

# CASO 7

## ENERGÍAS BALANCEADAS: CASO DE INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO DE TRIPLE IMPACTO

### **Gerardo Villalobos Rodríguez**

Doctor en Ciencias Empresariales  
Universidad Nacional (UNA), Costa Rica

✉ [gerardo.villalobos.rodriguez@una.cr](mailto:gerardo.villalobos.rodriguez@una.cr)

### **Geannina Moraga López**

Estudiante Programa de Doctorado,  
Universitat Politècnica de València, España  
Máster en Gerencia de Proyectos de Desarrollo  
Universidad Nacional (UNA), Costa Rica

✉ [gmoraga@una.ac.cr](mailto:gmoraga@una.ac.cr)

### **María José Guevara Portuguese**

licenciada en Sociología  
Universidad Nacional (UNA), Costa Rica

✉ [maria.guevara.portuguez@est.una.ac.cr](mailto:maria.guevara.portuguez@est.una.ac.cr)

## Energías balanceadas: Caso de innovación y emprendimiento de triple impacto

---

### Resumen



#### **Objetivo:**

Describir cómo el emprendimiento Energías Balanceadas (EB) se convierte en una empresa de base tecnológica, gracias a la interacción con los diferentes actores de la cuádruple hélice en Costa Rica.



#### **Diseño / Metodología / Enfoque:**

Es cualitativo y de alcance descriptivo. Se utiliza la entrevista a profundidad a los fundadores, para identificar las características y los perfiles de los actores de la cuádruple hélice, involucrados en el objeto de estudio. La unidad o caso investigado es la Empresa EB.



#### **Resultados:**

Se organizan según el tipo de actor de la cuádruple hélice de innovación: (a) Universidad: apoya la incubación y aceleración de emprendimientos basados en conocimiento y potencia las sinergias entre actores del ecosistema de innovación. (b) Empresa: ofrece una solución innovadora a problemas ambientales, con el desarrollo de una tecnología propia (reactores), cuya misión y visión se alinea con algunos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), permitiendo su consolidación en el mercado costarricense como empresa dinámica de triple impacto. (c) Gobierno: otorga capital no reembolsable para prototipado y escalamiento. (d) Sociedad: con la solución innovadora de EB se contribuye con el mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales de Costa Rica.



**Originalidad / Valor:**

Energías Balanceadas es un ejemplo de la integración de actores estratégicos de la cuádruple hélice costarricense, los cuales generaron las condiciones necesarias para brindar el carácter sistémico y multidimensional que requiere el desarrollo de nuevas empresas dinámicas e intensivas en conocimiento.



**Palabra-clave:**

Cuádruple hélice, Innovación, Emprendimiento de base tecnológica, Triple impacto, Objetivos de Desarrollo Sostenible.

## Balanced Energies: A Case Study in Triple-Bottom-Line Innovation and Entrepreneurship

---

### Abstract



**Goal:**

To describe how the entrepreneurship Energías Balanceadas (EB) evolves into a technology-based company through interaction with the various actors of the quadruple helix in Costa Rica.



**Design / Methodology / Approach:**

This is a qualitative, descriptive study. In-depth interviews with the founders are used to identify the characteristics and profiles of the quadruple helix actors involved in the study. The unit or case investigated is the company EB.



**Results:**

Results are organized according to the type of innovation helix actor: (a) University: supports the incubation and acceleration of knowledge-based ventures and fosters synergies among actors within the innovation ecosystem. (b) Business sector: provides an innovative solution to environmental challenges through the development of proprietary technology (reactors), whose mission and vision align with several Sustainable Development Goals (SDGs), enabling the company to establish itself in the Costa Rican market as a dynamic, triple-impact enterprise. (c) Government: provides non-reimbursable funding for prototyping and scaling. (d) Society: EB's innovative solution contributes to improving Costa Rica's social, economic, and environmental conditions.



