



**Estrategias de Economía Circular en el Eco-Campus UPB para el Fortalecimiento de la
Sostenibilidad**

Sofía Del Mar Rosero González

Informe de práctica presentado para optar al título de Ingeniera Ambiental

Modalidad de Práctica

Semestre de Industria o Práctica Empresarial

Asesores

Danny Ibarra Vega, Doctor (PhD) en Ingeniería

Mariluz Betancur Vélez, Doctor (PhD) en Ingeniería

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Ambiental

Medellín, Antioquia, Colombia

2025

Cita	(Rosero González, 2025)
Referencia	Rosero, S. (2025). <i>Estrategias de Economía Circular en el Eco-Campus UPB para el Fortalecimiento de la Sostenibilidad</i> . [Informe de práctica]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Este proyecto está dedicado a mi madre, quien ha sido un pilar fundamental en este proceso, brindándome su incondicional amor y apoyo constante. A mi padre, por siempre creer en mí e inspirarme a seguir mis sueños; aunque ya no esté físicamente presente, sé que continúa haciéndolo desde el cielo. También quiero dedicarlo a mis hermanas, por su paciencia, comprensión y apoyo, especialmente en los momentos más difíciles de la carrera. Finalmente, a mi novio y amigos, por su compañía, apoyo y motivación a lo largo de todo este tiempo.

Agradecimientos

Inicialmente, quiero expresar mi agradecimiento a mi asesora externa Mariluz Betancur Vélez por depositar su confianza en mí y por brindarme invaluable experiencias y conocimientos que adquiriré en estos meses de práctica. Asimismo, agradezco a Cindy Arenas Echeverri quien fue un importante apoyo y guía para la realización de este proyecto. Extiendo también mi gratitud al personal de la UPB por abrirme sus puertas y por su disposición para brindarme siempre su ayuda. Finalmente, agradezco a mi asesor interno Danny Ibarra Vega por su constante apoyo y orientación a lo largo de este proceso.

Tabla de contenido

Resumen	8
Abstract	9
1. Introducción	10
2. Objetivos	13
2.1 Objetivo general	13
2.2 Objetivos específicos.....	13
3. Marco teórico	14
4. Metodología	21
5. Análisis de resultados.....	24
5.1 Diagnóstico ambiental.....	24
5.1.1 Consumo de agua y energía	26
5.1.2 Generación de residuos sólidos.....	27
5.1.3 Estrategias de EC implementadas en la UPB	30
5.1.4 Consolidación de las estrategias existentes.....	33
5.2 Análisis de estrategias de EC a nivel nacional e internacional	45
5.2.1 Análisis descriptivo de los resultados encontrados.....	45
5.2.2 Casos de éxito nacionales e internacionales	47
5.2.3 Priorización de las estrategias encontradas.....	53
5.3 Materialización de la hoja de ruta para las estrategias priorizadas	54
6. Conclusiones y recomendaciones.....	69
Referencias	70
Anexos.....	75

Lista de tablas

Tabla 1 Estrategias de economía circular que realiza la UPB, articuladas con sus R´s correspondientes	30
Tabla 2 Estrategias de economía circular que se realizan en la UPB, con su descripción, R´s, oportunidades de mejora y actividades a realizar si aplica	34
Tabla 3 Casos de éxito de estrategias de economía circular a nivel internacional.....	47
Tabla 4 Resultados de la matriz de priorización	53
Tabla 5 Hoja de ruta para la implementación de los “Jueves de Trueque”	54
Tabla 6 Hoja de ruta para la implementación de pacas biodigestoras Silva para la transformación de residuos orgánicos	56
Tabla 7 Hoja de ruta para la generación de ferias, eventos, campañas y jornadas de sensibilización en temas ambientales	58
Tabla 8 Hoja de ruta para la creación de aplicaciones que apoyen a la comunidad en temas ambientales.....	60
Tabla 9 Hoja de ruta para la sustitución de vasos de café desechables por vasos reutilizables	62
Tabla 10 Hoja de ruta para el reciclaje del poliestireno expandido (EPS) o icopor.....	64
Tabla 11 Hoja de ruta para el aprovechamiento de residuos de café para la generación de bioproductos como el bioetanol, biogás y biofertilizantes	66

Lista de figuras

Figura 1 Universidad Pontificia Bolivariana, sede Medellín.....	10
Figura 2 Relación entre las estrategias 3R y 9R	15
Figura 3 Tasa de aprovechamiento entre el 2012 y el 2021.....	18
Figura 4 Diagrama explicativo de los conceptos alrededor de las estrategias de economía circular en el Eco-Campus UPB para el fortalecimiento de la sostenibilidad.....	19
Figura 5 Metodología para la matriz de priorización.....	22
Figura 6 Flujos de entrada y salida de la Universidad Pontificia Bolivariana	24
Figura 7 Consumo de agua y energía entre el año 2018 y el primer semestre del 2024.....	26
Figura 8 Generación de Residuos Sólidos entre el año 2018 y el 2023.....	28
Figura 9 Porcentaje de residuos sólidos generados, de acuerdo con su clasificación, durante el año 2018 y el primer semestre del 2024.....	28
Figura 10 Manejo de residuos sólidos en la UPB	29
Figura 11 Distribución por año de las publicaciones seleccionadas	46
Figura 12 Diagrama de co-ocurrencia de palabras clave en Scopus	46
Figura 13 Cronograma del primer año para la implementación de los “Jueves de Trueque”.....	56
Figura 14 Cronograma del primer año para la implementación de pacas biodigestoras Silva para la transformación de residuos orgánicos	57
Figura 15 Cronograma del primer año para la generación de ferias, eventos, campañas y jornadas de sensibilización en temas ambientales	59
Figura 16 Cronograma del primer año para la generación de ferias, eventos, campañas y jornadas de sensibilización en temas ambientales	61
Figura 17 Cronograma del primer año para la sustitución de vasos de café desechables por vasos reutilizables	63
Figura 18 Cronograma del primer año para el reciclaje del EPS o icopor.....	66
Figura 19 Cronograma del primer año para el aprovechamiento de residuos de café para la generación de bioproductos como el bioetanol, biogás y biofertilizantes.....	68

Siglas, acrónimos y abreviaturas

AMVA	Área Metropolitana del Valle de Aburrá
CTI	Circular Transition Indicators
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DNP	Departamento Nacional de Planeación
EC	Economía Circular
EPS	Expanded Polystyrene/Poliestireno Expandido
FP	Factor de Ponderación
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GZW	Global Zero Waste
ICONTEC	Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación
ISO	Organización Internacional de Estandarización
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MINCIT	Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
PGIRS	Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos
PhD	Philosophiae Doctor
RAEE	Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos
RCD	Residuos de Construcción y Demolición
SGBC	Sistema de Gestión Basura Cero
STAR	Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales
UNAL	Universidad Nacional de Colombia
UPB	Universidad Pontificia Bolivariana
URJC	Universidad Rey Juan Carlos
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development

Resumen

En la actualidad, el consumo de los recursos naturales ha alcanzado niveles alarmantes, poniendo en riesgo el equilibrio del planeta y, por lo tanto, es necesario buscar alternativas que, a diferencia del modelo de producción y consumo lineal, protejan al medio ambiente, prevengan la contaminación y faciliten el camino hacia el desarrollo sostenible. Una de las alternativas más acogidas a nivel mundial es la EC, que promueve un flujo cíclico para la extracción, transformación, distribución, uso y recuperación de materiales y energía de productos y servicios, donde el valor de los recursos se mantiene el mayor tiempo posible, limitando el uso de materias primas y energía, evitando la generación de desechos. Este nuevo paradigma, se ha vuelto cada vez más relevante en diferentes ámbitos y, en respuesta a esta tendencia, la UPB ha realizado excepcionales esfuerzos hacia la sostenibilidad, como lo demuestran sus certificaciones como Carbono Neutro y Basura Cero en la Categoría Oro. En este contexto, el presente estudio busca documentar las estrategias de EC existentes y proponer nuevas, que permitan seguir fortaleciendo la sostenibilidad en el Eco-Campus UPB con el fin de continuar apropiando alternativas de aprovechamiento en las diferentes matrices ambientales, donde se encontró que algunas estrategias que se podrían integrar al sistema de gestión de la Universidad están relacionadas con el intercambio de prendas de vestir, la ampliación de la capacidad para gestionar los residuos de poda y tala, la sensibilización ambiental de la comunidad universitaria y el aprovechamiento de materiales que actualmente se destinan a disposición final.

Palabras clave: Economía circular, estrategias, recursos naturales, sostenibilidad.

Abstract

Currently, the consumption of natural resources has reached alarming levels, putting the planet's balance at risk and, therefore, it is necessary to seek alternatives that, unlike the linear production and consumption model, protect the environment, prevent pollution and facilitate the path towards sustainable development. One of the most popular alternatives worldwide is the circular economy, which promotes a cyclical flow for the extraction, transformation, distribution, use and recovery of materials and energy from products and services, where the value of resources is maintained for as long as possible, limiting the use of raw materials and energy and avoiding the generation of waste. This new paradigm has become increasingly relevant in different areas and, in response to this trend, UPB has made exceptional efforts towards sustainability, as evidenced by its certifications as Carbon Neutral and Zero Waste in the Gold Category. In this context, this paper seeks to document the existing circular economy strategies and propose new ones, which allow to continue reinforce sustainability in the UPB Eco-Campus in order to continue appropriating alternatives in the different environmental matrices, where the results show that some strategies that could be integrated into the management system of the University are related to the exchange of clothing, the expansion of the capacity to manage pruning and logging waste, the environmental awareness of the university community and the use of materials that are currently destined for final disposal.

Keywords: Circular economy, strategies, natural resources, sustainability.

1. Introducción

En los últimos años, la preocupación por el agotamiento de los recursos naturales, la biodiversidad y el cambio climático ha ido en aumento, lo cual es causado por varios factores, entre los cuales se encuentra el modelo de producción y consumo lineal establecido de “producir, consumir, desechar”, el cual busca el crecimiento económico continuo provocando consecuencias ambientales, las cuales han alcanzado niveles alarmantes que ponen en riesgo el equilibrio del planeta. (Almeida, M. et al., 2020; Andersen, M., 2007 & Prieto, V. et al., 2017). En este sentido, es de vital importancia transformar la economía lineal en una circular, la cual es una alternativa que ha tenido gran acogida a nivel mundial, pues proporciona las herramientas para abordar desafíos actuales como el cambio climático y la pérdida de biodiversidad. Este modelo no solo impulsa la prosperidad económica, la generación de empleo y la resiliencia, sino que también reduce significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), los residuos y la contaminación, a través de la implementación de flujos cíclicos para la extracción, transformación, distribución, uso y recuperación de materiales y energía de productos y servicios, logrando proteger el medio ambiente y contribuyendo al desarrollo sostenible (Ellen MacArthur Foundation, s.f. & Prieto, V. et al., 2017).

Por otro lado, la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB) es una Institución de educación superior privada creada por la Iglesia Católica en el año 1936; que cuenta con sedes en Bucaramanga, Montería, Palmira y Medellín, siendo esta última su sede central (Ver **Figura 1**), ubicada en el barrio Laureles. Es un referente de la capital antioqueña tanto por su área (237.807 metros cuadrados) como por sus instalaciones y por ser un importante pulmón verde de la ciudad (UPB, s.f.). En 1937, se fundó el Colegio de la UPB, como primaria y bachillerato masculino, y después inició el bachillerato y la primaria femenina. En la actualidad, es una institución privada de la Iglesia Católica, con sede en Medellín y Marinilla (UPB, s.f.).

Figura 1

Universidad Pontificia Bolivariana, sede Medellín.



Nota. Fuente: UPB (s.f.).

Desde hace unos años, la UPB ha reafirmado su compromiso con el medio ambiente, a través de una política de sostenibilidad y ambiental sólida, que busca proteger la naturaleza y prevenir la contaminación gestionando y minimizando los impactos que alteran el entorno (UPB, s.f.). Además, fue la primera universidad en Latinoamérica en certificarse como Carbono Neutro, y en 2020 logró la certificación Basura Cero en Categoría Plata, ascendiendo a la Categoría Oro en 2022, ambas certificaciones fueron otorgadas por el ICONTEC. Estos logros son resultado del equilibrio logrado entre las emisiones de carbono liberado y los procesos de reducción y mitigación, así como de un sistema de gestión eficiente que permite aprovechar cerca del 80% de los residuos generados a través de estrategias de reducción, reutilización, reciclaje y valorización (Territorios Sostenibles, 2020 & UPB, 2022). Además, la labor de la UPB es reconocida a nivel internacional, pues UI Green Metric World University Rankings la ubicó en el puesto 82 a nivel mundial, 15 en Latinoamérica, 8 en Colombia, y primer puesto en Antioquia (Olarte, S., 2022).

Sin duda, la Universidad ha hecho un trabajo excepcional orientado al desarrollo sostenible, consolidándose como un referente en la materia. Sin embargo, al recibir diariamente a miles de personas, tanto de la comunidad interna como externa, se genera inevitablemente una gran cantidad de residuos, por lo que la implementación de estrategias sostenibles ha representado una fuerte necesidad. Es por lo que, el presente estudio busca documentar las estrategias de EC implementadas y proponer nuevas, que fortalezcan la sostenibilidad en el Eco-Campus UPB. Estas acciones están

orientadas a reducir los residuos sólidos enviados a disposición final, optimizar el consumo de agua y energía, prevenir la contaminación, disminuir el consumo de agua y energía, prevenir la contaminación, disminuir los costos asociados a servicios de aseo, mitigar las emisiones de GEI, entre otros beneficios clave.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Proponer estrategias de economía circular que permitan el fortalecimiento de la sostenibilidad en el Eco-Campus de la Universidad Pontificia Bolivariana sede Medellín.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico del estado actual de economía circular en la Universidad, mediante una revisión de literatura y la recopilación de información primaria.
- Identificar nuevas estrategias de economía circular, basadas en las necesidades identificadas y en las oportunidades de mejora del sistema de gestión de la organización.
- Diseñar una hoja de ruta para la implementación de las nuevas estrategias.

3. Marco teórico

En un inicio, se creía que el sistema económico, social y ambiental eran sistemas independientes, hasta que se observó que la explotación excesiva de la naturaleza afectaba el desarrollo económico y social; pues las tierras dejaron de producir y las comunidades empezaron a padecer enfermedades producto de la contaminación (Prieto, V. et al., 2017). De esta forma, se fue cultivando el movimiento ambientalista, hasta que en los años sesenta se publicó el libro “La Primavera Silenciosa” de Rachel Carson, el cual puso en evidencia los impactos negativos que causaban las industrias al planeta, debido a la sobreexplotación de recursos, los monocultivos y el uso de sustancias tóxicas en el ambiente (Prieto, V. et al., 2017).

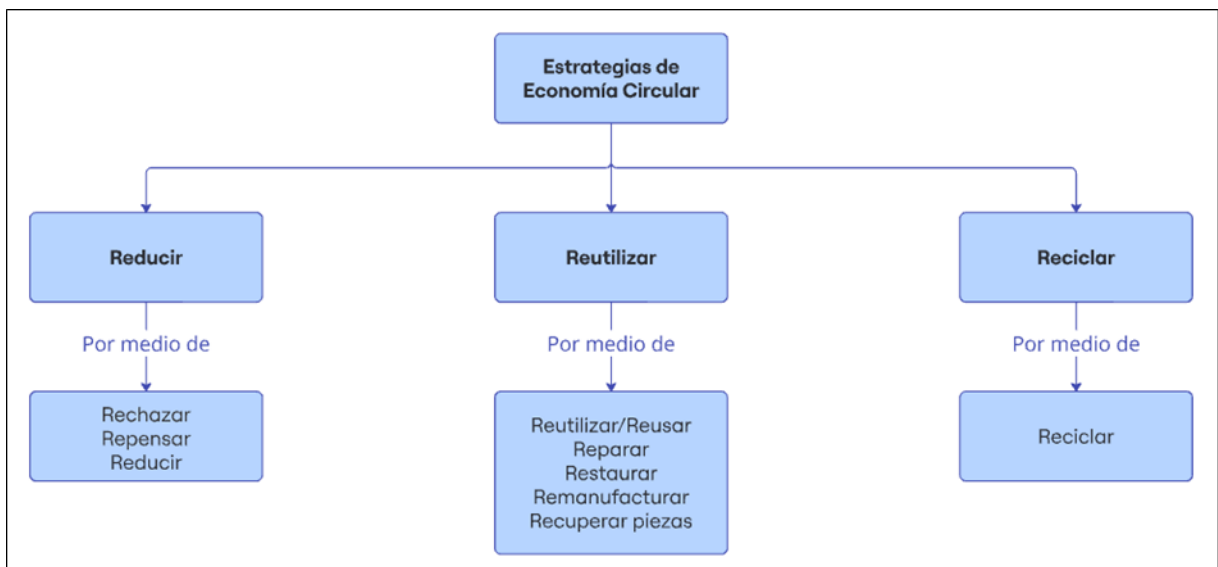
Poco después, en 1987, se obtuvo la primera definición de desarrollo sostenible en el Informe Brundtland como “la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (Naciones Unidas, s.f.), este concepto empezó a tomar cada vez más importancia con el paso de los años, pues este fue el punto de partida a nivel global, donde se empezó a buscar un equilibrio entre el desarrollo económico y el cuidado del medio ambiente, hasta que en 1990, Pierce y Turner formularon el término “economía circular” proponiendo un flujo económico cerrado (Prieto, V. et al., 2017), término que con el tiempo ha ido evolucionando y, aunque aún no hay un consenso sobre su definición exacta, la mayoría de las definiciones aceptadas indican que es un sistema económico de intercambio y producción restaurativo y regenerativo, que busca incrementar la eficacia en la utilización de materiales, agua y energía, lo que facilita la disminución de los impactos ambientales y, al mismo tiempo permite el bienestar de los individuos, donde el valor de los productos, los materiales y los recursos se mantienen durante el mayor tiempo posible, lo que limita el uso de materias primas y energía, evitando la generación de desechos, lo cual abarca una gran cantidad de acciones, las cuales pueden incluir la transición hacia materiales y energías renovables, la mejora de la eficiencia y el rendimiento de los productos, la extensión de la vida útil de los mismos, entre otros (Almeida, M. et al., 2020 & Ihobe, 2024). Este modelo se apoya en el principio de las 3 R: Reducir donde se previene el consumo de materiales y la generación de residuos; Reusar donde se extiende la vida útil de los recursos; y Reciclar donde se reincorporan los materiales al ciclo productivo, estas estrategias son aplicables a todo el ciclo de vida de los productos y en estrategias

de diseño sostenible, que además se articulan con las estrategias avanzadas 9R (Prieto, V. et al., 2017 & GZW, s.f.):

- Rechazar: Eliminar o sustituir un recurso.
- Repensar: Diseño con criterios sostenibles.
- Reducir: Disminuir el consumo.
- Reutilizar/Reusar: Extender vida útil.
- Reparar: Mantenimiento de algo en uso para la misma función.
- Restaurar: Adecuar un recurso antiguo.
- Remanufacturar: Rearmado o mejora de un producto.
- Recuperar: Uso de piezas en otro producto.
- Reciclar: Transformación.

