agua se involucren en su defensa. Además, permite un proceso en el cual se revierte el poder hacia la ciudadanía, haciéndoles agentes de cambio en sus territorios.

Objetivos

Al terminar la actividad los participantes podrán:

1. Utilizar el kit de monitoreo de calidad de agua y medir cuatro parámetros (temperatura, turbidez, oxígeno disuelto y pH)
2. Reflexionar sobre la importancia de monitorear los cuerpos de agua.

Método

A través de un taller práctico, los participantes podrán ser parte de una actividad de ciencia ciudadana donde conocerán el estado de la calidad del agua de un cuerpo de agua cercano.

Actividad 3.1
Monitoreo de calidad de agua con el kit

Procedimiento

Antes de la actividad

1. Evalúe el lugar donde se realizará la actividad, procurando que las facilidades sean adecuadas y que tenga un lugar apropiado para disponer de manera adecuada los residuos de las aguas usadas en las pruebas.
2. Revise las instrucciones incluidas para familiarizarse con el procedimiento del monitoreo.
3. En el mapa provisto, identifique el cuerpo de agua a monitorear y su relación con los cuerpos de agua de la cuenca del Estuario de la Bahía de San Juan.
4. Verifique que el kit de monitoreo contenga los materiales necesarios para cada uno de los parámetros a monitorear (temperatura, turbidez, oxígeno disuelto y pH).
5. Imprima la hoja de datos.
6. Busque agua del cuerpo de agua en un cubo y llévela al lugar donde será la actividad.
7. Prepare el área donde se estarán realizando las pruebas. Tenga a la mano materiales de limpieza.

Durante la actividad

1. Con la información que se provee, facilite una breve introducción donde defina y explique los conceptos de cuenca hidrográfica, estuario y monitoreo con los participantes.
2. Utilizando el mapa provisto de la cuenca del Estuario de la Bahía de San Juan, muestre al grupo el cuerpo de agua a monitorear y su relación con los cuerpos de agua de la cuenca.
3. Explique las reglas de seguridad, asigne tareas a los participantes y entregue los materiales para hacer las pruebas, incluyendo los guantes.
4. Proceda a explicar y realizar las pruebas del kit de monitoreo de calidad de agua siguiendo las instrucciones incluidas. Recomendamos realizar primero la prueba de temperatura, luego turbidez, oxígeno disuelto y pH.
5. En todo momento vele por la seguridad de los participantes y el equipo utilizado.
6. Luego de realizar cada prueba, anote los resultados en la hoja de datos y discuta con los participantes los resultados obtenidos y su significado.

Después de la actividad

1. Facilite una reflexión utilizando las preguntas de discusión como guía.
2. Al terminar, recoja todos los materiales utilizados, regrese el agua no usada al cuerpo de agua, disponga los guantes usados en la basura y disponga los residuos de las aguas usadas en las pruebas en un lugar adecuado (lavamanos, pileta o fregadero con agua fluyendo).
3. Lave y seque el equipo del kit, y guárdelo en un lugar seguro.

Preguntas de discusión

1. Utilizando los resultados de las pruebas, ¿cuál es la condición del cuerpo de agua?
2. ¿Cuál es la importancia de realizar actividades de monitoreo de calidad de agua?
3. ¿Cuál es la relevancia de utilizar temperatura, turbidez, oxígeno disuelto y pH como indicadores de calidad de agua?
4. ¿Qué acciones podemos tomar de manera colectiva o individual para proteger la calidad del agua?