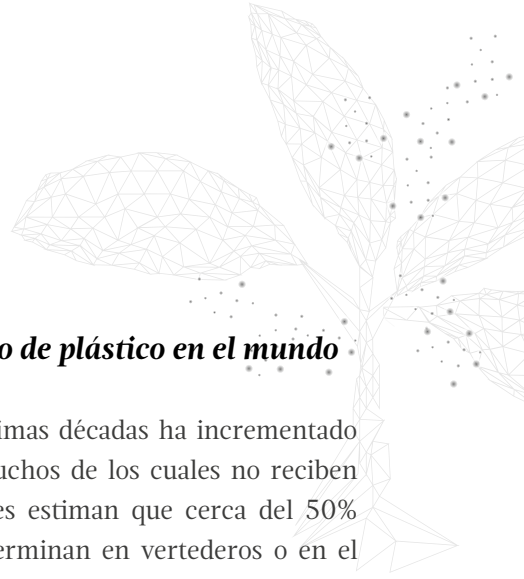
**Originality / Value:**

Energías Balanceadas is an illustrative case of strategic actor integration within the Costa Rican quadruple helix, which enabled the systemic and multidimensional conditions required for the development of dynamic, knowledge-intensive new ventures.



**Keywords:**

Quadruple helix, Innovation, Technology-based entrepreneurship, Triple impact, Sustainable Development Goals.



## 1. Contexto

### *1.1. Problemática del uso y tratamiento de plástico en el mundo*

La expansión del uso de plásticos en las últimas décadas ha incrementado notablemente la generación de residuos, muchos de los cuales no reciben un tratamiento adecuado. Estudios recientes estiman que cerca del 50% de los plásticos producidos a nivel global terminan en vertederos o en el ambiente, sin un proceso de gestión eficaz (Alfonso et al., 2021; Syberg et al., 2021). Debido a su bajo costo y versatilidad, el plástico se emplea ampliamente en diversos sectores, desde el hogar hasta la industria pesada. No obstante, los sistemas actuales de reciclaje resultan insuficientes para hacer frente al volumen de desechos. Como consecuencia, los océanos y ecosistemas acuáticos se han convertido en receptores frecuentes de este tipo de contaminación (Elías, 2015), con impactos aún no dimensionados en su totalidad.

Desde la segunda década de este siglo, la organización Greenpeace estimó un vertido entre 5-50 billones de fragmentos de plástico en los mares y océanos, sin incluir los trozos depositados en el fondo marino y playas; con una proyección poco favorable hacia el año 2020 (Greenpeace, 2016). Por otra parte, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) determinó que 300 millones de toneladas anuales de plástico son desechadas en las calles, sistemas fluviales y mares, lo que afecta la vida silvestre y también a la salud pública (2021a, párr.7).

En el mismo reporte PNUMA (2021b) advierte que aún no se han publicado cifras que estimen el impacto provocado por la pandemia del SARS-CoV-2, con respecto al aumento de desechos médicos (por ejemplo, desechos de

mascarillas), que, en el caso de Wuhan, en China, aumentaron seis veces (la mayoría hechos a base de polímeros), representando 240 toneladas cada día, durante el confinamiento. Este mismo país, para el año 2019, había alcanzado el 31% de la producción mundial de plásticos, siendo el mayor productor, según la asociación Plastics Europe (2021).

## ***1.2. La problemática del plástico en Costa Rica***

En el contexto nacional, la industria del plástico ocupa un lugar destacado entre los sectores productivos de Costa Rica. Se estima que el país consume anualmente unas 200 mil toneladas de plástico, de las cuales una gran parte no se recicla adecuadamente, alcanzando niveles de desecho superiores al 80%. Esto representa alrededor de 50 kilogramos por persona al año, lo que sitúa al país por encima de sus vecinos centroamericanos en términos de generación de residuos plásticos (Núñez, 2019).

Ante esta realidad, se han promovido diversas iniciativas legales, siendo una de las más relevantes la Ley N.º 8839 de 2010, sobre gestión integral de residuos. Esta legislación establece obligaciones para los distintos actores involucrados en la cadena de producción y consumo, promueve el desarrollo de mercados para materiales valorizables, y busca fomentar emprendimientos sostenibles mediante el aprovechamiento de subproductos reciclables y biodegradables.

El principal mecanismo de implementación de la ley fue el Plan Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos 2010-2021, como resultado de un esfuerzo interinstitucional coordinado por el Ministerio de Salud. Su propósito es orientar las acciones gubernamentales y privadas en la gestión de los residuos sólidos, donde los gobiernos locales o municipalidades tienen un rol protagónico ante la diversidad de actores nacionales.