Figura 2

Relación entre las estrategias 3R y 9R.



Nota. Adaptado de GZW (2024).

Actualmente, en el mundo se generan alrededor de 3.7 millones de toneladas de residuos sólidos diariamente que se disponen en cuerpos de agua, bosques, se entierran o incineran sin ningún tipo de control (Duran, D. F., & Salgado, D., 2018). En cuanto al aprovechamiento, el DNP afirmó que existen 167 sitios no autorizados, donde se dispone el 4% de los residuos generados en

Colombia anualmente, lo que representa 11.6 millones de toneladas, donde solo se aprovecha el 17% (Duran, D. F., & Salgado, D., 2018). Dado lo anterior, la EC ha tomado relevancia en diferentes ámbitos como el académico, económico, político y social, por lo que, se han realizado diferentes estudios con diversos enfoques. Almeida, M & Díaz, C. (2020), por ejemplo, adelantaron un estudio orientado al análisis de la perspectiva conceptual de la EC, su implantación, consecuencias, y contribuciones al desarrollo sostenible, donde encontraron que el éxito de este modelo económico se basa en la sensibilización de las partes interesadas, motivando su concienciación ambiental, además de que presenta numerosas oportunidades para las empresas, como nuevas líneas de negocio y servicios.

Por su parte, Durán, D.F. & Salgado D. (2018), realizaron un análisis socioambiental en tres municipios del departamento del Cauca: Mercaderes, el Bordo-Patía y la Sierra, y se formularon posibles estrategias orientadas a la EC, logrando el aprovechamiento, minimización y valorización de residuos generados en los municipios, donde se encontró que los residuos de mayor generación son los orgánicos y los plásticos, a los cuales se les puede dar un manejo relativamente sencillo para su reincorporación al ciclo económico.

En el distrito de Medellín, Jaramillo, B. (2023), observó que cerca del 50% de los residuos generados en la ciudad son orgánicos, por lo que propuso diferentes estrategias que se podrían implementar para reducir la cantidad de desechos que se envían a los vertederos, y de esta manera convertirlos en recursos aprovechables, tales como abono orgánico, biocombustibles o recuperación de energía.

La EC es un tema priorizado en la agenda de múltiples organizaciones, como la Ellen MacArthur Foundation que la ha posicionado como una forma potencial para que nuestra sociedad aumente la prosperidad, mientras que reduce la dependencia de las materias primas y la energía, elimina los residuos y la contaminación, hace circular los productos y materiales, y regenera la naturaleza (Almeida, M. et al, 2020 & Ellen MacArthur Foundation, s.f.). A su vez, varias naciones han expedido normas en el tema, por ejemplo, el Reino Unido expidió la norma BS 8000, la cual proporciona una guía centrada en el concepto y principios de la EC; la norma francesa AFNOR XP X30-901, por su parte, aborda los requisitos y directrices de los sistemas de gestión de proyectos

de EC (Almeida, M & Díaz, C., 2020). A nivel mundial, la ISO desarrolló la familia de normas 59000, que indican los lineamientos para que las entidades midan y evalúen su desempeño en materia de EC, (ISO, 2024 & Ortega, G., 2024). Por su parte, GZW desarrolló estándares de EC para alcanzar las metas de reducción y recirculación de materiales mediante el modelo Basura Cero conocido en el mundo. (GZW, s.f.).

Colombia posee una amplia normativa, pues posee una serie de leyes, políticas, decretos y resoluciones, tendientes a reglamentar la Gestión Integral de los Residuos Sólidos en Colombia. Inicialmente, en la Ley 2811 de 1974 “Código Nacional de los Recursos Naturales”, se consignaron los principios generales para la protección del Medio ambiente y el manejo de los recursos (Jaramillo, B., 2023). Después, en 1991, con la Constitución Política de Colombia, se tuvo un soporte fundamental para la legislación ambiental del país (Jaramillo, B., 2023). Poco después, se creó la Ley 99 de 1993, donde se crea el Ministerio del Medio Ambiente, y se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente (Duran, D. F., & Salgado, D., 2018).

En 1998, se estableció la Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos Sólidos, por el MADS, cuya última versión se publicó en 2016 con el CONPES 3874, y busca promover procesos de minimización, aprovechamiento, valorización, tratamiento, y disposición final controlada de los residuos sólidos (Jaramillo, B., 2023). Luego, se creó el PGIRS como una herramienta de planeación orientada a asegurar el adecuado manejo de los residuos sólidos dándole viabilidad y beneficios a los ciudadanos que se instauró inicialmente en el Decreto 1713 de 2002 (después fue derogado por el Decreto 2981 de 2013), y más adelante, se adoptó la metodología para la elaboración de dichos planes a través de la Resolución 1045 de 2003 (Jaramillo, B., 2023). También se cuenta con la Estrategia Nacional de Economía Circular que promueve la eficiencia en el uso de materiales, agua y energía, teniendo en cuenta la capacidad de recuperación de los ecosistemas y el uso circular de los flujos de materiales (MADS & MINCIT, 2019). Además de esto, el DANE genera periódicamente reportes de EC, lo que proporciona información oportuna y valiosa que permite el fortalecimiento de la política pública en esta materia, mediante la medición de 28 indicadores, categorizados en cuatro componentes: Demanda de activos ambientales y servicios ecosistémicos, Conservación o pérdida de valor de los materiales en el sistema

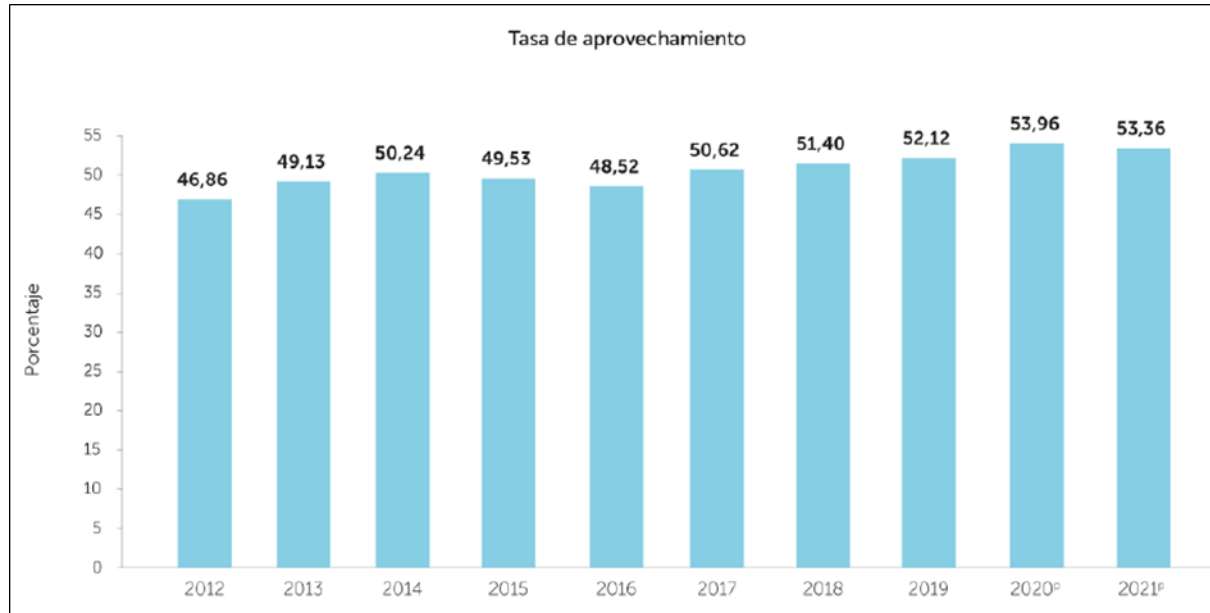
productivo, Presión en los ecosistemas por disposición de residuos y Factores que facilitan la EC (DANE, 2023).

Cabe resaltar que el aprovechamiento está relacionado con el componente del servicio público de aseo, el cual está regulado por la Ley 142 de 1994 y lo reglamenta el Decreto 605 de 1996, en lo que corresponde al manejo, transporte y disposición final de los residuos sólidos (Duran, D. F., & Salgado, D., 2018). Por otro lado, el Decreto 2981 de 2013 compilado por el Decreto 1077 de 2015, regula los aspectos con relación a la actividad de aprovechamiento de materiales reciclables (Jaramillo, B., 2023).

Respecto a los plásticos, Colombia lanzó el Pacto por los Plásticos, el cual busca impulsar el cambio hacia una EC para los plásticos, al trabajar para aumentar su tasa de reciclaje al 50 % y el contenido reciclado promedio de los envases de este material al 30 % (WWF, 2023). En este contexto, se publicó la Ley 2232 de 2022, que establece medidas tendientes a la reducción gradual de la producción y consumo de ciertos productos plásticos de un solo uso y se dictan otras disposiciones (ANLA, s.f.). Por otro lado, uno de los principales retos para la EC está relacionado con la separación en la fuente y la educación en el manejo de residuos en general, pues cuando los residuos se clasifican de manera inadecuada, los materiales con potencial de utilización se contaminan, provocando que sea costoso y riesgoso someterlos a procesos de aprovechamiento (Jaramillo, B., 2023). Es por esto que, el MADS expidió la Resolución 2184 del 2019, la cual establece un nuevo código de colores para la separación de residuos no peligrosos, donde el color blanco indica que se deben depositar los residuos aprovechables, en el negro los residuos no aprovechables y en el verde los residuos orgánicos aprovechables (Jaramillo, B., 2023).

Figura 3

Tasa de aprovechamiento entre el 2012 y el 2021.

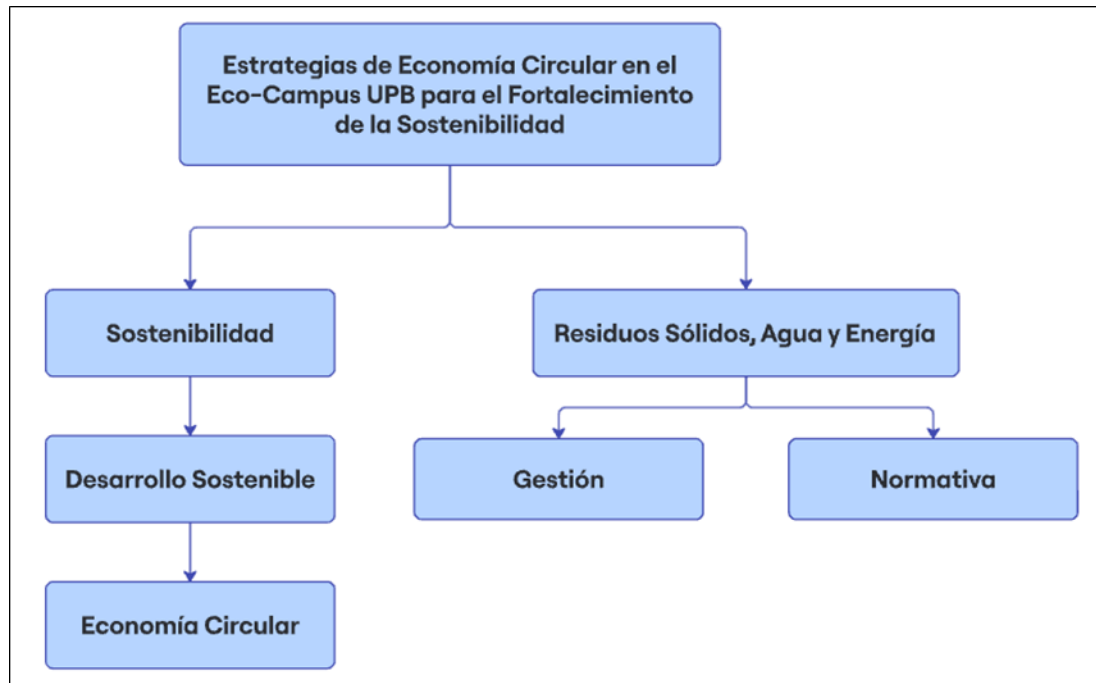


Nota. Fuente DANE (2023).

En los últimos años, los indicadores nacionales de EC han mostrado resultados positivos en materia de uso eficiente del agua, la energía y los recursos. Un ejemplo de ello es la tasa de aprovechamiento, que ha mostrado un comportamiento creciente (Ver **Figura 3**), alcanzando un 53,4% en 2021, equivalente a 16,2 millones de toneladas aprovechadas, principalmente a través de la cogeneración de energía y otros métodos (DANE, 2023). Aunque estas cifras son alentadoras, es fundamental continuar mejorando estos indicadores para acercarnos al desarrollo sostenible y lograr un equilibrio entre las actividades humanas y la salud del planeta.

Figura 4

Diagrama explicativo de los conceptos alrededor de las estrategias de EC en el Eco-Campus UPB para el fortalecimiento de la sostenibilidad.



4. Metodología

Para llevar a cabo este estudio, se estableció un enfoque metodológico que consta de las siguientes fases o etapas:

Fase I: Diagnóstico ambiental

En la primera fase, se llevó a cabo un levantamiento de información primaria, en donde se aplicó una entrevista a los actores claves de la Universidad (personal administrativo, operativo, estudiantes y directivos), con el fin de evaluar el conocimiento y aplicación de práctica de la EC. Adicionalmente, se realizó una visita para reconocer, analizar y evaluar los procesos actuales relacionados con el manejo de residuos, consumo de agua y energía, la identificación de los flujos de materiales críticos involucrados en los procesos y servicios de la Universidad. Durante esta etapa, se recopilaron y analizaron datos históricos relevantes, lo que permitió obtener una visión integral de las dinámicas existentes en torno a estas matrices, identificando puntos clave para su optimización. Finalmente, la información recopilada fue analizada a través de una matriz DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas), identificando los principales factores internos y externos que inciden en la implementación de la EC dentro del sistema de gestión organizacional.

De acuerdo con los resultados obtenidos del diagnóstico ambiental, se analizaron y evaluaron las estrategias de EC existentes en la Universidad, teniendo en cuenta la efectividad y alcance de la estrategia, la percepción de los operarios, la infraestructura y la capacidad actual para su ejecución y se identificaron las posibles oportunidades de mejora, al igual que se plantearon las acciones que pueden contribuir a mejorar estos procesos.

Fase II: Revisión de casos de éxito nacionales e internacionales

Durante esta segunda etapa, se realizó una revisión sistemática de la bibliografía en bases de datos especializadas, tanto científica como técnicas, relacionada con avances y tendencias de investigación sobre EC y casos de éxito nacionales e internacionales. Inicialmente se formularon preguntas de investigación con el fin de generar los términos de búsqueda y criterios de relevancia para una revisión precisa y completa. Es así como, se realizó la búsqueda en bases de datos como

Scopus, Sciendirect y Google Scholar, y se utilizaron las siguientes ecuaciones de búsqueda ("*Circular economy*" OR "*circularity*") AND ("*success stories*" OR "*case studies*" OR "*best practices*") AND ("*national*" OR "*international*"). Logrando así, inicialmente consolidar análisis de tendencias de publicaciones en un período de 10 años (desde el 2014 hasta 2024), además se utilizó la herramienta VOSviewer (versión 1.6.20) para evaluar la co-ocurrencia de las palabras clave en *Scopus*. Finalmente, con esta búsqueda se priorizaron aquellas publicaciones donde se identificaron estrategias claras para una posible implementación en la Universidad.