Anejo

Video: Taller de Monitoreo de Calidad de Agua https://www.youtube.com/watch?v=RHTB17Kjq44

Página web: Día de Calidad de Agua https://estuario.org/diadecalidaddeagua/

Documento: Instrucciones kit DMCA

Documento: Hoja de datos DMCA

Mapa: Cuenca del Estuario de la Bahía de San Juan

Actividad 3.2

Visitando y monitoreando un cuerpo de agua

Materiales

- Kit de monitoreo de calidad de agua
    - Envase con:
        - 2 tubos de ensayo
        - Pastillas de reactivos (ph y DO)
        - Pegatina de termómetro
        - Pegatina de disco “secchi”
- Cubo
- Guantes
- Kit de primeros auxilios
- Documentos (lista de asistencia, relevos o permisos, hoja de datos)
- Mapa Cuenca del Estuario de la Bahía de San Juan (incluido)

Tiempo Estimado

1 hora

Introducción

La visita a un cuerpo de agua brinda la oportunidad de realizar una actividad in situ, lo que aporta una experiencia esencial desde la cual la ciudadanía participa directamente en el proceso de investigación.

Objetivos

Al terminar la actividad los participantes podrán:

1. Describir y realizar el proceso de utilizar el kit de monitoreo de calidad de agua
2. Reflexionar sobre la condición del cuerpo de agua visitado.

Método

A través de una actividad de campo donde se realiza una actividad de monitoreo de la calidad del agua, los participantes podrán experimentar de primera mano la condición del cuerpo de agua de su comunidad.

Actividad 3.2
Visitando y monitoreando un cuerpo de agua

Procedimiento

Antes de la actividad

1. Coordine con los manejadores, grupos comunitarios o agencias que manejan ese cuerpo de agua, humedal o área natural protegida por lo menos un mes antes, por si se requieren permisos para acceder al lugar.
2. Realice una visita de inspección antes de llevar al grupo para evaluar el área en los aspectos de seguridad (área segura para caminar, fácil de llegar, condiciones del terreno) y acceso (espacios de estacionamiento disponibles, condición de los caminos o veredas).
3. Coordine la logística de la actividad (fecha, hora, lugar, estacionamiento, merienda, baños, etc.).
4. Revise las instrucciones incluidas para familiarizarse con el procedimiento del monitoreo.
5. En el mapa provisto, identifique el cuerpo de agua a monitorear y su relación con los cuerpos de agua de la cuenca del Estuario de la Bahía de San Juan.
6. Verifique que el kit de monitoreo contenga los materiales necesarios para cada uno de los parámetros a monitorear (temperatura, turbidez, oxígeno disuelto y pH).
7. Prepare y entregue a los participantes los documentos necesarios como relevos de responsabilidad y de uso de fotografías.
8. Imprima la hoja de datos para utilizarla en el campo.

Durante la actividad

1. Reúna al grupo en un lugar cómodo y explique la logística de la actividad.
2. Con la información que se provee, facilite una breve introducción donde defina y explique los conceptos de cuenca hidrográfica, estuario y monitoreo con los participantes.
3. Utilizando el mapa provisto de la cuenca del Estuario de la Bahía de San Juan, muestre al grupo el cuerpo de agua a monitorear y su relación con los cuerpos de agua de la cuenca.
4. Antes de acercarse al cuerpo de agua, explique las reglas de seguridad, asigne roles o tareas a los participantes y entregue los materiales para hacer las pruebas, incluyendo los guantes.
5. Busque agua del cuerpo de agua en un cubo.
6. Proceda a explicar y realizar las pruebas del kit de monitoreo de calidad de agua siguiendo las instrucciones incluidas. Recomendamos realizar primero la prueba de temperatura, luego turbidez, oxígeno disuelto y pH.

7. En todo momento vele por la seguridad de los participantes y el equipo utilizado.
8. Luego de realizar cada prueba, anote los resultados en la hoja de datos y discuta con los participantes los resultados obtenidos y su significado.
9. Facilite un ejercicio de observación de los alrededores del cuerpo de agua con los participantes. Invite a que se fijen en los usos del terreno, la cobertura vegetal, infraestructura cercana (estructuras, alcantarillas, etc.) y actividades que se realizan en los alrededores

Después de la actividad

1. Facilite una reflexión utilizando las preguntas de discusión como guía.
2. Al terminar, recoja todos los materiales utilizados, regrese el agua no usada al cuerpo de agua, disponga los guantes usados en la basura y disponga los residuos de las aguas usadas en las pruebas en un lugar adecuado (lavamanos, pileta o fregadero con agua fluyendo).
3. Lave y seque el equipo del kit, y guárdelo en un lugar seguro.