Otro tipo de acción específica con el uso de plástico es la directriz N°SINAC-DE-944-2020, que regula y prohíbe el uso de plástico en los parques nacionales y en las reservas biológicas del país, lo que incluye materiales

como cubiertos, vasos desechables, botellas, bolsas plásticas no reutilizables, entre otros, la cual rige desde el 25 de febrero de 2021. La directriz prohíbe el ingreso de plástico de un solo uso en el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), lo cual contribuye directamente en la emisión de desechos que posteriormente afectan a ecosistemas que esta misma organización protege.

### ***1.3. Tecnología que atiende la problemática global a escala nacional***

La empresa Energías Balanceadas (EB) ha desarrollado un sistema tecnológico que permite transformar residuos plásticos en combustibles líquidos como diésel y gasolina. Esta solución se posiciona en el mercado con precios competitivos, gracias a la eficiencia del proceso patentado. La conversión logra un rendimiento estimado de un litro de combustible por cada kilogramo de material tratado, con una proporción promedio de 60% diésel y 40% gasolina.

A diferencia de otras tecnologías similares, EB ha perfeccionado su método mediante pruebas controladas y mejoras continuas, lo que le permite obtener productos de alta calidad energética con un consumo reducido de recursos. Desde el punto de vista económico, el costo de producción ronda los 0,43 dólares por litro, disminuyendo progresivamente conforme se incrementa la escala de operación. La sostenibilidad del modelo financiero se proyecta a partir de una producción mensual de 200 toneladas, volumen que puede gestionarse mediante acuerdos con gobiernos locales de tamaño mediano o grande.

La infraestructura utilizada por EB, basada en reactores construidos en territorio nacional, representa una apuesta por el desarrollo tecnológico local. Más del 70% de los componentes utilizados en el proceso han sido diseñados por el equipo de investigación de la empresa, con una inversión inicial que no superó los 500 000 dólares.

El proceso tecnológico implementado por EB no se basa en la combustión, sino en una transformación térmica controlada que permite separar los componentes del plástico. De cada kilogramo tratado, se generan aproximadamente 800 gramos de líquidos (gasolina o diésel de alta pureza), 150 gramos de gases como propano y metano, y 50 gramos de carbón sólido, empleado principalmente por la industria cementera. Parte de los gases producidos se reutiliza para alimentar el mismo sistema, haciendo que la operación sea energéticamente autosostenible y requiera menos del 10% de la energía contenida originalmente en el material procesado.

## **2. Análisis**

### **2.1. Resultados obtenidos**

Energías Balanceadas (EB) nace a partir del trabajo del ingeniero Germán Jiménez, quien desde 2013 ha dedicado su labor investigativa al estudio de procesos químicos que permitan transformar residuos plásticos en combustibles útiles. Inspirado por experiencias tecnológicas observadas en países asiáticos, identificó oportunidades para adaptar este conocimiento al contexto costarricense. En su análisis detectó tres factores que justificaban el desarrollo de un modelo empresarial local: 1) la baja tasa de reciclaje y el alto nivel de contaminación en ríos y mares; 2) la precariedad económica de los recolectores informales; y 3) la normativa nacional que exige a las municipalidades gestionar residuos valorizables (Ley 8839, Art. 2).

En 2014, el equipo de EB accedió a una convocatoria del Sistema de Banca para el Desarrollo (SBD), que ofrecía fondos dirigidos al desarrollo de prototipos y escalamiento de proyectos de innovación. Como parte del proceso, se formalizó una alianza con la Universidad Nacional (UNA) a través de su incubadora UNA-INCUBA, que permitió brindar acompañamiento técnico, fortalecer el modelo de negocio y facilitar el acceso a redes de apoyo. Gracias a esta colaboración interinstitucional, se diseñó y construyó un prototipo de reactor funcional para la conversión de plástico en

combustible. Posteriormente, se generaron convenios con gobiernos locales y organizaciones de recolectores, lo que aseguró un suministro estable de materia prima y contribuyó al impacto social del proyecto.

La evolución de EB incluyó también una alianza estratégica con una empresa de ingeniería industrial, que aportó capacidades técnicas y financieras para la fabricación de equipos a mayor escala. Este vínculo marcó una nueva etapa de crecimiento, consolidando a EB como una empresa de base tecnológica con enfoque ambiental, económico y social.