Además, se realizó una evaluación de las estrategias identificadas mediante una matriz de priorización, asignando puntuaciones a cada estrategia según cuatro criterios, cada uno con diferente ponderación: C1 - Nivel de circularidad (FP 40%), C2 - Nivel de relacionamiento (FP 25%), C3 - Factibilidad de implementación (FP 25%) y C4 - Impacto sobre la sostenibilidad (FP 10%) (Colombia Productiva, s.f.). Para cada criterio, se asigna un valor de 1 a 3 de acuerdo con los criterios presentados en la **Figura 5**. Luego, se suman las calificaciones de cada criterio y se multiplican por su respectivo factor de ponderación (FP), obteniendo así un puntaje total para cada oportunidad. Al organizar los puntajes de mayor a menor, se pueden identificar las estrategias con mayor potencial para la empresa, lo cual permite priorizar de manera objetiva las estrategias y servir como base para las decisiones de implementación.

Figura 5

Metodología para la matriz de priorización.



Nota. Adaptado de Colombia Productiva (s.f.).

Fase III: Formulación y creación de la hoja de ruta de las nuevas estrategias de EC identificadas

Finalmente, con base en los resultados obtenidos en la Fase II, se consolidaron las estrategias de EC con mayor potencial y prioridad de implementación en la Universidad, iniciando con el establecimiento de metas específicas y medibles alineadas a los propósitos de cada una de las estrategias. Con las estrategias estudiadas en detalle, se procedió a identificar las actividades y los recursos necesarios para su implementación, dentro de los que se destacan los humanos, definiendo roles y responsabilidades claras para su implementación; financieros, donde se abordan presupuestos y se identifican las fuentes de financiación internas y externas; y técnicas, donde se consolidan las herramientas, tecnologías y procesos requeridos para implementar de manera efectiva las estrategias. Finalmente, se consolida el cronograma de implementación donde se tiene presente la planeación, ejecución, seguimiento y evaluación. Y al mismo tiempo, se estructuran los indicadores de desempeños (métricas y herramientas de monitoreo).

5. Análisis de resultados

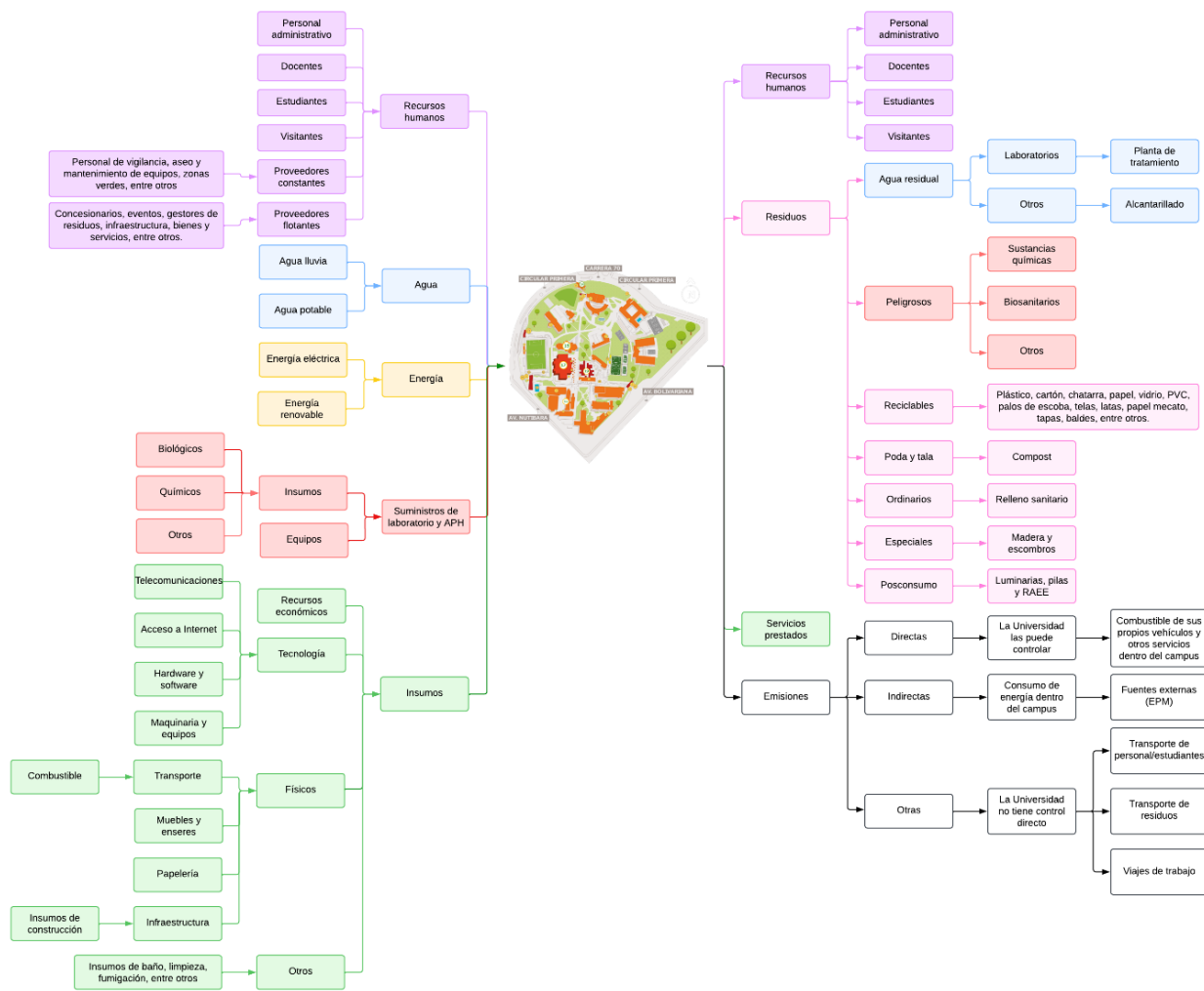
5.1 Diagnóstico ambiental

Para realizar el diagnóstico ambiental integral en la Universidad desde la perspectiva de la EC, es fundamental entender el contexto de la organización e identificar con precisión los diversos flujos que se generan en el Eco-Campus. Estos flujos incluyen entradas tales como recursos económicos, materiales, energía, insumos tecnológicos, entre otros, así como aspectos económicos y culturales que impulsan las actividades académicas y administrativas. Por otro lado, las salidas comprenden residuos sólidos, emisiones atmosféricas, aguas residuales, servicios, conocimiento transferido, entre otros (Ver **Figura 6**).

Identificar y analizar detalladamente estos flujos permite visualizar no solo el ciclo de vida de los recursos dentro de la Universidad, sino también los puntos críticos donde se pueden implementar estrategias para cerrar ciclos, reducir la generación de residuos y optimizar el uso de recursos. Este enfoque facilita la detección de oportunidades para recircular materiales, reutilizar recursos y minimizar impactos ambientales, contribuyendo a una gestión más eficiente y sostenible. Además, al priorizar estos flujos estratégicos, se fortalece la transición hacia un modelo universitario basado en principios de EC, donde se maximiza el valor de los recursos, se fomenta la innovación y se reduce la huella ambiental de la institución.

Figura 6

Flujos de entrada y salida de la Universidad Pontificia Bolivariana.



Además, se llevaron a cabo algunas entrevistas con actores clave dentro de la Universidad, incluyendo personal administrativo, operativo, estudiantes, docentes y directivos. Los resultados mostraron que la mayoría de estos actores tienen un nivel de conocimiento general sobre la EC, atribuido en gran medida a iniciativas de sensibilización promovidas por la propia Universidad, pero también a través de otros medios como las noticias y las redes sociales.

Es importante resaltar que muchos de los entrevistados aplican algunas prácticas relacionadas con la EC en su vida cotidiana, tales como la separación de residuos, la creación de botellas de amor, la reutilización de papel y la reutilización de ropa. No obstante, se evidenció una percepción limitada, donde algunas personas tienden a asociar la EC exclusivamente con el

reciclaje, sin considerar otros principios fundamentales como la reutilización, reparación, remanufactura y diseño sostenible.

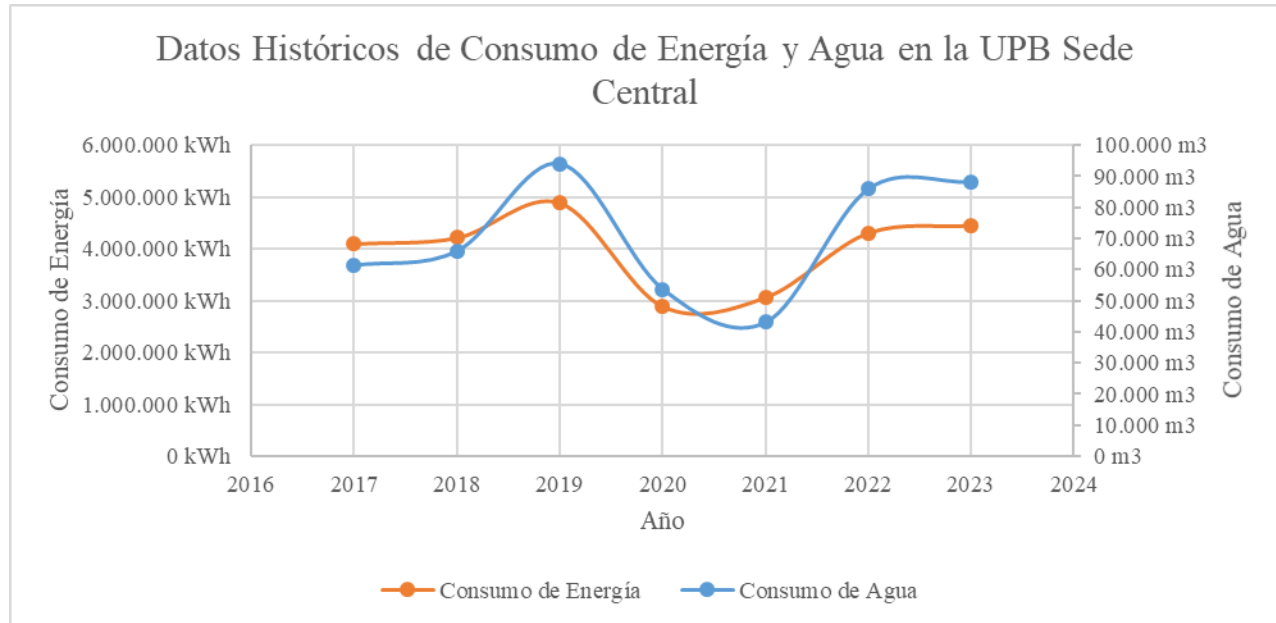
Por otro lado, se realizó un análisis de datos históricos sobre la generación de residuos sólidos, así como del consumo de agua y energía dentro de la Universidad. Este análisis mostró patrones importantes que permitieron identificar áreas críticas para la implementación de estrategias circulares. Estos hallazgos proporcionan una base sólida para el diseño de políticas y acciones que promuevan una transformación sistémica hacia un campus sostenible, alineado con los principios de la EC y con el compromiso de minimizar la huella ambiental de la institución. A continuación, se consolidan los resultados históricos por cada componente evaluado:

5.1.1 Consumo de agua y energía

De acuerdo con la documentación interna de la UPB, se encontraron los datos anuales de consumo de agua y energía en la Sede Central de la institución desde el 2017 hasta el 2023, los cuales arrojaron los resultados observados en la **Figura 7**, donde se encontró que, en promedio la Universidad consume $70.249 \frac{m^3}{año}$ y $3.985.128 \frac{kWh}{año}$ de agua y energía respectivamente. Cabe destacar que el comportamiento de las dos variables sigue un patrón similar, lo que indica que puede existir una relación directa entre ellas. Por otro lado, es notoria la drástica reducción en los valores de ambas variables durante los años 2020 y 2021, lo que se le puede atribuir a la emergencia sanitaria generada por la pandemia del COVID-19, mientras que para los años 2019, 2022 y 2023, se observan unos valores relativamente estables entre 85.837 y $93.913 \frac{m^3}{año}$ para el consumo de agua, y $4,31$ y $4,89 \frac{GWh}{año}$ para el consumo de energía.

Figura 7

Consumo de agua y energía entre el año 2018 y el 2023.



5.1.2 Generación de residuos sólidos

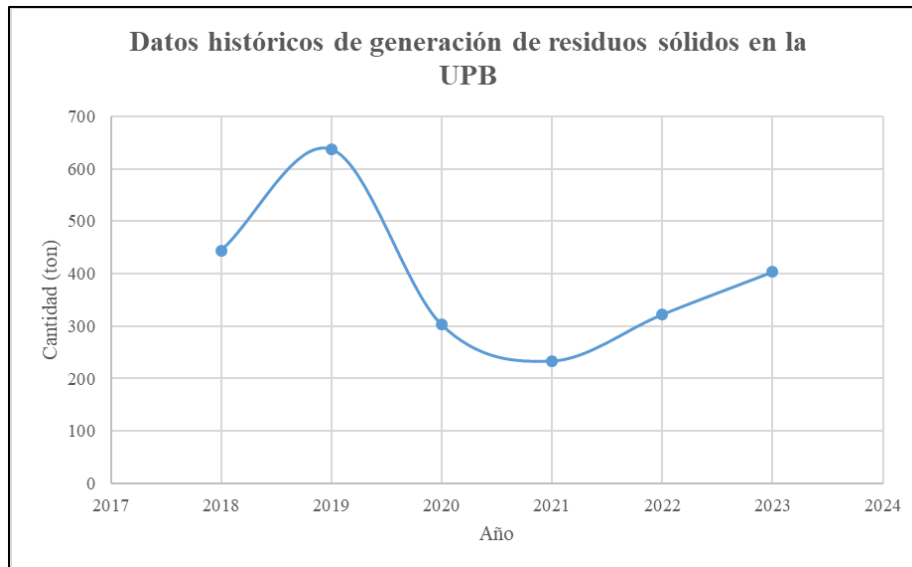
Diariamente, la UPB acoge a miles de personas, ya sean estudiantes, docentes, administrativos o visitantes, los cuales pueden generar una cantidad considerable de residuos. De acuerdo con los datos históricos, obtenidos a partir de la documentación interna del SGBC de la institución, se estima que cada año se producen en promedio 390,51 toneladas de desechos, lo que equivale a alrededor de 32 toneladas mensuales. Esta cifra se debe en gran medida a los numerosos eventos locales, nacionales e internacionales que se celebran en los diferentes espacios de la Universidad, tales como congresos, ferias, ceremonias, encuentros y exposiciones, los cuales atraen a una gran cantidad de asistentes y, en consecuencia, aumentan la generación de residuos. Además, la UPB cuenta con cerca de siete hectáreas de zona verde, lo que contribuye significativamente a la producción de residuos de poda y tala. A esto se le suman los RCD derivados de las remodelaciones y obras de construcción que se realizan al interior de la Universidad.

En la **Figura 8**, se observa la generación de residuos sólidos en la UPB en el periodo comprendido entre el 2018 y el 2023, donde se resalta la reducción en la generación en los años 2020 y 2021, causada principalmente por la emergencia sanitaria generada por la pandemia de COVID-19, la cual ha sido catalogada como la más profunda crisis sanitaria, económica y social

que haya vivido la humanidad en su historia reciente (MADS, 2022). En los años siguientes, se observa un crecimiento en la generación de residuos, sin embargo, gracias a las diferentes estrategias adoptadas por la entidad, existe una reducción de casi el 40% entre el 2019 y el 2023.

Figura 8

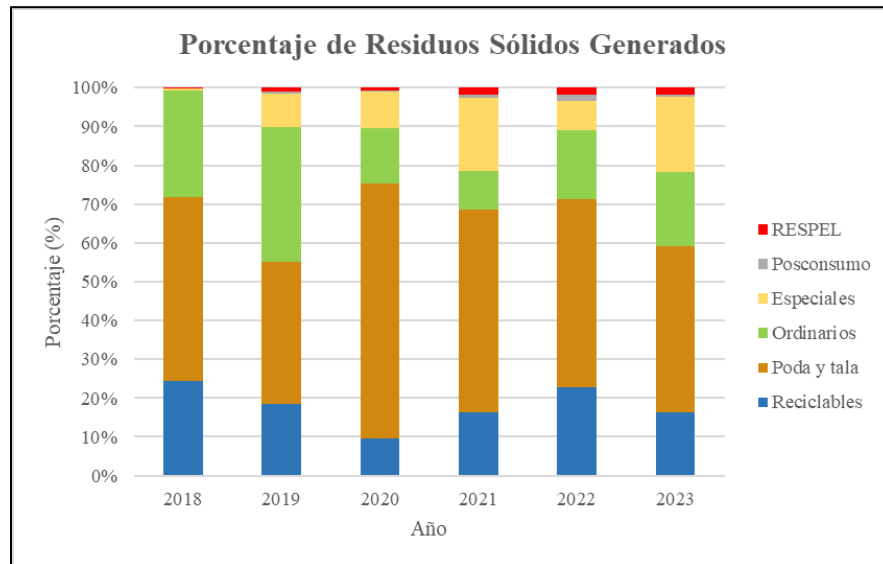
Generación de Residuos Sólidos entre el año 2018 y el 2023.