Preguntas de discusión

1. Utilizando los resultados de las pruebas, ¿cuál es la condición del cuerpo de agua?
2. ¿Qué factores físicos de los alrededores del cuerpo de agua pueden impactar los resultados de las pruebas?
3. ¿Cuál es la importancia de realizar actividades de monitoreo de calidad de agua?
4. ¿Cuál es la relevancia de utilizar temperatura, turbidez, oxígeno disuelto y pH como indicadores de calidad de agua?
5. ¿Qué acciones podemos tomar de manera colectiva o individual para proteger la calidad del agua en este lugar?

Anejos

Video: Taller de Monitoreo de Calidad de Agua

Página web: Día de Calidad de Agua

Documento: Instrucciones kit DMCA

Documento: Hoja de datos DMCA

Mapa: Cuenca del Estuario de la Bahía de San Juan

Actividad 3.3

Vierte un estanque

Materiales

- Pequeña piscina, cortina de baño (blanca o de color brillante como amarilla) u otro pedazo cuadrado de plástico
- Cubos plásticos
- Agua proveniente del cuerpo de agua
- Redes o coladores
- Envases plásticos, cubetas de hielo, platos petri o frascos de cristal (para los organismos)
- Lupas o microscopio
- Pipetas o goteros
- Papel y marcadores
- Guía de identificación de macroinvertebrados

Tiempo Estimado

1 hora

Introducción

Los macroinvertebrados acuáticos son organismos invertebrados de tamaño mayor a 0.5 mm de largo que viven en los cuerpos de agua dulce. En Puerto Rico, los macroinvertebrados acuáticos abarcan organismos diversos como insectos, crustáceos, moluscos, entre otros.

Estos grupos de organismos son utilizados con frecuencia como bioindicadores de las condiciones ecológicas de los ríos, incluyendo la calidad de las aguas. Los bioindicadores son organismos que, por su sensibilidad a cambios ambientales, su presencia o abundancia en un lugar es utilizada como señal de las condiciones del ecosistema.

Los macroinvertebrados son buenos bioindicadores porque son relativamente fáciles de muestrear por su tamaño, tiempo de vida y capacidad de movimiento. Algunos grupos están en mayor abundancia en aguas contaminadas, por lo que su presencia nos puede señalar que la calidad de agua del lugar esté afectada.

Objetivos

Al terminar la actividad los participantes podrán:

1. Identificar organismos macroinvertebrados comunes en cuerpos de agua dulce
2. Conocer la función de los macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua

Método

A través de esta actividad práctica, los participantes podrán conocer la diversidad de macroinvertebrados acuáticos sin tener que visitar el cuerpo de agua.

Actividad 3.3
Vierte un estanque

Procedimiento

Antes de la actividad

1. Recoja los especímenes la tarde antes o el mismo día de la actividad.
    a. Para colectar los organismos en el cuerpo de agua:
        i. Visite la quebrada o río más cercano.
        ii. Colóquese corriente abajo cerca de una roca de tamaño mediano que pueda mover sin dificultad.
        iii. Coloque la red o colador en el agua frente a la roca y con la corriente de agua corriendo al interior de la misma.
        iv. Levante la roca suavemente para permitir que los organismos que se encuentran debajo floten hacia la red o colador.
        v. También puede mover el suelo de la orilla del cuerpo de agua para capturar los organismos que se encuentren escondidos.
        vi. Coloque los organismos en un envase junto con los sedimentos o pequeñas rocas que caigan en la red.
2. Mantenga los organismos en los envases tapados en un lugar oscuro y fresco.
3. Prepare los materiales y el área donde se llevará a cabo la actividad.
4. Haga copias de la guía de identificación de macroinvertebrados (incluida).