**Figura 17.** German Jiménez, fundador de Energías Balanceadas



Fuente: Imagen propiedad de la Universidad Nacional (UNA), Costa Rica (2022).

El acompañamiento brindado por UNA-INCUBA fue fundamental para fortalecer el proyecto. A través del proceso de incubación, EB logró diseñar un modelo de negocio innovador y escalable, además de acelerar el desarrollo de su primer prototipo funcional. Este apoyo incluyó:

- Un diagnóstico integral de las necesidades del emprendimiento.

- El fortalecimiento de competencias del equipo en áreas como liderazgo, innovación, trabajo en equipo y empoderamiento.
- La optimización del plan de negocios y la identificación de áreas críticas a mejorar.
- La articulación con redes de apoyo empresarial y de innovación.
- La participación en eventos nacionales e internacionales enfocados en el emprendimiento.
- La facilitación de acceso a diversas fuentes de financiamiento, incluyendo inversionistas y entidades bancarias.
- La promoción del emprendimiento en medios de comunicación para incrementar su visibilidad.

Adicionalmente, la vinculación con UNA-INCUBA, de la Universidad Nacional (UNA), brindó la posibilidad de acercarse a su escuela de química, para contar con acompañamiento científico por parte de expertos, tener acceso a la infraestructura de laboratorios necesarios para el desarrollo de prototipos, y el involucramiento de estudiantes avanzados de la carrera para acelerar el desarrollo e innovación de la tecnología (ver figura 18).

En el proceso de expansión, Energías Balanceadas (EB) incorporó un nuevo actor fundamental de la cuádruple hélice: los grupos organizados de recolectores de residuos en diferentes cantones del país. A través de esta estrategia, EB aseguró una fuente continua de materia prima, a la vez que impulsó un beneficio económico directo para poblaciones vulnerables, al comprar el plástico recolectado a precios justos. Para fortalecer esta red de suministro, EB estableció convenios con varios gobiernos locales, quienes ya mantenían vínculos formales con los grupos de recolectores mediante pequeños centros de acopio. Esta colaboración no solo garantizó la disponibilidad estable de plástico de desecho, sino que también permitió a la empresa ampliar su capacidad operativa conforme más comunidades y recolectores se integraban como aliados estratégicos.

**Figura 18.** Daniel Arrieta, egresado UNA y emprendedor de EB



Fuente: Imagen propiedad de la Universidad Nacional (UNA), Costa Rica (2022).

Con la integración de los grupos recolectores como actores clave, Energías Balanceadas (EB) consolidó su carácter como emprendimiento de triple impacto. Su enfoque ambiental se refleja en la recuperación de residuos plásticos que contaminan ecosistemas; el componente económico se manifiesta en la generación de un producto energético alternativo y rentable; y el impacto social se evidencia en el apoyo a pequeños recolectores mediante pagos justos por el material recuperado.

En el marco de su crecimiento, EB estableció una alianza estratégica con una empresa especializada en la fabricación de maquinaria industrial, con el propósito de escalar la capacidad de producción de sus reactores. Esta colaboración permitió diseñar y construir equipos de mayor tamaño, aptos para procesar grandes volúmenes de plástico. La conexión entre ambas empresas fue posible gracias al rol articulador de UNA-INCUBA, que facilitó el acercamiento y generó condiciones propicias para formalizar esta relación como una sociedad inversionista.

## ***2.2. Problemas afrontados en la vinculación de cuádruple hélice***

Aunque Costa Rica es reconocida internacionalmente por su compromiso ambiental, respaldado por políticas como el Plan Nacional de Descarbonización y el desarrollo de emprendimientos dinámicos y de triple impacto, continúa enfrentando múltiples barreras estructurales. Uno de los desafíos más notorios es la limitada articulación entre las universidades públicas y el sector productivo. A pesar del potencial de transferencia tecnológica existente en la academia, persisten dificultades para establecer vínculos efectivos con las empresas, en parte debido a la falta de claridad en los mecanismos de propiedad intelectual y a la ausencia de políticas institucionales proactivas que fomenten la colaboración externa.