La Universidad realiza un control mensual de los tipos de residuos que genera, por lo cual, como se observa en la **Figura 9**, cerca del 50% de los residuos sólidos generados en la institución anualmente son residuos de poda y tala, seguido de los residuos ordinarios (20,3%), residuos reciclables (17,4%), residuos especiales (10,4%), residuos peligrosos (1,3%) y finalmente residuos posconsumo (0,7%).

Figura 9

Porcentaje de residuos sólidos generados, de acuerdo con su clasificación, durante el año 2018 y el 2023



En este contexto, la Universidad ha implementado diferentes estrategias con el fin de realizar un manejo adecuado de los residuos que se generan al interior de la institución, dependiendo de su clasificación y, de esta manera evitar al máximo la disposición final de los mismos, lo que le permitió recibir la certificación en categoría Oro del SGBC, por parte del ICONTEC. El siguiente diagrama ilustra el manejo que se le realiza a los residuos sólidos en la UPB.

Figura 10

Manejo de residuos sólidos en la UPB.

Disminución en la generación de residuos de Plásticos de un solo uso	✓	✓		
Fomentar las prácticas sostenibles, mediante la capacitación y ejecución de campañas y eventos de sensibilización	✓			
Entrega de refrigerios en los eventos empacados en materiales reciclables	✓			
Rediseño del sistema energético mediante paneles solares		✓		
Promoción de proyectos orientados hacia la movilidad sostenible		✓		
Implementación de prácticas de construcción sostenible		✓	✓	
Disminución en el consumo de energía, agua y refrigerantes, mediante la construcción del distrito frío		✓	✓	
Reducción de la contaminación hídrica por la instalación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (STAR)			✓	
Centralización de la compra de insumos químicos	✓		✓	
Disminución en la compra de materiales para las prácticas de fundición, haciendo uso de metales generados en la institución			✓	✓
Reducción de costos por la compactación de los residuos ordinarios			✓	
Implementación de tecnologías de iluminación LED y de sensores de movimiento		✓	✓	
Manejo de RAEE para su reutilización en la Universidad, en otras instituciones, venta con los			✓	✓ ✓

empleados o para el uso de sus partes en diferentes laboratorios				
Reúso de sillas ergonómicas y de estudio en buen estado.		✓		
Reutilización de recipientes de insumos de aseo	✓	✓		
Reutilización de bolsas plásticas		✓		
Reúso de papel mediante la impresión a dos caras	✓	✓		
Reparación y/o reutilización de tableros dañados		✓	✓	
Reúso de materiales para la realización de trabajos de la Escuela de Arquitectura y Diseño		✓		
Uso de agua lluvia para diferentes actividades al interior de la Universidad		✓		
Reutilización de materiales de construcción y demolición		✓		
Reparación de mobiliario actual y antiguos de la Universidad en la carpintería para su venta o donación			✓	✓
Aprovechamiento de los residuos orgánicos, principalmente de poda y tala, para la producción de compost				✓
Transformación de material publicitario (Lonas) en otros productos				✓
Descomposición de materia orgánica en el biodigestor				✓
Reciclaje de los residuos aprovechables, gracias al convenio con la Cooperativa RECIMED	✓			✓

Implementación de proyectos como la madera plástica		✓
Deshidratación de material orgánico, pues remueve humedad y facilita el proceso del compostaje		✓
Aprovechamiento de materia orgánica mediante la lombricultura		✓
Transformación de plástico flexible en madera plástica para construir viviendas, parques infantiles y mobiliario, a través del proyecto "Botellas de amor"		✓
Recuperación de sustancias químicas	✓	
Aprovechamiento de residuos a través de gestores autorizados		✓

Nota. Cada número tiene asociado una R de la siguiente manera: 1. Rechazar, 2. Repensar, 3. Reducir, 4. Reutilizar/Reusar, 5. Reparar, 6. Restaurar, 7. Remanufacturar, 8. Recuperar piezas, y 9. Reciclar.

Con la información recopilada, asociada con la EC en la UPB, se procedió a la construcción de una matriz DOFA (Ver **Anexo 1**), identificando los actores internos y externos que influyen en la ejecución e implementación de cada una de las estrategias en la Universidad, donde se identificaron cinco debilidades, cuatro oportunidades, 23 fortalezas y ocho amenazas, relacionadas con componentes económicos, sociales, ambientales, normativos y académicos.

5.1.4 Consolidación de las estrategias existentes

A continuación, se presenta una tabla con un análisis detallado de las estrategias de EC implementadas en la UPB. En ella, se incluye una descripción de cada estrategia, sus oportunidades de mejora y, cuando aplica, una lista de acciones o actividades propuestas para optimizar el rendimiento de cada una.

Tabla 2

Estrategias de EC que se realizan en la UPB, con su descripción, R's, oportunidades de mejora y actividades a realizar si aplica.

	PROYECTO COMPRAS SOSTENIBLES	INICIATIVA CERO PAPEL	SIEMBRA DE PRODUCTOS EN LA ECOHUERTA
DESCRIPCIÓN	<p>Esta iniciativa se está implementando en la institución desde el 2018, la cual consiste en incluir criterios ambientales al estudio de bienes y servicios que adquiere la Universidad, teniendo en cuenta su ciclo de vida. Además, con este proyecto se logró una importante reducción en el consumo de papel, al sustituir las toallas de papel de manos por secadores eléctricos.</p> <p>En 2019, se determinó que este proyecto permitió el ahorro, a nivel Multicampus, de 451.120 m3 de agua, 284.014 kJ de energía, evitó el envío de 3.64 t de residuos a los rellenos sanitarios y se conservaron 1.860 árboles.</p>	<p>Consiste en la sustitución de los documentos en físico por soportes y medios electrónicos, mediante el sistema IRIS y la adquisición del software de Gestión Documental "Mercurio".</p>	<p>Este proyecto inició en 2018 en el colegio de la UPB, donde se destinaron alrededor de 450 m2 para la siembra de diferentes cultivos, entre los cuales se encuentran varias especies de hortalizas, plantas aromáticas y plantas ornamentales. Actualmente, se tienen sembrados cultivos de pimentón, tomate cherry y cilantro.</p> <p>Una vez se recolecta la producción, se realiza un minimercado con la comunidad educativa, y el dinero recogido se invierte nuevamente en el proyecto (Colegio UPB, 2023).</p>
R'S	<p>Esta estrategia contribuye a Rechazar, en cuanto a la sustitución del uso de ciertos productos por otros más ecológicos, a Repensar pues se rediseñó el sistema de adquisición de bienes y servicios de la Universidad al incorporar criterios sostenibles, y a Reducir, pues ha permitido la disminución en la generación de residuos y en el consumo de agua y energía.</p>	<p>Esta iniciativa contribuye a Rechazar, pues se sustituyen los documentos físicos en papel por documentos electrónicos, y a Reducir, dado que la generación de residuos de papel en la Universidad ha disminuido</p>	<p>La EcoHuerta aporta Rechazar, al sustituir la compra de productos importados y/o con embalajes plásticos por productos orgánicos producidos por los estudiantes del colegio de la UPB</p>
POR MEJORAR	<ol style="list-style-type: none"> 1. No se tienen cifras actuales de los ahorros en agua, energía y desviación de los rellenos sanitarios. 2. En la actualidad, los bienes priorizados son las resmas de papel, papel higiénico, toallas de manos, computadores, marcadores recargables, tintas y luminarias. se puede hacer una valoración periódica de otros productos que se puedan incluir en este programa, como insumos de aseo, pilas, equipos ahorradores de agua y energía, y la compra de productos a proveedores certificados. 		<p>A pesar de que se han realizado esfuerzos para reactivar esta estrategia, en el momento se tienen pocos cultivos sembrados, y algunas zonas presentan maleza (Ver Anexo 2).</p>
ACTIVIDADES	<ol style="list-style-type: none"> 1. Llevar la trazabilidad de los impactos del proyecto sobre el consumo de agua y energía, y la generación de residuos en la Universidad, mediante la comparación de los análisis de ciclo de vida de los productos. 2. Llevar a cabo una revisión anual de los bienes y servicios que adquiere la Universidad, y evaluar la posibilidad de incluir nuevos productos al programa, bajo criterios económicos, técnicos y sostenibles. 		<p>Es fundamental llevar a cabo capacitaciones o jornadas de sensibilización para que la comunidad estudiantil se involucre más con el proyecto y reconozca los beneficios que ofrece la EcoHuerta.</p> <p>Por otro lado, desde el colegio se pueden generar estrategias como la creación de incentivos a grupos de estudiantes que contribuyan al proyecto.</p>

Tabla 2

Estrategias de EC que se realizan en la UPB, con su descripción, R´s a las que aplica, oportunidades de mejora y actividades a realizar si aplica (Continuación).

	DISMINUCIÓN EN LA GENERACIÓN DE PLÁSTICOS DE UN SOLO USO	FOMENTAR LA ADOPCIÓN DE PRÁCTICAS SOSTENIBLES	ENTREGA DE REFRIGERIOS EN LOS EVENTOS EN MATERIALES RECICLABLES
DESCRIPCIÓN	Desde el 2019, la Universidad ha optado por restringir el uso y comercialización de productos como el icopor, bolsas plásticas, papel film, cubiertos, platos y vasos desechables. Además, se promueve el uso de termos personales, gracias a la instalación de una serie de bebederos en puntos estratégicos. Actualmente, se cuenta con 12 bebederos, y cada uno lleva el registro de la cantidad de botellas plásticas evitadas (Ver Anexo 3). Además, dentro de los concesionarios se utilizan materiales de cartón o recipientes biodegradables.	En la Universidad, se realizan constantemente capacitaciones a sus empleados, y campañas y eventos para la sensibilización ambiental de la comunidad universitaria. Además, se realizan eventos relacionados con el manejo de residuos como: Expo Basura Cero, Semana por la sostenibilidad multicampus realizada del 21 al 29 de abril de 2023	En la Universidad se organizan numerosos eventos a nivel local, nacional e internacional, y en la mayoría de ellos se ofrece servicio de alimentación. Por ello, la Universidad solicita a las entidades encargadas de estos eventos que los recipientes utilizados para distribuir los alimentos sean elaborados con materiales reciclables, lo que favorece su aprovechamiento y reduce la cantidad de residuos destinados a disposición final.
R'S	Esta estrategia contribuye a Rechazar , el uso de los plásticos de un solo uso, mediante su sustitución por elementos reutilizables, y al mismo tiempo ayuda a Reducir la generación derivados de estos materiales.	Esta iniciativa contribuye a Rechazar , pues se instruye a la comunidad universitaria al fomentar prácticas como las compras sostenibles, al elegir productos menos contaminantes, el ahorro del agua y de la energía y la separación en la fuente.	Esta estrategia aporta a Rechazar los envases convencionales a base de materiales no aprovechables, al sustituirlos por envases de materiales reciclables o biodegradables, como el cartón y el vidrio.
POR MEJORAR	Concientizar tanto a empleados como estudiantes sobre la importancia de la disminución del uso de los plásticos de un solo uso y promover desde la Universidad el uso de bolsas, pitillos, vasos reutilizables o de materiales biodegradables	<ol style="list-style-type: none"> 1. Es necesario identificar los temas ambientales en los que la comunidad Universitaria necesita más refuerzo. 2. Planificar las campañas y eventos relacionados con temas ambientales, de tal forma que tengan periodicidad en el tiempo 	
ACTIVIDADES	Realizar jornadas de sensibilización y capacitación a estudiantes y empleados sobre los impactos de los plásticos de un solo uso en el medio ambiente, y las prácticas que se deben adoptar para reducir el uso de estos materiales.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Con base en los temas identificados, generar una programación de capacitaciones con las temáticas a tratar, objetivos y evaluaciones para verificar el entendimiento del público objetivo. 2. Anualmente definir los eventos ambientales que se van a realizar, al igual que definir presupuesto para decoración, invitados especiales, difusión y promoción del evento, actividades lúdicas a realizar, entre otros. 	

Tabla 2

Estrategias de EC que se realizan en la UPB, con su descripción, R's a las que aplica, oportunidades de mejora y actividades a realizar si aplica (Continuación).

	REDISEÑO DEL SISTEMA ENERGÉTICO MEDIANTE PANELES SOLARES	PROMOCIÓN DE PROYECTOS HACIA LA MOVILIDAD SOSTENIBLE	IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS HACIA LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE
DESCRIPCIÓN	<p>La Universidad cuenta con un sistema de generación de energía a partir de paneles solares, con el objetivo de contribuir a los programas de gestión eficiente de energía y aumentar el porcentaje de energía eléctrica producida por fuentes renovables.</p> <p>Actualmente, la energía solar aporta un 4% del consumo del Ecocampus, lo que representa el consumo de cerca de 90 casas durante un año, y una reducción de emisiones de CO2 equivalente al que capturarían 2136 árboles durante un año.</p>	<p>En la UPB se promueve la movilidad eléctrica como: disponibilidad de puntos de carga gratuitos y parqueadero gratis, contribuyendo así a la reducción de emisiones de CO2. Además, dentro de la Universidad se cuenta con parqueaderos de bicicletas como una alternativa de transporte que no solo aporta al medio ambiente, sino también a la salud. También, la Universidad cuenta con proyectos como el Plan de movilidad sostenible, Prácticas de trabajo flexible y Campañas para promover la movilidad activa.</p>	<p>La Universidad está constantemente buscando mejorar sus instalaciones, incorporando criterios sostenibles al hacerlo, un ejemplo de esto es la Ecovilla, pues en convenio con Ecopetrol se realizó su construcción, y representa un laboratorio vivo de aprovechamiento energético que cuenta con un sistema de generación de energía eléctrica a partir de paneles solares, biodigestores caseros y baterías, para garantizar su autonomía energética. Además, se tendrá un tanque de almacenamiento de agua lluvia para el riego automatizado de las plantas (UPB, 2017).</p>
R'S	<p>Esta estrategia contribuye a Repensar el sistema energético de la Universidad al incorporar energías renovables, como la energía fotovoltaica, en su matriz energética.</p>	<p>Esta iniciativa contribuye a Repensar la forma en la que los trabajadores y estudiantes se movilizan por la ciudad, lo que a su vez aporta a Reducir la huella de carbono de la Universidad, es decir, las emisiones de CO2 a la atmósfera.</p>	<p>Esta estrategia contribuye a Rechazar las prácticas y materiales convencionales de construcción con alto impacto ambiental, sustituyéndolos por opciones más sostenibles. Además, promueve la integración de aspectos ambientales en el diseño de las edificaciones, como el uso de materiales menos contaminantes, la incorporación de energías renovables y la eficiencia en el consumo de agua y energía.</p>
POR MEJORAR	<p>Evaluar la posibilidad de incrementar el porcentaje de energía eléctrica producida por fuentes renovables en la Universidad.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fomentar el uso de formas de movilización con bajas o nulas emisiones. 2. Fomentar diferentes prácticas de movilidad sostenible. 	
ACTIVIDADES	<p>Realizar una evaluación económica para la adquisición de más paneles solares, y definir la ubicación más apropiada para los mismos.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar "días sin emisiones" en la Universidad periódicamente para fomentar el uso de otras formas de movilización como la eléctrica, bicicletas, transporte público, entre otros. 2. Realizar campañas para promocionar prácticas como el uso del transporte compartido, el uso del Sistema de Bicicletas Públicas, entre otros. 	

Tabla 2

Estrategias de EC que se realizan en la UPB, con su descripción, R's a las que aplica, oportunidades de mejora y actividades a realizar si aplica (Continuación).

	CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO FRÍO	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	CENTRALIZACIÓN DE LA COMPRA DE INSUMOS QUÍMICOS
DESCRIPCIÓN	La Universidad cuenta con un sistema de distrito de enfriamiento en operación desde 2018, con una capacidad de 455 TR. Este sistema está compuesto por dos enfriadores por compresión que utilizan R134a como refrigerante, y distribuye refrigeración a diversos bloques del campus. La implementación de esta estrategia ha contribuido a la reducción de las emisiones de CO2, así como al ahorro en el consumo de energía, agua y refrigerantes. Cabe destacar que estos refrigerantes poseen un alto potencial de calentamiento global y una considerable permanencia en la atmósfera. (Espinel, J. & Palencia, N., 2019).	Desde el 2019 la Universidad tiene en funcionamiento un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales No Domésticas (Ver Anexo 4), donde se realiza un tratamiento físico-químico a las aguas residuales provenientes de los laboratorios del bloque de ingeniería (Bloque 11B) para cumplir con los límites máximos permisibles en vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas (ARNd), establecidos en la Resolución 0631 de 2015.	En la Universidad, se centralizó la compra de insumos químicos para optimizar su uso y reducir la generación de residuos innecesarios. Además, se están llevando a cabo proyectos para la recuperación de solventes y se están evaluando los impactos ambientales de dicho insumos, con el objetivo de disminuir la generación de RESPEL o de utilizar productos menos contaminantes.
R'S	Esta estrategia contribuye a Repensar el sistema de enfriamiento de la Universidad, al sustituir los aires acondicionados convencionales en los bloques 2 (Aula Magna), 3 (Bloque Rectoral), 10 (Arquitectura), 11 (Forum), 11C (ingenierías) y 12 (Derecho), por un distrito frío, con lo cual se aporta a Reducir el consumo de agua, energía y refrigerantes.	Esta iniciativa aporta a Reducir la concentración de contaminantes en las aguas residuales no domésticas, en concordancia con la normatividad vigente en materia de vertimientos.	Esta estrategia busca Rechazar aquellos insumos químicos con alto potencial de contaminación, reemplazándolos por otros menos perjudiciales, lo que a su vez contribuye a Reducir los residuos peligrosos generados por la Universidad.
POR MEJORAR	Es fundamental llevar un seguimiento del consumo de agua y energía en el distrito frío para identificar posibles fugas o fallas en el sistema, y así tomar las medidas correctivas necesarias para resolver cualquier problema.		
ACTIVIDADES	Llevar el seguimiento en el consumo de agua y energía en el distrito frío de la Universidad.		

Tabla 2

Estrategias de EC que se realizan en la UPB, con su descripción, R's a las que aplica, oportunidades de mejora y actividades a realizar si aplica (Continuación).

	REUTILIZACIÓN DE METALES PARA LAS PRÁCTICAS DE FUNDICIÓN	COMPACTACIÓN DE LOS RESIDUOS ORDINARIOS	IMPLEMENTACIÓN DE ILUMINACIÓN LED Y SENSORES DE MOVIMIENTO
DESCRIPCIÓN	Algunos metales generados al interior de la Universidad son fundidos en las prácticas de fundición, lo que evita la compra de materiales para este mismo fin.	La Universidad dispone de una compactadora que reduce el volumen de los residuos enviados a disposición final. Dado que la empresa encargada de la recolección realiza la facturación en función del volumen, esta medida contribuye a disminuir los costos asociados a la disposición final de los residuos ordinarios.	La institución ha optado por mejorar su eficiencia energética mediante la sustitución de las luminarias tradicionales por tecnología LED, lo que contribuye al ahorro de energía y ofrece una mayor durabilidad. Además, en varios bloques se han instalado sensores de movimiento, lo que permite reducir el consumo innecesario de energía.
R'S	Esta estrategia contribuye a Reutilizar los metales generados en la Universidad, lo que aporta a Reducir la compra de estos materiales para el mismo propósito.	Esta iniciativa aporta a Reducir el volumen de residuos destinados a la disposición final por parte de la empresa prestadora de servicios públicos, lo que a su vez disminuye los costos asociados a este servicio.	Esta estrategia contribuye a Repensar el sistema de iluminación de la Universidad, al sustituir las lámparas fluorescentes por iluminación LED, y al instalar sensores de movimiento, con lo cual se Reduce el consumo de energía, y en consecuencia, los costos del servicio eléctrico.
POR MEJORAR			Si bien estos sistemas están instalados en varios bloques de la Universidad, aún no se tiene una cobertura total de la misma.
ACTIVIDADES			Evaluar la viabilidad económica y práctica de expandir la iluminación LED y de instalar sensores de movimiento en los diferentes espacios de la Universidad para lograr mayores reducciones en el consumo de energía.

Tabla 2

Estrategias de EC que se realizan en la UPB, con su descripción, R's a las que aplica, oportunidades de mejora y actividades a realizar si aplica (Continuación).

	MANEJO DE RAEE PARA SU REUTILIZACIÓN O VENTA	REÚSO DE SILLAS ERGONÓMICAS Y DE ESTUDIO EN BUEN ESTADO	REUTILIZACIÓN DE RECIPIENTES DE INSUMOS DE ASEO
DESCRIPCIÓN	<p>Los RAEE se transportan a la Unidad de Activos Fijos, donde se analizan las condiciones de estos residuos, y se determina la viabilidad de extender su ciclo de vida dentro de la institución, en instituciones externas a modo de donaciones, o mediante la venta a los empleados de la Universidad.</p> <p>En el caso en que se determina que los RAEE recolectados no pueden ser reutilizados, se seleccionan las piezas que se pueden usar para fines académicos o en proyectos de investigación, y el material restante se entrega al gestor Lito, el cual se encarga de la recolección, tratamiento y/o disposición final de ellos, de acuerdo con la normatividad vigente.</p>	<p>La Universidad analiza el estado de las sillas ergonómicas y de estudio, para evaluar la posibilidad de reutilizarlas, ya sea dentro de la institución o en instituciones externas, como colegios y fundaciones, a modo de donaciones.</p>	<p>Los recipientes de insumos de aseo se reutilizan al terminar su contenido para disponer en ellos residuos peligrosos líquidos generados en las prácticas de laboratorio de la Universidad, lo que contribuye a la disminución de la compra de recipientes para esta misma finalidad.</p>
R'S	<p>Esta estrategia contribuye a Reutilizar los RAEE generados en la Universidad, a la Remanufactura de estos mediante su adecuación para ventas internas con los empleados, y a la Recuperación de piezas, mediante el uso de estas en principalmente en el Laboratorio de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Laboratorio de Ciencias Básicas, y el Laboratorio de Materiales.</p>	<p>Esta iniciativa aporta a Reutilizar sillas ergonómicas y de estudio.</p>	<p>Esta estrategia contribuye a Reutilizar los recipientes de insumos de aseo vacíos para contener residuos peligrosos líquidos, con lo cual se Reduce la compra de recipientes para este propósito.</p>
POR MEJORAR			
ACTIVIDADES			

Tabla 2

Estrategias de EC que se realizan en la UPB, con su descripción, R's a las que aplica, oportunidades de mejora y actividades a realizar si aplica (Continuación).

	REUTILIZACIÓN DE BOLSAS PLÁSTICAS	REÚSO DE PAPEL MEDIANTE LA IMPRESIÓN A DOS CARAS	REUTILIZACIÓN DE TABLEROS QUE TERMINARON SU VIDA ÚTIL
DESCRIPCIÓN	Esta estrategia consiste en reutilizar las bolsas plásticas de los recipientes de residuos no peligrosos, pues en varias ocasiones estas quedan limpias después de disponer sus residuos en contenedores más grandes para ser transportados hacia los puntos intermedios y acopio central de la Universidad.	En las oficinas y áreas administrativas, se promueve la reutilización del papel que en su momento se usó únicamente en una sola cara, lo que contribuye a la disminución del consumo de papel.	Con esta estrategia, se busca extender la vida útil de los tableros, mediante su adecuación para posteriormente, usarlos dentro de la Universidad o donarlos a otras instituciones para que cumplan la misma función. En el caso de que los tableros no se puedan recuperar, se usan como material para construir camas de compostaje.
R'S	Esta estrategia contribuye a Reutilizar , en la medida de lo posible, las bolsas plásticas de los residuos no peligrosos, con lo cual se Reduce el consumo de bolsas plásticas en la Universidad.	Esta iniciativa tiene como objetivo Reutilizar el papel con una cara limpia en las actividades administrativas de la Universidad, lo que contribuye a Reducir el uso de hojas nuevas, y a minimizar la generación de residuos de papel.	Esta estrategia contribuye a Reutilizar los tableros que terminaron su vida útil como material para las camas de compostaje. Además, mediante su Reparación se pueden usar dentro de la Universidad o en otras instituciones como colegios y fundaciones.
POR MEJORAR	En ocasiones, el personal de Servicios Generales, que está en contacto constante y directo con los residuos, no verifica el potencial de reutilización de las bolsas plásticas y procede a desecharlas junto con los residuos.		
ACTIVIDADES	Es necesario generar conciencia en los empleados de la Universidad, mediante capacitaciones periódicas, para que evidencien la importancia de esta práctica dentro de la circularidad de la institución.		

Tabla 2

Estrategias de EC que se realizan en la UPB, con su descripción, R's a las que aplica, oportunidades de mejora y actividades a realizar si aplica (Continuación).

	REÚSO DE MATERIALES EN TRABAJOS DE LA ESCUELA DE ARQUIDISEÑO	USO DE AGUA LLUVIA PARA DIFERENTES ACTIVIDADES	REUTILIZACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN
DESCRIPCIÓN	Los estudiantes de la Escuela de Arquitectura y Diseño deben realizar entregas semestralmente, las cuales consumen una cantidad considerable de tela, cartón, plástico, entre otros. Por lo cual, los estudiantes de manera voluntaria optan por reutilizar varios de los materiales sobrantes de cada entrega, contribuyendo a la disminución en el consumo de dichos materiales (Ver Anexo 5).	La Universidad cuenta con siete tanques de almacenamiento de agua lluvia distribuidos en los bloques 18 (cuatro tanques), 12 (un tanque), 10 (un tanque) y 3 (un tanque). Esta agua se utiliza principalmente para el riego de las zonas verdes de la institución, y el lavado de parqueaderos. En cierto momento se utilizó en los sistemas sanitarios, sin embargo, se tuvo que suspender, debido a que el agua presentaba turbidez, lo que genera incomodidad en los usuarios.	Los adoquines resultantes de los procesos de demolición en la Universidad son reutilizados en procesos de construcción dentro del campus universitario.
R'S	Esta estrategia contribuye a Reducir en la medida de lo posible el consumo de materiales nuevos para la creación o construcción de los trabajos finales de los estudiantes de la escuela de Arquitectura y Diseño, mediante la Reutilización de los materiales de entregas pasadas.	Esta iniciativa tiene como objetivo Reutilizar un porcentaje del agua lluvia que cae dentro de la Universidad para la realización de diferentes actividades, y de esta manera Reducir el consumo de agua potable.	Esta estrategia contribuye a Reutilizar los tableros que terminaron su vida útil como material para las camas de compostaje. Además, mediante su Reparación se pueden usar dentro de la Universidad o en otras instituciones como colegios y fundaciones.
POR MEJORAR	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aunque algunos estudiantes son conscientes de la importancia de reducir el consumo de recursos, no todos reutilizan los materiales. Y en aquellos casos en los que lo hacen, solo una pequeña parte de la entrega final se realiza con materiales reutilizados. 2. La escuela de arquidiseño no cuenta casi con materias o cursos relacionados con sostenibilidad o economía circular. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Buscar y evaluar otros usos para el agua lluvia recolectada 	<p>El gestor de RCD con el que contaba la Universidad ya no se encuentra en operación, por lo que los residuos de este tipo generados, son transportados a una escombrera.</p>
ACTIVIDADES	<ol style="list-style-type: none"> 1. Es necesario generar conciencia en los estudiantes de arquitectura y diseño, pues cada semestre generan una gran cantidad de residuos. 2. Evaluar la posibilidad de crear un centro de reutilización, donde los estudiantes puedan donar los materiales que ya no necesiten, y otros puedan reutilizarlos en sus entregas. 3. Evaluar la posibilidad de incluir en el plan de estudios alguna materia sobre sostenibilidad o economía circular. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Para reutilizar el agua de lluvia en los sistemas sanitarios, se podría evaluar la viabilidad económica de adquirir filtros para eliminar la turbidez o, si esta se debe a sólidos suspendidos, considerar la instalación de un tanque de sedimentación. 2. Considerar el uso de agua lluvia en actividades como en el lavado de vehículos y piscinas, en las fuentes de la Universidad y en el riego de cultivos. 	<p>Evaluar la posibilidad de adquirir una trituradora para devolver los RCD como materia prima</p>

Tabla 2

Estrategias de EC que se realizan en la UPB, con su descripción, R's a las que aplica, oportunidades de mejora y actividades a realizar si aplica (Continuación).

	REPARACIÓN DE MOBILIARIO PARA SU USO, VENTA O DONACIÓN	PRODUCCIÓN DE COMPOST A PARTIR DE RESIDUOS DE PODA Y TALA	TRANSFORMACIÓN DE MATERIAL PUBLICITARIO EN OTROS PRODUCTOS
DESCRIPCIÓN	<p>El mobiliario en mal estado se transporta a la carpintería de la Universidad, donde se realiza la reparación o restauración de mobiliario moderno o antiguo, y se determina la viabilidad de extender su ciclo de vida dentro de la institución, en instituciones externas a modo de donaciones, o mediante la venta a los empleados de la Universidad.</p> <p>Los principales productos vendidos o donados son sillas y escritorios.</p>	<p>En la actualidad, la Universidad cuenta con 22 camas de compostaje, en las cuales se deposita el material orgánico triturado procedente de residuos de poda y tala generados dentro de la institución, aserrín, agua, y en ocasiones cáscaras de frutas y vegetales, donde se controlan parámetros como la humedad, pH, densidad y temperatura, para finalmente, obtener como producto el compost, el cual se utiliza como biofertilizante y acondicionador de suelos en las zonas verdes de la institución (Ver Anexo 6).</p>	<p>El material publicitario de la Universidad (lonas), se recolecta, se selecciona y se entrega un gestor externo, para elaborar a partir de allí productos como bolsas de mercado y cartucheras.</p>
R'S	<p>Esta estrategia contribuye a la Reparación y Restauración de mobiliario moderno y antiguo de la Universidad, Y a la Remanufactura de estos mediante su adecuación para ventas internas con los empleados.</p>	<p>Esta iniciativa tiene como objetivo Reciclar los nutrientes provenientes de los residuos de poda y tala generados en la Universidad, mediante la producción de compost para acondicionar las zonas verdes de la Universidad</p>	<p>Esta estrategia contribuye a Reciclar las lonas publicitarias que cumplieron su vida útil, mediante su transformación en otros productos.</p>
POR MEJORAR		<p>En ocasiones los residuos de poda y tala generados al interior de la Universidad sobrepasa la capacidad de carga de las composteras, por lo que se hace necesario transportarlo a la empresa Eociclo para su aprovechamiento</p>	
ACTIVIDADES		<p>Evaluar la posibilidad de construir más camas de compostaje, y/o la implementación de nuevas estrategias para el aprovechamiento de residuos orgánicos en la Universidad</p>	

Tabla 2

Estrategias de EC que se realizan en la UPB, con su descripción, R's a las que aplica, oportunidades de mejora y actividades a realizar si aplica (Continuación).

	DESCOMPOSICIÓN DE MATERIA ORGÁNICA EN EL BIODIGESTOR	RECICLAJE DE LOS RESIDUOS APROVECHABLES - CONVENIO RECIMED	IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS COMO LA MADERA PLÁSTICA
DESCRIPCIÓN	Producción de biogás, a partir del material orgánico producido al interior de la Universidad, mediante su descomposición en el biodigestor (Ver Anexo 7). Además, el material residual se puede utilizar como biofertilizante para las zonas verdes de la institución.	Los residuos sólidos generados en la Universidad, son transportados según su tipo al acopio central, donde los operarios de la Cooperativa RECIMED, realiza una separación minuciosa, para recuperar la mayor cantidad posible de material aprovechable, para proceder con su comercialización a otras empresas, lo que disminuye la cantidad de residuos que son enviados al relleno sanitario, además con la venta de los materiales recolectados se les paga a los operarios de la cooperativa. Los materiales aprovechables que se generan en la Universidad son principalmente vidrio, PET, PVC, aluminio, chatarra, periódico, cartón corrugado, cartón plega, archivo, palos de madera, tapas, vasos de papel, papel mecato, entre otros (Ver Anexo 8).	Este proyecto consiste en la fundición y moldeamiento de materiales poliméricos reciclados (bolsas de recolección de banana, cubuya de las bananeras, botellas, entre otros), generando diferentes piezas aptas para la construcción civil como estacones para zonas rurales, casas prefabricadas, senderos, tapas de alcantarillado, estibas para almacenamiento, elementos inmobiliarios, entre otros (UPB, 2018).
R'S	Esta estrategia contribuye al Reciclaje , pues se transforma el material orgánico en biogás, y además sus residuos poseen nutrientes que se pueden aprovechar en las zonas verdes de la institución.	Esta iniciativa tiene como objetivo aportar al Reciclaje de los materiales con potencial de aprovechamiento que se generan en la Universidad.	Esta estrategia aporta al Reciclaje del plástico para generar diferentes piezas de construcción.
POR MEJORAR	En la actualidad, la Universidad cuenta con dos biodigestores: un biorreactor CSTR (tanque agitado con control de temperatura) de 150 L; y un biodigestor tipo PFR (flujo tapón) de la empresa israelí HomeBiogas con capacidad de 600 L. Sin embargo, el primero solo es utilizado con fines académicos para el Grupo de Investigación en Transmisión y Distribución de energía, y el segundo no genera una cantidad de biogás representativa.		
ACTIVIDADES	Evaluar la posibilidad de incrementar la producción de biogás a partir de residuos orgánicos haciendo un proyecto piloto con algún establecimiento interno de la Universidad que genere residuos orgánicos para su aprovechamiento, y requiera del biogás para la cocción de los alimentos.		