Durante la actividad

1. Con la información que se provee, facilite una breve introducción donde defina y explique los conceptos de macroinvertebrados y bioindicadores con los participantes.
2. Ubique la pequeña piscina en un área amplia y rellénela con el agua. De no tener una piscina, ubique el plástico en el piso para crear una "piscina", enrollando los lados entre varios participantes hasta crear un borde que permita contener el agua.
3. Vierta los organismos al agua y permita que los participantes los observen, fijándose en en los detalles de los organismos (cómo se ven, como se mueven). Todavía no mencione los nombres de los organismos.
4. Pida a los participantes que se dividan en grupos (asigne los grupos dependiendo de la cantidad de materiales que tenga disponibles) y capturen algunos de los invertebrados utilizando las pipetas, goteros, redes o coladores. Al capturarlos, deberán colocarlos en alguno de los envases plásticos, cubetas de hielo, platos petri o frascos de cristal.

5. Reparta las lupas o microscopio, papel, marcadores y la guía de identificación de macroinvertebrados.
6. Utilizando estos materiales, los participantes buscarán identificar los organismos encontrados. Facilite esta parte de la actividad ofreciendo asistencia a los grupos según sea necesario.
7. Reúna a los participantes y juntos preparen una lista de los organismos encontrados.

Después de la actividad

1. Facilite una reflexión utilizando las preguntas de discusión como guía.
2. Vacíe la piscina o remueva cuidadosamente el agua de la cortina hacia los cubos.
3. Devuelva el agua y los organismos acuáticos al lugar donde los recogió.

Preguntas de discusión

1. Entre los organismos encontrados, ¿cuáles son más tolerantes a la contaminación y cuáles son menos tolerantes?
2. ¿Qué significa la presencia de estos organismos en el cuerpo de agua?
3. ¿Cuál es la relevancia de utilizar macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua en nuestros ríos o quebradas?

Anejos

Guía fotográfica de familias de macroinvertebrados acuáticos de Puerto Rico

Referencias

*Sutton, A.H, L. G. Sorenson, and M.A. Keeley (2001). Los Maravillosos Humedales del Caribe Insular: Un libro de trabajo sobre los humedales del Caribe para maestros y otros educadores. BirdsCaribbean. www.birdscaribbean.org

*Agradecemos a la organización BirdsCaribbean por permitirnos compartir y modificar esta actividad.

Glosario

Agua potable
Agua que no contiene bacterias peligrosas, materiales tóxicos o sustancias químicas y es considerada segura para el consumo, aunque tenga problemas de sabor, olor o color y contienen ciertos minerales.

Aguas residuales
Aguas que el ser humano ha utilizado en actividades domésticas, agrícolas e industriales, y que como resultado de ello, contienen contaminantes que las hace no aptas para ciertos usos, como el consumo y el contacto con la piel humana.

Alcantarillado pluvial
Sistema de tuberías subterráneas que recogen el agua de lluvia para evitar inundaciones en la ciudad y la dirigen al cuerpo de agua más cercano.

Alcantarillado sanitario
Sistema de tuberías subterráneas que recogen las aguas residuales y las transportan a una planta de tratamiento.

Bacterias fecales
Grupo de bacterias que se encuentran en el intestino de algunos animales y su presencia en cuerpos de agua es indicador de patógenos que podrían poner en riesgo la salud humana.

Bioindicador
Organismo que, por su sensibilidad a cambios ambientales, su presencia o abundancia en un lugar es utilizada como señal de las condiciones del ecosistema.

Biosfera
Capa constituida por agua, tierra y una masa delgada de aire, en la cual se desarrollan los seres vivos; comprende desde unos 10 km de altitud en la atmósfera hasta los fondos oceánicos

Calidad del agua
Evaluación de las condiciones químicas, físicas y biológicas de un cuerpo de agua para : para lograr la salud y bienestar socioambiental.

Conductividad
Medida de la capacidad de una solución en llevar una corriente eléctrica.

Contaminación del agua
Introducción de microorganismos, sustancias químicas, sustancias tóxicas, desperdicios, o aguas negras en el agua, el aire o el suelo, en tal concentración que el medio no es apto para su uso.