Además, el acceso a financiamiento representa otro obstáculo relevante. Las opciones disponibles para emprendedores son escasas, ya que existen pocas redes de ángeles inversionistas, limitados fondos no reembolsables y poca oferta de capital de riesgo. A esto se suma la complejidad administrativa del entorno institucional. El proceso de formalización de un emprendimiento puede extenderse por varios meses debido a trámites redundantes, lentitud burocrática y altos costos asociados a instituciones como el Ministerio de Salud, Hacienda y las municipalidades. Estas condiciones desincentivan a quienes desean emprender y ralentizan el desarrollo de nuevos modelos de negocio.

## ***2.3. Beneficios generados por la vinculación de cuádruple hélice***

A lo largo del proceso de evolución de Energías Balanceadas (EB), los distintos actores de la cuádruple hélice contribuyeron activamente en la consolidación de un modelo de negocio innovador, sostenible y con impacto social.

**Cuadro 6.** Beneficios vinculación de cuádruple hélice

<b>Actor</b>	<b>Factor</b>	<b>Beneficios de la vinculación</b>
<b>Empresa</b>	Innovación	EB logró diseñar un sistema que transforma residuos plásticos en combustibles como diésel y gasolina, comercializados a precios competitivos en el mercado costarricense. Además de su enfoque ambiental, la empresa genera empleo y dinamiza el ecosistema emprendedor.
	Red	Estableció una alianza estratégica con una compañía especializada en la fabricación de maquinaria a gran escala, que actualmente participa como socio inversionista.
<b>Universidad</b>	Visión	La UNA-INCUBA proporcionó apoyo técnico y acompañamiento en el diseño y validación del modelo de negocio.
	Red	Facilitó el contacto con aliados estratégicos para el crecimiento del proyecto, y promovió la visibilidad del emprendimiento a través de medios de comunicación y eventos clave.
<b>Gobierno</b>	Visión	El Sistema de Banca para el Desarrollo (SBD) otorgó financiamiento inicial en la fase de prototipado, cumpliendo su rol de impulsar proyectos con potencial de impacto. Además, las políticas públicas del Ministerio de Salud reforzaron el marco para la gestión de residuos.
	Cultura	EB implementó una política de retorno económico hacia las municipalidades aliadas, promoviendo la sostenibilidad local y la cultura del reciclaje.
	Red	La colaboración con gobiernos locales facilitó el acceso al plástico recuperado mediante centros de acopio comunitarios, reforzando la red de suministro.
<b>Grupos organizados de la sociedad</b>	Red	La empresa formalizó convenios con organizaciones como la Red Concerva, permitiendo que recolectores de plástico reciban un pago justo por su labor, fortaleciendo así el impacto social del modelo de negocio.

Fuente: Elaboración propia.

De cara al futuro, Energías Balanceadas (EB) enfrenta nuevos desafíos estratégicos orientados a su crecimiento. Uno de sus principales objetivos es la construcción de múltiples reactores en ubicaciones clave del país, lo cual implica una renovada articulación con actores de la cuádruple hélice. Entre las acciones previstas se contempla la negociación con gobiernos locales para utilizar terrenos municipales como sedes de procesamiento, aprovechando los residuos generados en cada comunidad. Asimismo, se valora como criterio de ubicación la cercanía con los campus de la Universidad Nacional, con el fin de profundizar la colaboración institucional existente e incorporar estudiantes en calidad de pasantes para fortalecer el componente formativo del modelo.

### **3. Conclusiones**

La evolución de iniciativas emprendedoras que aspiran a generar impacto ambiental, social y económico requiere más que una idea innovadora o una investigación rigurosa. Es indispensable transformar ese conocimiento en soluciones aplicables que respondan de manera efectiva a necesidades concretas del entorno. Energías Balanceadas (EB) representa un caso ejemplar de cómo un emprendimiento de base tecnológica puede consolidarse a partir de una propuesta orientada a resolver una problemática ambiental global como la acumulación de residuos plásticos.

Alcanzar la madurez de un modelo de negocio con enfoque sostenible implica múltiples factores: desde el acceso a infraestructura y financiamiento, hasta la capacidad de establecer alianzas estratégicas y adaptarse mediante procesos continuos de aprendizaje. El acompañamiento recibido por parte de actores clave fue decisivo en las primeras etapas de desarrollo de EB, ya que permitió fortalecer su modelo operativo y crear condiciones para su crecimiento.