Tabla 2

Estrategias de EC que se realizan en la UPB, con su descripción, R's a las que aplica, oportunidades de mejora y actividades a realizar si aplica (Continuación).

	DESHIDRATACIÓN DE MATERIAL ORGÁNICO	LOMBRICULTURA PARA APROVECHAR MATERIA ORGÁNICA	TRANSFORMACIÓN DE PLÁSTICO MEDIANTE "BOTELLAS DE AMOR"
DESCRIPCIÓN	El compostaje de la UPB, se compone principalmente del material orgánico proveniente de los residuos de poda y tala de las zonas verdes de la Universidad. Sin embargo, en ocasiones se agregan cáscaras de frutas y vegetales, las cuales poseen un porcentaje de humedad considerable, que puede generar lixiviados, malos olores, proliferación de vectores y plagas, por lo cual, se construyó un deshidratador solar para eliminar el contenido de agua presente en estos residuos orgánicos, y posteriormente integrarlos al proceso de compostaje.	En el 2013, desde el área de Ciencias Naturales del Colegio de la UPB, se plantearon varios proyectos ambientales, dentro de los cuales se encontraba el aprovechamiento de la materia orgánica producida por el colegio mediante un lombricultivo para producir abono orgánico (lombrifertilizante), para esparcir por las zonas verdes de la Universidad (Castillo, G., 2015).	La Universidad es aliada de la estrategia Nutresa Retoma, donde generan madera plástica a partir de plástico flexible, como el papel metalizado o envolturas de alimentos, que es introducido en botellas plásticas (Ver Anexo 10), con lo cual se construyen parques infantiles.
R'S	Esta estrategia contribuye al Reciclaje , pues aporta a la remoción de la humedad en los residuos orgánicos para su posterior transformación en las composteras.	Esta estrategia aporta al Reciclaje , pues las lombrices, al degradar la materia orgánica, producen humus, el cual es considerado el mejor abono orgánico del planeta, pues atrapa los nutrientes y los transforma en la que son asimilables para las plantas y gracias a ello aumenta la productividad en los cultivos, mejora su resistencia frente a plagas y enfermedades, y se mantiene el pH del suelo (AMVA)	Esta estrategia aporta al Reciclaje , dado que el Grupo Nutresa realiza una transformación de las botellas llenas de plástico flexible, para su transformación para ser usada en obras sociales, como la construcción de parques infantiles (Nutresa Retoma, s.f.)
POR MEJORAR		La Universidad cuenta con un espacio con varias condiciones que favorecen el desarrollo de la práctica de lombricultura. Sin embargo, no se le ha podido dar continuidad a este proyecto (Ver Anexo 9)	
ACTIVIDADES		Para la reactivación del lombricultivo en el colegio de la UPB, es necesaria la inversión económica para la compra de lombrices y la adecuación del espacio, y una correcta planificación de la alimentación de las lombrices, y el manejo que se debe tener de acuerdo con el Manual de Compostaje del Valle de Aburrá (AMVA, 2013). Además, es necesario realizar jornadas de sensibilización para que la comunidad estudiantil se apropie del proyecto y contribuyan a su continuidad.	

Tabla 2

Estrategias de EC que se realizan en la UPB, con su descripción, R's a las que aplica, oportunidades de mejora y actividades a realizar si aplica (Continuación).

	RECUPERACIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS	APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS A TRAVÉS DE GESTORES AUTORIZADOS
DESCRIPCIÓN	Las sustancias químicas son ampliamente utilizadas e intervienen en múltiples aplicaciones, tanto en la industria como en la academia, por lo cual, desde la coordinación de los laboratorios se ha ido adelantando la recuperación de algunas sustancias como el ácido clorhídrico, el ácido sulfúrico, el hidróxido de sodio y el hexano, para su reutilización en la Universidad.	Los residuos aprovechables que no se pueden aprovechar en la Universidad, ya sea por capacidad, infraestructura o recursos, son enviados a gestores autorizados para ello. Este es el caso de algunos residuos de poda y tala, RAEE y materiales especiales (peligrosos o voluminosos), los cuales poseen las autorizaciones necesarias para el tratamiento de estos materiales, a la luz de la normatividad vigente aplicable según corresponda.
R'S	Esta estrategia contribuye a la Reutilización de algunas sustancias químicas generadas en la Universidad, en el desarrollo de algunas de las actividades académicas, docencia e investigación.	Esta iniciativa tiene como objetivo aportar al Reciclaje de los materiales con potencial de aprovechamiento que se generan en la Universidad.
POR MEJORAR		
ACTIVIDADES		

5.2 Análisis de estrategias de EC a nivel nacional e internacional

5.2.1 Análisis descriptivo de los resultados encontrados

La **Figura 11** ilustra la distribución por año de las publicaciones seleccionadas para la realización del presente estudio, a excepción de algunas que no presentaban fecha, donde se

evidenció que los años con mayor número de publicaciones fueron el 2020 y 2022, mientras que los años con menor número de publicaciones fueron el 2018, 2023 y 2024.

Figura 11

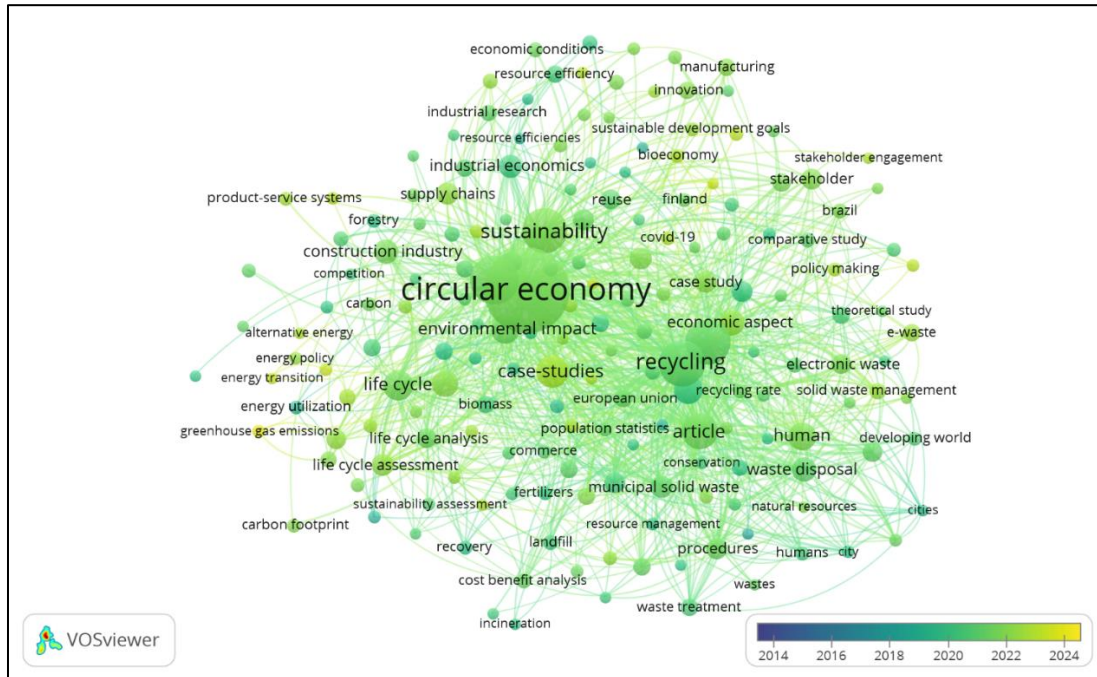
Distribución por año de las publicaciones seleccionadas.



Por otro lado, en la **Figura 12** se observa el diagrama de co-ocurrencia de palabras clave en la base de datos *Scopus*, realizado mediante la herramienta VOSviewer (versión 1.6.20), en el cual destaca la palabra clave “circular economy”, seguida de “recycling”, “sustainability”, “case-studies”, y “life cycle”. Asimismo, los colores en el diagrama indican que la mayoría de los artículos fueron publicados entre 2020 y 2023, lo que se refleja en la predominancia de los colores verdes, en lugar de los azules o amarillos.

Figura 12

Diagrama de co-ocurrencia de palabras clave en Scopus.



5.2.2 Casos de éxito nacionales e internacionales

En la **Tabla 3**, se presentan algunos casos de éxito nacionales e internacionales, de estrategias de EC implementadas desde diversos enfoques, y se relacionaron con su R respectiva, donde se encontró que la mayoría están enfocadas al reciclaje de diferentes tipos de residuos como la pulpa del café, el icopor, residuos orgánicos, separación en la fuente, entre otros. Además, cinco de las 12 estrategias seleccionadas fueron tomadas de estudios nacionales, las demás se presentaban principalmente en países europeos y a nivel mundial.

Tabla 3

Casos de éxito de estrategias de EC a nivel internacional.

País	9R	Estrategia	Descripción	Fuente
A nivel mundial	Rechazar	Generación de ferias, eventos, campañas y jornadas de sensibilización en temas ambientales	La generación de conciencia ambiental en la comunidad relacionada con la importancia del ahorro del agua y la energía, del adecuado manejo y separación de los residuos sólidos, entre otros, es por	City of Toronto (s.f.) Acuerdo 197 de 2005 [Concejo de Bogotá, D.C.]

			esto que en diversos países se realizan ferias, eventos, campañas y jornadas de sensibilización. Algunos ejemplos de estos son la feria denominada Community Environment Days en Canadá y la Semana del Medio Ambiente que se realiza en la ciudad de Bogotá, Colombia	
Europa	Rechazar	Uso de herramientas de EC para evaluar las estrategias a implementar	Actualmente, existen herramientas como Circulytics desarrollada por la Fundación Ellen MacArthur en el año 2020, la cual permite a las empresas medir su desempeño en EC, e identificar áreas por mejorar (Ellen MacArthur Foundation, 2021). Por su parte, el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), creó los Circular Transition Indicators (CTI), proporcionando un marco de métricas para desarrollar conocimientos sobre cómo aumentar la circularidad a lo largo de su cadena de valor (WBCSD, 2023). Por otro lado, EDP España generó la aplicación Circumetric, la cual evalúa la circularidad de las acciones a realizar, y prioriza aquellas que contribuyen más a la EC y a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), alineando así dichas acciones con la Agenda 2030 (EDP, 2021).	Ellen MacArthur Foundation (2021) WBCSD (s.f.) EDP (2021)
A nivel mundial	Reducir y reutilizar	Compra de insumos de aseo concentrado	La empresa Replenish ha desarrollado una botella de spray reutilizable que se acopla con concentrados líquidos, por ejemplo, para la limpieza y el cuidado personal, donde se agrega agua, y el producto queda listo para usar, de esta manera se promueve la reutilización de	Ellen MacArthur Foundation (2019)

			las botellas, y se reduce la compra de estos insumos de aseo, pues una sola "pod" alcanza para 6 botellas	
España	Rechazar, Reducir y Reutilizar	Implementación del “ <i>Jueves de Trueque</i> ” para impulsar el intercambio de prendas de ropa	En la URJC de Madrid, España, se realizó el “ <i>Jueves de Trueque</i> ”, los últimos jueves de cada mes, durante el curso 2021-22, donde se sensibilizó a la comunidad universitaria sobre los impactos de la industria textil en el medio ambiente, y se realizaba el intercambio de prendas de vestir. Al finalizar el curso académico, parte de las prendas que quedaron sin recuperar, fueron enviadas a los talleres del Grado en Diseño y Gestión de Moda, para evitar la compra de nuevos materiales textiles para el desarrollo de las actividades en dichos talleres.	Matesanz, A. (2023)
Alemania	Reutilizar	Sustitución de vasos de café desechables por vasos reutilizables	RECUP es una empresa alemana que busca sustituir los vasos desechables, por vasos reutilizables. Su funcionamiento es sencillo, el usuario pide un café en uno de estos vasos RECUP y entrega un depósito de 1 euro, y cuando se deja de usar se lleva a una cafetería asociada al proyecto, donde se encargarán de devolverle el depósito al usuario, y lavar el vaso y ponerlo nuevamente en circulación.	Ellen MacArthur Foundation (2019) The Monopolitan (s.f.)
Colombia	Reciclar	Transformación de residuos orgánicos a través de pacas biodigestoras Silva	Es una tecnología sencilla, económica y sustentable para la gestión integral de residuos orgánicos donde se realiza un proceso de degradación de la materia orgánica, obteniendo como producto final abono orgánico, el cual contiene nutrientes disponibles para las plantas y	Corpoboyacá (s.f.) UNAL (2022)

			organismos que se benefician de la calidad del suelo (Corpoboyacá, s.f. & UNAL, 2022). Además, tiene beneficios como el control de producción de malos olores, proliferación de plagas y vectores, y protege la salud pública y del ambiente (UNAL, 2022).	
Colombia	Reciclar	Aprovechamiento de residuos de café para la generación de bioproductos	de Es posible tratar este residuo mediante procesos fermentativos por medio de destilación simple con un contenido de alcohol entre el 3,85% y 6,90% por cada 250 ml de biomasa tratada. Además, es posible producir biogás a partir de la pulpa de café o de los residuos de la fermentación de la misma, llamados vinazas, al ser tratados anaeróbicamente en un biodigestor (Triviño, J. et al., 2021 & Pérez, J. et al, 2019).	Triviño, J. et al. (2021) Pérez, J. et al (2019)
Colombia, México y Perú	Reciclar	Producción de bioetanol a partir de residuos de fruta	Los residuos de fruta tienen un alto contenido de celulosa y hemicelulosa, lo que favorece la producción de etanol, el cual puede ser utilizado como combustible o potenciador de gasolina (López, Y. et al., 2020 & Pardo, J. et al., s.f.). López, Y. et al. (2020), realizaron un proceso de hidrólisis ácida y enzimática, y descubrieron que la segunda presentaba mejores rendimientos de etanol, además encontraron que la composición química del residuo de fruta influye considerablemente en la producción de bioetanol. Por otro lado, en el colegio Fernando Mazuela Villegas de Bogotá, se presentó una problemática por la	López, Y. & García, J. (2020) Alcaldía Mayor de Bogotá (2022) Llenque, L., Quintana, A., Torres, L & Segura, R. (2020) Pardo, J., Ocegueda, D., Sánchez, A. & Valdivieso, U. (s.f.)

			<p>cantidad de residuos orgánicos que se generaba en el comedor y la cafetería, por lo que los estudiantes decidieron recolectar estos residuos para generar bioetanol mediante su fermentación en un biodigestor, filtración y posteriormente su destilación (Observatorio Ambiental de Bogotá, 2022). Un procedimiento similar se llevó a cabo en universidades como la Universidad Iberoamericana de Puebla, México, en la Universidad Nacional de Trujillo, Perú, y en la Universidad EAN, Colombia, para producir bioetanol (Pardo, J. et al., s.f., Llenque-Díaz, L. et al., 2020 & Martínez., J. A. et al., 2014)</p>	<p>Martínez, J., Montoya, N. & Sierra, M. (s.f.)</p>
<p>España y Reino Unido</p>	<p>Reciclar</p>	<p>Uso de Inteligencia Artificial para la separación de residuos</p>	<p>AI-Waste Engine utiliza una cámara hiperespectral NIR para diferenciar los distintos materiales y una cámara de color que detecta la tipología de los residuos, junto con un motor de IA predictivo. Esta máquina identifica materiales como madera, diferentes tipos de plásticos (PE, PET, PP, HDPE, LDPE, ABS, PLA, PS), cartón, metal, materia orgánica o textiles, detecta materiales multicapa, determina el tamaño, peso, volumen y tipo de envase y calcula el grado de humedad. Actualmente está disponible en Madrid, Barcelona y en el Reino Unido (Pixelabs, s.f.).</p>	<p>Pixelabs (s.f.)</p>
<p>España</p>	<p>Reciclar</p>	<p>Creación de incentivos a la comunidad para la entrega de productos</p>	<p>Es una aplicación que da puntos RECICLOS a los usuarios por llevar botellas aprovechables (plástico, vidrio, latas) a puntos específicos para ser</p>	<p>Reciclos (s.f.) Forética (2022)</p>

		reciclables - estrategia Reciclos	recicladadas, dichos puntos se pueden canjear por participaciones en concursos, o se pueden donar a proyectos sociales o medioambientales	
Colombia	Reciclar	Reciclaje del EPS o icopor	<p>Hidalgo-Crespo, J. et al, (2020) desarrollaron una metodología para el reciclaje del EPS mediante un estudio de caso de un Fabricante Ecuatoriano de Plásticos, donde se logró la obtención de resina a partir de envases de icopor posconsumo, con los que se pueden producir nuevos envases de este material con resultados prometedores en cuanto a sus características físicas.</p> <p>Otro tipo de tratamiento de icopor, es mediante el uso de aceites esenciales de flores como solventes, y se demostró que es posible recuperar tanto el EPS como los aceites utilizados, que se pueden seguir utilizando para este mismo fin. Además, a diferencia de otras metodologías conocidas para el reciclaje del icopor, el método con aceites esenciales reduce los altos costos y representan una vía ecológica para la recuperación del poliestireno para su reciclaje continuo sin necesidad de equipos químicos especializados.</p>	<p>Hidalgo-Crespo, J. Jervis, F., Moreira, C., Soto, M. & Amaya, J. (2020)</p> <p>Gil-Jasso, N., Giles-Mazón, E., Soriano-Giles, G., Reinheimer, E., Varela-Guerrero, V. & Ballesteros-Rivas, M. (2022)</p>
A nivel mundial	Reciclar	Creación de aplicaciones que ayuden a la comunidad en temas ambientales	<p>En Canadá, por ejemplo, se desarrolló la aplicación para móviles llamada ToWaste, donde se encuentra una gran cantidad de información para ayudar a la comunidad a realizar la separación en la fuente de residuos sólidos de una forma más consciente. Incluso el Área</p>	<p>Jaramillo, B (2023)</p> <p>AMVA (2021)</p>

				Metropolitana del Valle de Aburrá en Colombia, posee una aplicación llamada Área 24/7, donde la comunidad puede medir su huella hídrica, y conocer los puntos de recolección posconsumo distribuidos en el Valle de Aburrá.		
Colombia	Reciclar	Aprovechamiento de bolsas de líquido intravenoso	de	Según Arvelález, S. (2022), es posible la generación de "mimbres de plástico" a partir de bolsas de líquido intravenoso para la producción de muebles o sillas plásticas	Arvelález, S. (2022)	

5.2.3 Priorización de las estrategias encontradas

A partir de la tabla anterior, se elaboró la matriz de priorización de estrategias de EC (Ver **Anexo 11**), en la que se asignaron puntuaciones a cada una según cuatro criterios, cada uno con su respectiva ponderación: C1 - Nivel de circularidad (FP 40%), C2 - Nivel de relacionamiento (FP 25%), C3 - Factibilidad de implementación (FP 25%) y C4 - Impacto sobre la sostenibilidad (FP 10%), siguiendo los lineamientos del Manual de herramientas para implementar economía circular (Colombia Productiva, s.f.), dando como resultado la **Tabla 4**, donde se muestran de manera descendente las estrategias con mayor potencial para la Universidad, junto con su respectiva puntuación y priorización.