Cuenca Hidrográfica
Área de captación, definida por la elevación del terreno, donde todas las aguas fluyen hacia un mismo punto.

Descarga
Cantidad de una sustancia en solución o suspendida en el flujo de un río o quebrada medida en un período de tiempo.

Descarga ilícita
Descarga al sistema de alcantarillado pluvial que no está completamente compuesta por agua de escorrentía (lluvia).

Descarga sanitaria
Descarga de aguas residuales que llegan a un cuerpo de agua sin haber sido tratadas.

Disco Secchi
Instrumento que se utiliza para medir el estado de la turbidez del agua.

Erosión
Desgaste del suelo provocado por la acción del agua, el viento o factores antropogénicos.

Escorrentía
Precipitación que discurre sobre la superficie del terreno por la acción de la gravedad sin infiltrarse.

Estándares de calidad de agua
Estándares ambientales adoptados por los estados y aprobados por la EPA para cuerpos de agua. Los estándares prescriben el uso del cuerpo de agua y establecen los criterios de calidad de agua que se deben cumplir para proteger los usos designados.

Estuario
Sistema ecológico costero donde el agua dulce de los ríos se une al agua salada del mar. Entre los ejemplos de sistemas estuarinos se encuentran bahías, desembocaduras de ríos, lagunas costeras o cualquier otro ecosistema en donde el agua dulce se une al agua del océano.

Humedal
Sistema ecológico que por lo general está inundado con agua dulce, salobre, salada o supersalada (hipersalina).

Indicador
Valor derivado de los parámetros que proporciona información o describe el estado de la calidad del agua bajo estudio. Es una medida directa o indirecta de la calidad del agua.

Infraestructura gris
Elementos planificados y construidos para la recolección y transporte del agua, que incluye el sistema de alcantarillado pluvial y sanitario, bombas de agua, plantas de filtración entre otras.

Infraestructura verde
Sistema de espacios naturales o verdes y cuerpos de agua que sostienen a las diversas especies de flora y fauna, aseguran el funcionamiento de los procesos ecológicos, mantienen la calidad de agua, aire, y suelos y contribuyen a la salud y a la calidad de vida de los individuos y las comunidades

Kit de monitoreo
Serie de herramientas y reactivos para medir la calidad del agua con parámetros físicos, químicos o biológicos.

Lixiviado
Líquido residual que se forma cuando el agua de lluvia se filtra a través de los desechos depositados en algún lugar y extrae sustancias químicas que pueden ser tóxicas.

Macroinvertebrado acuático
Organismo invertebrado de tamaño mayor a 0.5 mm de largo que vive en los cuerpos de agua dulce.

Monitoreo de calidad de agua
Medición frecuente y sistemática de parámetros de interés en un cuerpo de agua, siguiendo un orden y una metodología rigurosa, para conocer la calidad en estos cuerpos de agua.

Nutriente
Cualquier sustancia asimilada por los seres vivientes que promueva el crecimiento. El término es generalmente aplicado al nitrógeno y fósforo en aguas residuales, pero también aplica a otros elementos esenciales y trazas.

Oxígeno disuelto
Oxígeno que se encuentra libre y disponible en el agua, el cual es esencial para sostener la vida acuática.

Parámetro
Una propiedad variable que se puede medir y cuyo valor determina las características de un sistema.

pH
Es la medida de la química del agua mediante el estudio de la presencia de hidrógeno. El pH se mide con una escala que va del 0 al 14 en donde las aguas naturales presentan valores cercanos a 7.

Punto de muestreo
Lugar en específico destinado para tomar una muestra representativa de la calidad de agua.

Reactivo
Sustancia que, por su capacidad de provocar determinadas reacciones, sirve en los ensayos y análisis químicos para revelar la presencia o medir la cantidad de otra sustancia.

Residuo sólido
Material descartado por una persona luego de que ésta juzgue que han concluido su vida útil.