La experiencia también evidencia el valor de los procesos colaborativos dentro de un ecosistema de innovación. La articulación entre sectores —en particular, entre el ámbito académico a través de la Universidad Nacional, y el gubernamental mediante el Sistema de Banca para el Desarrollo—

facilitó el escalamiento de la propuesta. Esta colaboración propició la integración de conocimientos, recursos y capacidades que potenciaron el alcance del emprendimiento.

En contextos donde convergen intereses diversos, los espacios de conexión cobran especial relevancia. UNA-INCUBA desempeñó un papel clave como entidad articuladora, favoreciendo la interacción entre actores del sector público, privado, académico y comunitario. Su labor permitió construir puentes de colaboración que fortalecieron el modelo de negocio y ampliaron sus posibilidades de sostenibilidad.

En definitiva, la trayectoria de EB reafirma que el surgimiento de nuevos emprendimientos no ocurre de forma aislada. Requiere un entorno propicio, donde confluyan distintos actores dispuestos a aportar desde sus respectivas áreas. Costa Rica cuenta con las condiciones para impulsar este tipo de iniciativas, pero será clave seguir fortaleciendo los mecanismos de coordinación intersectorial que permitan convertir el potencial en resultados concretos para el desarrollo del país.

## Referencias bibliográficas

- Alfonso, M. Arias, A. Menéndez, M. Ronda, A. Harte, A. Piccolo, M. Marcovecchio, J. (2021). Assessing threats, regulations, and strategies to abate plastic pollution in LAC beaches during COVID-19 pandemic, *Ocean & Coastal Management*, 208. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105613>
- Cordero, C. (2019). Siete empresas de tecnología verde presentan sus proyectos ante inversionistas. *El Financiero Digital*. <https://www.elfinancierocr.com/pymes/gerencia/siete-empresas-de-tecnologia-verde-presentan-sus/5AUTKUGCFZEIJAYUOVR42K3FPY/story/>

- CR Hoy. (16 de diciembre de 2018). Tico logra convertir desechos de plástico en gasolina y diésel. *CR Hoy*. <https://www.crhoy.com/economia/tico-logra-convertir-desechos-de-plastico-en-gasolina-y-diesel/>
- Elías, R. (2015). Mar del plástico: una revisión del plástico en el mar. *Revista de Investigación y desarrollo pesquero*. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.
- Espectro Canal UCR. (4 de agosto de 2015). *Polidiesel* (Video). *YouTube*. <https://www.youtube.com/watch?v=hLAyZopMlpM&t=23s>
- Greenpeace (5 de agosto de 2016). Plásticos en los océanos, datos, comparativas e impactos, Archivo Greenpeace. <http://archivo-es.greenpeace.org/espana/es/Informes-2016/Agosto/Plasticos-en-los-oceanos/>
- Syberg, K. Nielsen, M. Westergaard, L. Calster, G. Wezel, A. Rochman, Ch. Koelmans, A. Cronin, R. Pahl y S. Hansen, S. (2021). Regulation of plastic from a circular economy perspective, *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 29. <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2021.100462>
- Ley 8839 de 2010. Ley para la Gestión Integral de Residuos. 13 de julio de 2010. D.O. No. 135.
- Núñez, M. (19 de febrero de 2019). Urge mayor gestión de residuos plásticos en Costa Rica, *Semanario Universidad*. <https://semanariouniversidad.com/universitarias/urge-mayor-gestion-de-residuos-plasticos-en-costa-rica/>
- Plastics Europe. (2021). Plastics – the Facts 2020 An analysis of European plastics production, demand and waste data. <https://www.plasticseurope.org/es/resources/publications/4312-plastics-facts-2020>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2021a). Urge acelerar acción para frenar la contaminación por plásticos. <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/urge-acelerar-accion-para-frenar-la-contaminacion-por-plasticos>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2021b). El uso exagerado del plástico durante la pandemia de COVID-19 afecta a los más vulnerables. <https://news.un.org/es/story/2021/03/1490302>

Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2020). Directriz número SINAC-DE-944-2020. [https://www.sinac.go.cr/ES/tramites-consultas/permisoinvestigacion/Documents/Directriz\\_Numero\\_SINAC-DE-944-2020.pdf](https://www.sinac.go.cr/ES/tramites-consultas/permisoinvestigacion/Documents/Directriz_Numero_SINAC-DE-944-2020.pdf)