Tabla 4

Resultados de la matriz de priorización.

Estrategia	Puntaje	Priorización
Implementación del “Jueves de Trueque” para impulsar el intercambio de prendas de ropa	2.73	Alta
Transformación de residuos orgánicos a través de pacas biodigestoras Silva	2.60	Alta
Generación de ferias, eventos, campañas y jornadas de sensibilización en temas ambientales	2.43	Alta

Creación de aplicaciones que ayuden a la comunidad en temas ambientales	2.30	Alta
Sustitución de vasos de café desechables por vasos reutilizables	2.28	Alta
Reciclaje del EPS o icopor	2.20	Alta
Aprovechamiento de residuos de café para la generación de bioproductos	2.08	Alta
Uso de herramientas de EC para evaluar las estrategias a implementar	2.05	Media
Producción de bioetanol a partir de residuos de fruta	1.98	Media
Creación de incentivos a la comunidad para la entrega de productos reciclables - estrategia Reciclos	1.90	Media
Aprovechamiento de bolsas de líquido intravenoso	1.78	Baja
Compra de insumos de aseo concentrado	1.75	Baja
Uso de Inteligencia Artificial para la separación de residuos	1.50	Baja

5.3 Materialización de la hoja de ruta para las estrategias priorizadas

A continuación, se presenta la hoja de ruta junto con el respectivo cronograma del primer año de implementación de cada una de las estrategias que obtuvieron una priorización alta, lo que indica que poseen mayor potencial en el contexto de la Universidad.

Tabla 5

Hoja de ruta para la implementación de los “Jueves de Trueque”.

Estrategia				
Implementación del "Jueves de Trueque" para impulsar el intercambio de prendas de ropa				
Descripción				
<p>El evento "Jueves de Trueque" se llevará a cabo los últimos jueves de cada mes y tiene como objetivo sensibilizar a la comunidad universitaria sobre los efectos negativos de la industria textil en el medio ambiente. Además, busca fomentar el intercambio de prendas de vestir para prolongar su vida útil, reducir la compra de nuevas prendas y promover la reutilización de ropa sobrante a través de talleres en la Escuela de Diseño o donaciones a fundaciones. Para el intercambio de las prendas, es necesario que estén en perfecto estado, es decir, sin descosidos, roturas, decoloraciones, manchas, olores, bordados de nombres o de empresas. Una vez verificado esto, el personal encargado le explica al usuario el motivo del evento, y por cada prenda hace entrega de un vale que podrán utilizar para coger algunas de las prendas disponibles que hubiera dejado otra persona, o lo puede guardar en caso de que no haya encontrado algo de su gusto, para utilizarlo en el siguiente "Jueves de Trueque".</p>				
Objetivo General		Meta		Indicador
Establecer los "Jueves de Trueque" en la Universidad, como fomento para el intercambio de prendas de vestir entre la comunidad universitaria		Llevar a cabo en el 2025, al menos un "Jueves de Trueque"		Número de prendas de vestir reutilizadas o donadas
Plazo	Actividades	Recursos		
		Tecnológicos	Financieros	Físicos
Corto (1 - 3 años)	Definir el equipo de trabajo	-	-	-
	Planeación de los "Jueves de Trueque" en cuanto a sus objetivos y funcionamiento	-	-	-
	Planteamiento del proyecto para la búsqueda de financiación para los incentivos a los voluntarios, la reserva de espacios, de bodegas para almacenamiento y para la compra o préstamo de insumos como ganchos o mesas para la exhibición de las prendas de vestir	-	Buscar alianzas con entidades públicas o privadas, o con unidades internas para conseguir los recursos económicos	-
	Definir las fechas y el espacio donde se realizará el evento	-	Reserva del espacio	-
	Consecución de los "insumos" del evento (decoración, ganchos, entre otros)	-	Compra de bienes	Bienes
	Convocatoria y ejecución de una reunión informativa a estudiantes y profesores que deseen hacer parte del proyecto "Jueves de Trueque"	-	-	-
	Ejecución del evento	-	Recursos para posibles eventualidades	Elementos físicos del evento
	Al finalizar cada "Jueves de Trueque" se debe realizar un inventario, donde se clasifiquen las prendas por tipo de prenda, color, marca, talla y materiales, y almacenarlas en buenas condiciones para la siguiente edición	Equipos tecnológicos para realizar el inventario	-	Sitio de almacenamiento de las prendas de vestir
	Al finalizar el semestre académico, se debe dialogar con la Escuela de Diseño para evaluar la posibilidad de reutilizar las prendas sobrantes en los talleres y muestras de dicha escuela. Las prendas restantes serán donadas a fundaciones.	-	-	-
	Seguimiento del desempeño e impacto de la estrategia, e identificación de oportunidades de mejora.	-	-	-
Mediano (3 - 5 años)	Evaluar la inclusión en el "Jueves de Trueque" de otros productos como accesorios, zapatos, sombreros, entre otros.	-	-	-
	Replicar el "Jueves de Trueque" en los otros campus de la UPB (Montería y Palmira)	-	-	-
Actores clave		Responsabilidades		
Coordinador		Encargado de la coordinación del evento, y está en constante contacto con proveedores, patrocinadores, colaboradores, entre otros.		
Voluntarios		Docentes o estudiantes que se encargan de sensibilizar a la comunidad universitaria, y atender en el puesto de intercambio de prendas de vestir.		
Personal de comunicaciones		Difusión del evento por diferentes medios para promover la asistencia al mismo.		
Personal de diseño		Creación de piezas gráficas del evento, como flyers, fotografías y videos.		
Beneficios				
<p>Con esta estrategia se sensibiliza a la comunidad universitaria sobre los efectos de la industria textil y del modelo de "fast fashion" en el medio ambiente, y se fomenta la economía circular al extender la vida útil de las prendas de vestir, reducir la compra de prendas nuevas, rechazar empresas contaminantes y reutilizar las prendas sobrantes en los trabajos de los estudiantes de la Escuela de Diseño.</p>				

Nota. Adaptado de Matesanz, A. (2023).

Figura 13

Cronograma del primer año para la implementación de los “Jueves de Trueque”.

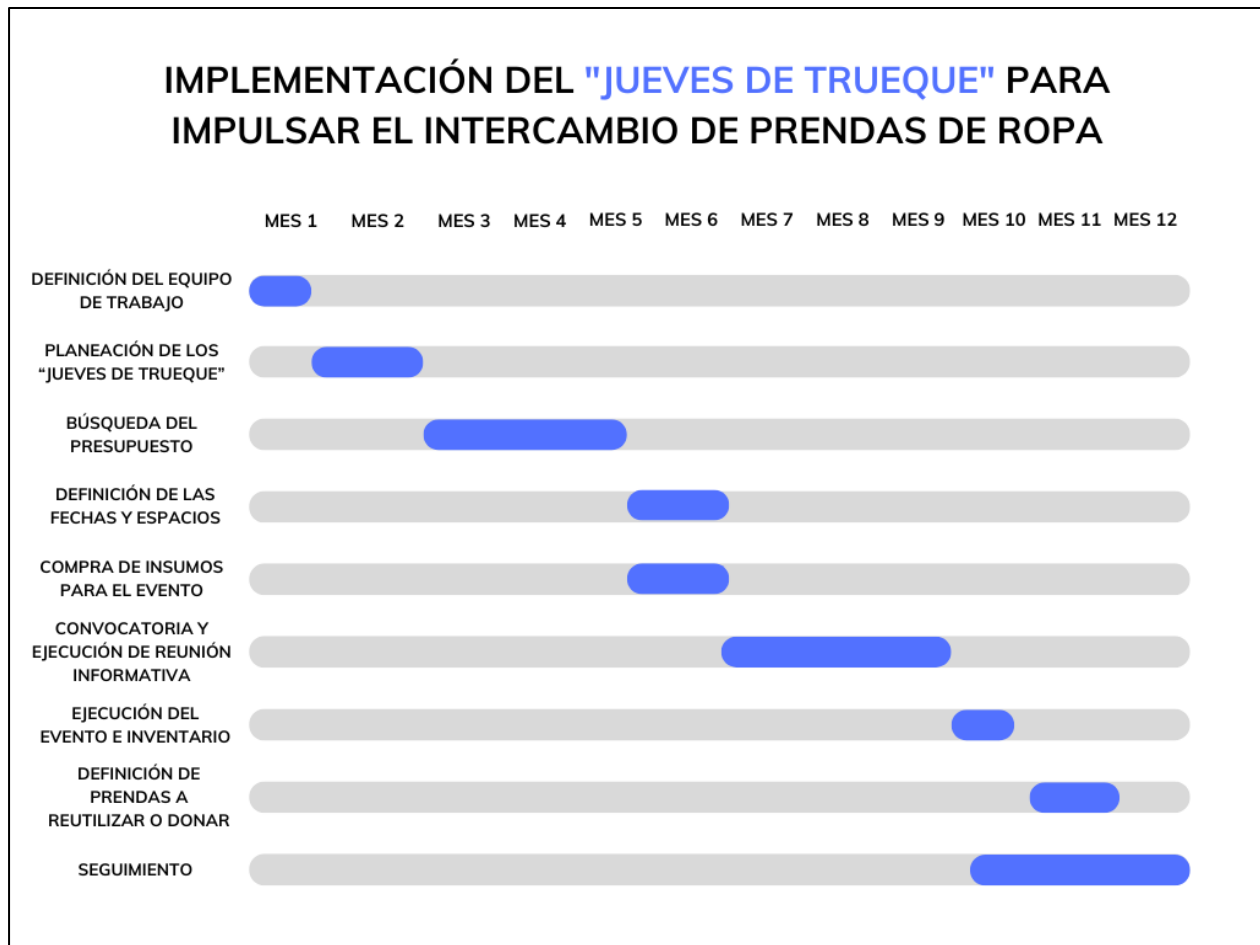


Tabla 6

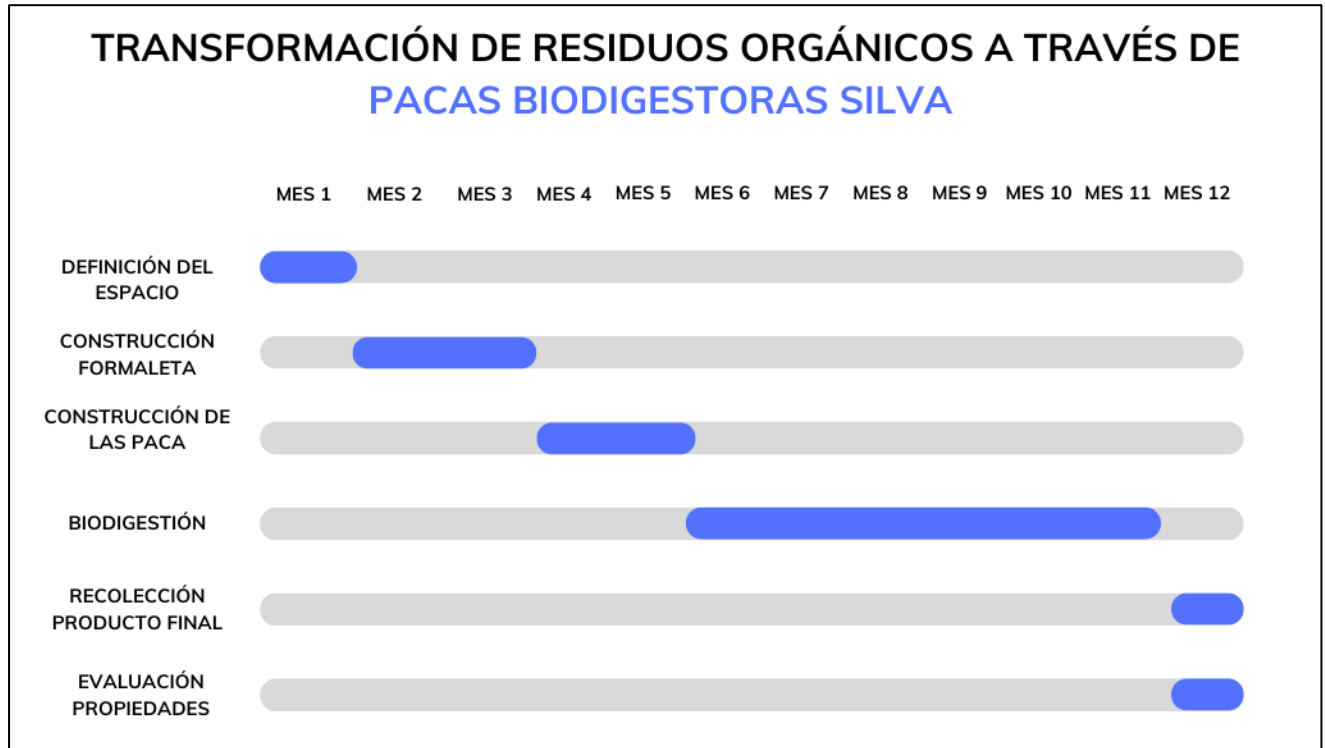
Hoja de ruta para la implementación de pacas biodigestoras Silva para la transformación de residuos orgánicos.

Estrategia				
Transformación de residuos orgánicos a través de pacas biodigestoras Silva				
Descripción				
Con esta tecnología se realiza un proceso de degradación de la materia orgánica obteniendo abono orgánico, el cual es rico en nutrientes que se encuentran en una forma disponible para las plantas y organismos que habitan en el suelo.				
Objetivo General		Meta		Indicador
Producir abono orgánico a partir de pacas biodigestoras Silva.		Para el 2025, tener al menos 5 pacas biodigestoras Silva construidas y produciendo abono orgánico a partir de residuos orgánicos.		Cantidad (kg) de compostaje obtenido por pacas biodigestoras / Cantidad (kg) de compostaje total obtenido en la Universidad
Plazo	Actividades	Recursos		
		Tecnológicos	Financieros	Físicos
Corto (1 - 3 años)	Definir el espacio para ubicar las pacas biodigestoras a construir (tener en cuenta que la paca estará allí por un tiempo mínimo de 6 meses)	-	-	Zona verde disponible para la paca biodigestora
	Construcción de la formaleta en madera de 1 m ³	-	-	Se puede utilizar la madera generada al interior de la Universidad
	Llenado de la formaleta con residuos de poda y tala generados al interior de la Universidad, e ir compactando por cada carga hasta alcanzar una densidad de 500 a 700 kg/m ³	-	-	Residuos de poda y tala
	Retiro de la formaleta sin dañar la estructura de la paca biodigestora	-	-	-
	Pasados 6 meses se recolecta el subproducto orgánico maduro, que funciona como fertilizante de jardines, y restaurador de suelos	-	-	-
Mediano (3 - 5 años)	Con el producto obtenido, evaluar sus propiedades fisicoquímicas, y estudiar la posibilidad de obtener una certificación para la venta del mismo	Elementos para la toma de datos de las propiedades fisicoquímicas del abono orgánico (pH-metro, entre otros)	-	-
Actores clave		Responsabilidades		
Personal del acopio central		Construcción de las pacas biodigestoras.		
Personal de la carpintería		Construcción de la formaleta.		
Personal administrativo		Evaluar las propiedades fisicoquímicas de las pacas biodigestoras.		
Beneficios				
Opera a la intemperie, no requiere infraestructura, duplica la vida útil del relleno sanitario, ahorra también el 50% del transporte de residuos y descongiona vías (AMVA, 2013). Además, permite ampliar la capacidad de la Universidad de aprovechar los residuos de poda y tala generados.				