Salinidad
Porcentaje de sal en el agua.

Sedimento
Material sólido de origen natural que se encuentra en la superficie de la Tierra en forma de partículas o granos sin consolidar y que puede llegar a los cuerpos de agua por la acción de la erosión o escorrentías.

Sistema de información geográfica
Sistema que crea, administra, analiza y representa cartográficamente todo tipo de datos.

Temperatura
Magnitud física que refleja la cantidad de calor, ya sea de un cuerpo, de un objeto o del ambiente.

Turbidez
Condición del agua que describe su grado de transparencia, provocada por partículas suspendidas en el agua que pueden ser de origen orgánico o humano. Se determina midiendo el grado de dispersión de un rayo de luz que pasa a través de una muestra de agua.

Vocabulario De Marcos Teóricos

Constructivismo Social

Se basa en la consecución de un aprendizaje cooperativo como medio de interacción, inserción y permanencia en un entorno social. Como postura epistemológica establece el proceso de aprendizaje que desarrolla una persona dentro de un entorno social. En el constructivismo social los objetos adquieren significado por el entendimiento que se adquiere sobre ellos.

Educación Popular Ambiental

La educación popular ambiental reconoce los saberes y las prácticas de la gente y su relación con la naturaleza. A partir de ese reconocimiento, la educación popular ambiental se elabora a través del diálogo entre todos y todas para desarrollar un saber más profundo, producto de la reflexión compartida, con la intención de descifrar y transformar nuestras realidades hacia unas más justas y solidarias.

Interpretación

Es un acercamiento con propósito a la comunicación que facilita experiencias significativas, relevantes e inclusivas que profundizan la comprensión, amplían perspectivas e inspiran compromiso con el mundo que nos rodea.

Investigación Acción Participativa

La investigación acción social es un acercamiento teórico-metodológico que entiende el conocimiento sobre la sociedad, y la transformación de la misma, como un proceso entrelazado e indisoluble. Partiendo de las ciencias sociales, la investigación acción social reconoce los saberes, análisis, experiencias y sentires de las comunidades, movimientos sociales, organizaciones y grupos ciudadanos con los que trabaja. De esta manera, la investigación acción social es una práctica hecha por sujetos que interpretan el mundo juntos y no por expertos que observan “problemas” a ser interpretados como objetos de estudio. La transformación de realidades socio-ambientales injustas entendidas como conflictos que son productos de relaciones de poder, y no como problemas técnicos o naturales sin más, es parte integral y meta de la Investigación Acción Social.

Justicia Hídrica

La justicia hídrica es un marco que permite comprender la relación entre los derechos y conflictos en torno al agua. ¿Quiénes sufren la contaminación y quiénes tienen acceso al agua limpia? ¿Por qué? La justicia hídrica incluye no solo el derecho a tener agua limpia sino también el derecho a participar en la toma de decisiones, en la producción de conocimiento en torno a la infraestructura y los cuerpos de agua, y en la formulación de alternativas hacia una realidad hidrosocial más justa. En este proceso, reconoce, además, las diversas identidades que se desarrollan en torno a los cuerpos de agua. La justicia hídrica es un concepto amplio que busca reflexionar críticamente sobre las injusticias socio-ambientales relacionadas al agua para de ese modo construir nuevas respuestas basadas en la solidaridad, la colaboración, la igualdad y la democracia.

Referencias

Autoridad de Acueductos y Alcantarillados de Puerto Rico (n.d.) Agua Potable Autoridad de Acueductos y Alcantarillados de Puerto Rico. Tomada el 15 de febrero de 2023 de https://www.acueductospr.com/agua-potable

Autoridad de Acueductos y Alcantarillados de Puerto Rico (n.d.) Sistema de Alcantarillado Autoridad de Acueductos y Alcantarillados de Puerto Rico. Tomada el 15 de febrero de 2023 de https://www.acueductospr.com/sistema-de-alcantarillado

CAO (2008) Monitoreo Participativo del Agua: Guía para Prevenir y Manejar el Conflicto. Oficina del Asesor en Cumplimiento/Ombudsman (CAO).

ESRI (n.d.) What is GIS? ESRI. Tomada el 15 de febrero de 2023 de https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/overview

Harder, Christian & Brown, Clint (2017). The ArcGIS Book: 10 Big Ideas about Applying The Science of Where (Second Edition). ESRI Press

Juncos, M.A., González, S., Rivera, J., & González, E. (2011). Infraestructura verde y nuestros parques (2da ed.). Morales, D. J. (Ed). Compañía de Parques Nacionales de Puerto Rico y el Centro de Estudios para el Desarrollo Sustentable, UMET, Sistema Universitario Ana G. Méndez.

Mori, R. y Torres-Abreu, A. (2019). Hacia la restauración colectiva del Estuario de la Bahía de san Juan: participación ciudadana, monitoreo comunitario y liderazgo socio-ambiental. Instituto Transdisciplinario de Investigación-Acción Social, UPR en Humacao. Disponible en: https://cepalforja.org/sistem/bvirtual/?p=1694

Musica.com (n. d.) Rio Letra Musica.com. Tomada el 15 de febrero de https://www.musica.com/letras.asp?letra=1697585

Nieves Rodríguez, Eliezer (2008). Interpretación de los elementos del paisaje haciendo uso de un Sistema de Información Geográfica Manual en Lopez Marrero, Tania del Mar & Villanueva Colon, Nancy (Eds.) Aprendizaje activo de la geografía: El Atlas Ambiental de Puerto Rico y la tecnología en el laboratorio de Estudios Sociales (pp. 16-18).

Population Education (2022). ¿Quién contaminó el río? en Nuestro mundo, nuestro futuro: Actividades bilingües sobre población y el medioambiente (pp. 21-27). www.populationeducation.org

Programa del Estuario de la Bahía de San Juan. (2020). Diagnóstico de vulnerabilidad de la cuenca y el sistema del estuario de la bahía de San Juan ante el impacto de huracanes. San Juan, Puerto Rico.

Sutton, A.H, L. G. Sorenson, and M.A. Keeley (2001). Los Maravillosos Humedales del Caribe Insular: Un libro de trabajo sobre los humedales del Caribe para maestros y otros educadores. BirdsCaribbean. www.birdscaribbean.org * Agradecemos a la organización BirdsCaribbean por permitirnos compartir y modificar esta actividad.

Torres-Abreu, Alejandro (2013). Fomentando la ética ambiental a través del arte: las músicas del acuapaisaje en N. Ríos Villarini & M. González Vélez (Eds.). Experiencia con maestros en Vieques y Culebra: Las humanidades en el currículo escolar (pp. 55-60). Fundación Puertorriqueña de las Humanidades.

Torres-Abreu, A.; Mori, R.; Reyes, A.; Rivera, J.C.; Molina, R,; Molina; S. (2019). Ciencia ciudadana y activismo ambiental en el Estuario de la Bahía de San Juan. En: Experiencias comunitarias en la gestión del agua: aportes desde la innovación social, la ciencia participativa y el diálogo de saberes. Waterlat-Gobacit. Disponible en: https://waterlat.org/es/working-papersseries/volumen-7-2020/vol-7-no-2/

UICN (2018). Guía de Monitoreo Participativo de la Calidad de Agua. Quito – Ecuador: UICN.

Valdivielso, A. (n. d.) ¿Qué es un sistema de drenaje pluvial? iAgua. Tomada el 15 de febrero de 2023 de https://www.iagua.es/respuestas/sistema-drenaje-pluvial

ESTUARIO
PROGRAMA DEL ESTUARIO DE LA BAHÍA DE SAN JUAN

Instituto Transdisciplinario de Investigación-Acción Social
INAS | ITIAS

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY

*Aunque este documento ha sido auspiciado por la Agencia Federal de Protección Ambiental a través de los State Revolving Funds bajo el acuerdo C-72-250-03, no refleja necesariamente las opiniones de esta agencia federal