Nota. Adaptado de AMVA (2023).

Figura 14

Cronograma del primer año para la implementación de pacas biodigestoras Silva para la transformación de residuos orgánicos.

**Tabla 7**

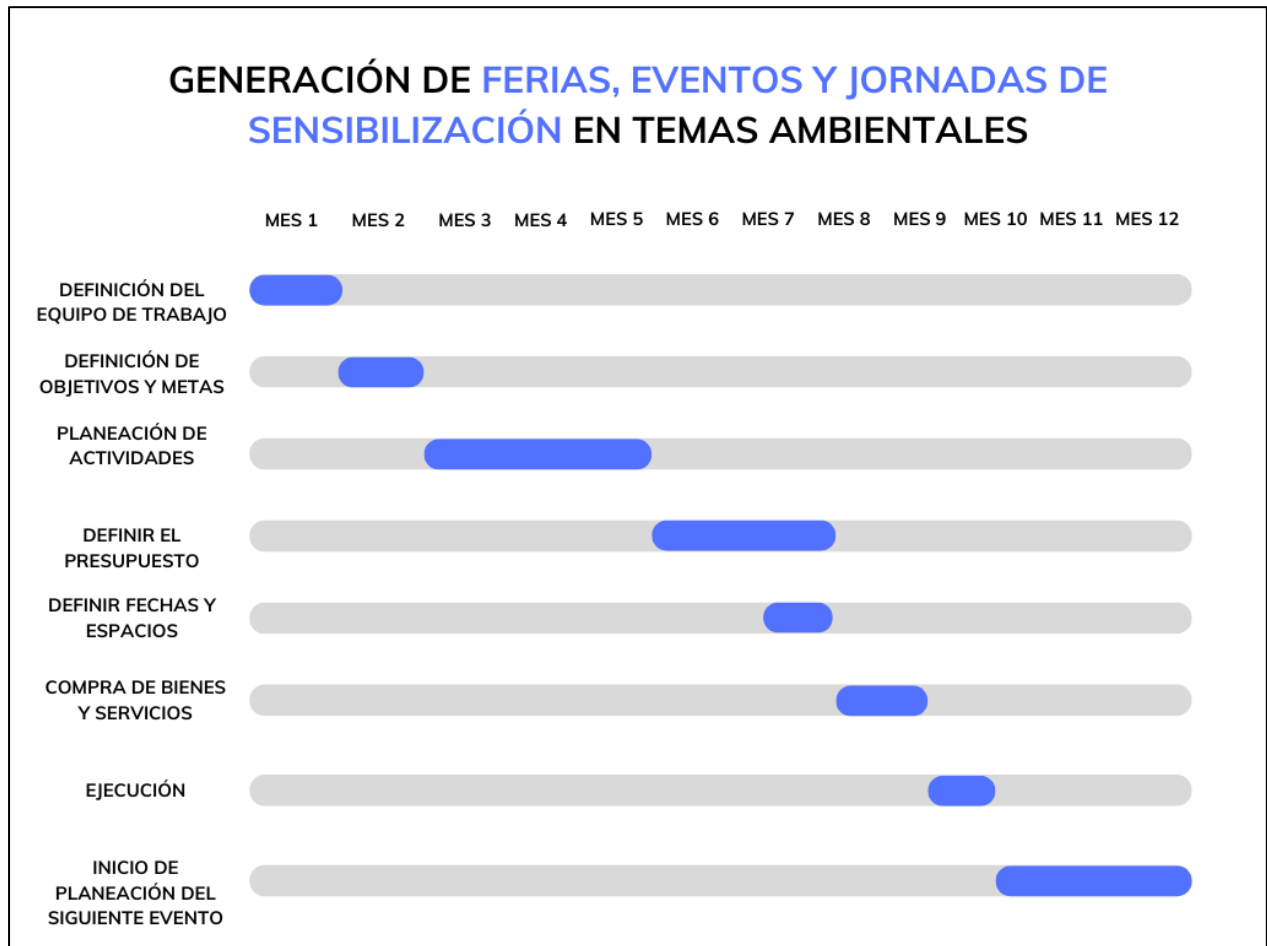
Hoja de ruta para la generación de ferias, eventos, campañas y jornadas de sensibilización en temas ambientales.

Estrategia				
Generación de ferias, eventos, campañas y jornadas de sensibilización en temas ambientales				
Descripción				
Son eventos donde se genera conciencia ambiental en la comunidad Universitaria en relación con temas ambientales, tales como la separación en la fuente de residuos, uso eficiente del agua y la energía, las prácticas sostenibles que se pueden realizar desde los hogares, y la importancia e impacto de estas acciones en el medio ambiente				
Objetivo General		Meta		Indicador
Efectuar eventos relacionados con temas ambientales con periodicidad anual		Para el 2025, haber efectuado al menos un evento de sensibilización ambiental de la comunidad universitaria		Número de eventos, ferias, campañas y jornadas de sensibilización en el año.
Plazo	Actividades	Recursos		
		Tecnológicos	Financieros	Físicos
Corto (1 - 3 años)	Definir el equipo de trabajo	-	-	-
	Definir objetivos, metas y periodicidad del evento a realizar	-	-	-
	Planeación de actividades a desarrollar durante el evento	-	-	-
	Definir el presupuesto del evento, teniendo en cuenta promoción, oradores, materiales, entre otros.	-	Buscar alianzas con entidades públicas o privadas para conseguir los recursos económicos	Espacio disponible para realizar el evento
	Definir las fechas y el espacio donde se realizará el evento	-	Reserva del espacio	-
	Consecución de los "insumos" del evento (oradores, decoración, materiales, entre otros)	-	Compra de bienes y servicios	-
	Ejecución del evento	Equipos tecnológicos del evento	Recursos para posibles eventualidades	Elementos físicos del evento
	Inicio de la planeación del siguiente evento	-	-	-
Actores clave		Responsabilidades		
Coordinador	Encargado de la coordinación del evento, y está en constante contacto con proveedores, patrocinadores, colaboradores, entre otros.			
Planificador	Se encarga de mantener actualizada la programación del evento, coordina las reuniones y a los asistentes entre sí.			
Personal de comunicaciones	Difusión del evento por diferentes medios para promover la asistencia al mismo.			
Personal de diseño	Creación de piezas gráficas del evento, como flyers, fotografías y videos.			
Beneficios				
Educación y generación de conciencia en la comunidad universitaria y visitantes de la Sede Central de la Universidad en temas ambientales.				

Nota. Adaptado de <https://www.protocoloimep.com/articulos/como-organizar-un-evento-10-pasos-para-conseguirlo/>

Figura 15

Cronograma del primer año para la generación de ferias, eventos, campañas y jornadas de sensibilización en temas ambientales.

**Tabla 8**

Hoja de ruta para la creación de aplicaciones que apoyen a la comunidad en temas ambientales.

Estrategia				
Creación de aplicaciones que ayuden a la comunidad en temas ambientales				
Descripción				
El desarrollo de aplicaciones móviles puede ser una herramienta valiosa para apoyar a la comunidad en temas ambientales. Estas aplicaciones podrían ofrecer funcionalidades como guías para la correcta separación de residuos sólidos, información sobre puntos de disposición de residuos especiales como pilas y RAEE, e incluso incluir calculadoras de huella hídrica y huella de carbono. Además, podrían sugerir prácticas y acciones que las personas pueden llevar a cabo para reducir su impacto ambiental y contribuir al cuidado del planeta.				
Objetivo General		Meta		Indicador
Desarrollar una aplicación móvil que contribuya a la sensibilización de la comunidad universitaria en temas ambientales		Para el 2025, tener en operación una aplicación móvil que asista a la comunidad universitaria en temas ambientales		Número de descargas de la aplicación móvil
Plazo	Actividades	Recursos		
		Tecnológicos	Financieros	Físicos
Corto (1 - 3 años)	Definir el equipo de trabajo para el desarrollo de la aplicación	-	-	-
	Definir objetivos y funciones de la aplicación	-	-	-
	Definir el presupuesto para la creación de la aplicación	-	Buscar alianzas con entidades públicas o privadas, o con unidades internas para conseguir los recursos económicos	-
	Crear esquemas de la funcionalidad de la aplicación móvil	-	-	-
	Crear el diseño gráfico de la aplicación	Uso de herramientas de diseño	Licencias o suscripciones	-
	Desarrollo de programación de la aplicación	Uso de herramientas de programación	Licencias o suscripciones	-
	Ejecución de pruebas de la aplicación y ajustes de la misma	-	-	-
	Lanzamiento de la aplicación	-	-	-
Mediano (3 - 5 años)	Seguimiento al desempeño de la aplicación, y su impacto en el desempeño ambiental de la Universidad	-	-	-
	Evaluar la inclusión de nuevas funciones a la aplicación que fortalezcan los conocimientos de la comunidad universitaria en temas ambientales	-	-	-
Actores clave		Responsabilidades		
Coordinador		Encargado de la coordinación y supervisión del desarrollo de la aplicación móvil, al igual que la aprobación de los avances que se realicen.		
Personal de diseño gráfico		Se encarga del diseño de la apariencia visual de la aplicación.		
Personal de informática y sistemas		Se encarga del desarrollo del código de programación para la creación de la aplicación móvil como tal.		
Personal de comunicaciones		Difusión de la aplicación por diferentes medios para fomentar su uso.		
Personal ambiental		Se encarga de proporcionar información sobre los temas ambientales a tratar en la aplicación.		
Beneficios				
Educación y generación de conciencia en la comunidad universitaria de la Sede Central de la Universidad en temas ambientales.				

Nota. Adaptado de <https://anincubator.com/que-necesitas-para-crear-una-aplicacion/>

Figura 16

Cronograma del primer año para la generación de ferias, eventos, campañas y jornadas de sensibilización en temas ambientales.

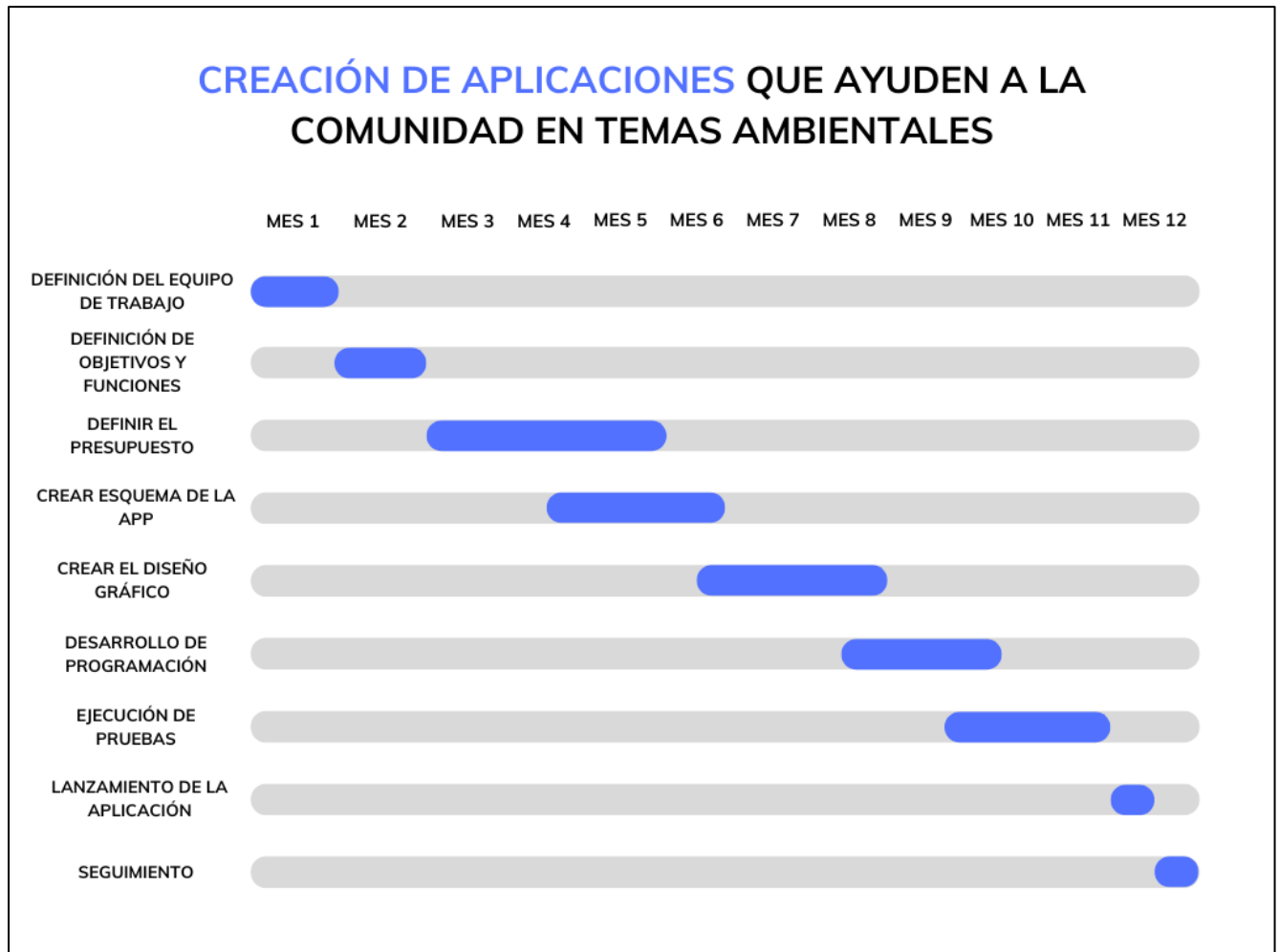


Tabla 9

Hoja de ruta para la sustitución de vasos de café desechables por vasos reutilizables.

Estrategia				
Sustitución de vasos de café desechables por vasos reutilizables				
Descripción				
Esta iniciativa tiene como objetivo que las cafeterías de la Universidad vendan café en vasos reutilizables, con un descuento en el precio debido al ahorro en el uso de envases desechables. Los vasos reutilizables podrían ser proporcionados por la Universidad o en colaboración con las cafeterías. Una vez que el cliente termine su bebida, podrá dejar el vaso en una cafetería asociada al proyecto, donde será lavado y preparado para su siguiente uso, cerrando así el ciclo de reutilización. Esta es una iniciativa adaptada al contexto de la UPB, teniendo como referente la empresa alemana				
Objetivo General	Meta	Indicador		
Replicar la estrategia de RECUP, donde se sustituyen los vasos desechables por vasos reutilizables	Para el 2026, disminuir en un 50% los residuos de vasos desechables en la Universidad, en relación con el panorama antes de la implementación de la estrategia	(Cantidad (kg) de residuos de vasos desechables generados antes de la estrategia - Cantidad (kg) de residuos de vasos desechables generados después de la estrategia) / Cantidad (kg) de residuos de vasos desechables generados antes de la estrategia		
Plazo	Actividades	Recursos		
		Tecnológicos	Financieros	Físicos
Corto (1 - 3 años)	Definir el equipo de trabajo para la ejecución de la estrategia	-	-	-
	Planteamiento del proyecto para la búsqueda de financiación de la propuesta	-	Buscar alianzas con entidades públicas o privadas, o con unidades internas para conseguir los recursos económicos	-
	Negociaciones con las cafeterías y concesionarios al interior de la Universidad	-	Definir si se contará con el apoyo económico y operativo de las cafeterías y concesionarios	-
	Compra de insumos (vasos reutilizables)	-	Se destinarán los recursos del presupuesto inicial para la compra de 150 vasos reutilizables, seleccionados en el tamaño más utilizado por la comunidad universitaria	-
	Distribución de los vasos reutilizables y capacitación a los empleados de cafeterías y concesionarios	Uso de herramientas para la capacitación de trabajadores	-	-
	Difusión antes y después de la puesta en marcha de la propuesta	Equipos de telecomunicación y acceso a internet	Salario de profesional en comunicaciones	-
	Ejecución de la estrategia	-	-	-
	Seguimiento al desempeño de la estrategia, e identificación de oportunidades de mejora	-	-	-
Actores clave	Responsabilidades			
Coordinador	Encargado de la coordinación y supervisión del desarrollo de la estrategia, al igual que la revisión de los avances que se realicen.			
Personal de cafeterías y concesionarios	Implementación de las directrices para asegurar el adecuado funcionamiento de la estrategia, lo que incluye ofrecer los productos en los vasos reutilizables proporcionados y recibir amablemente los vasos vacíos de los clientes una vez hayan terminado su bebida, para proceder posteriormente con su limpieza.			
Personal ambiental	Se encarga de proporcionar capacitaciones al personal de cafeterías y concesionarios			
Personal de comunicaciones	Difusión de la estrategia por diferentes medios.			
Beneficios				
Incremento en los indicadores de reutilización de la Universidad, al igual que la reducción en los residuos de vasos desechables producidos.				

Figura 17

Cronograma del primer año para la sustitución de vasos de café desechables por vasos reutilizables.

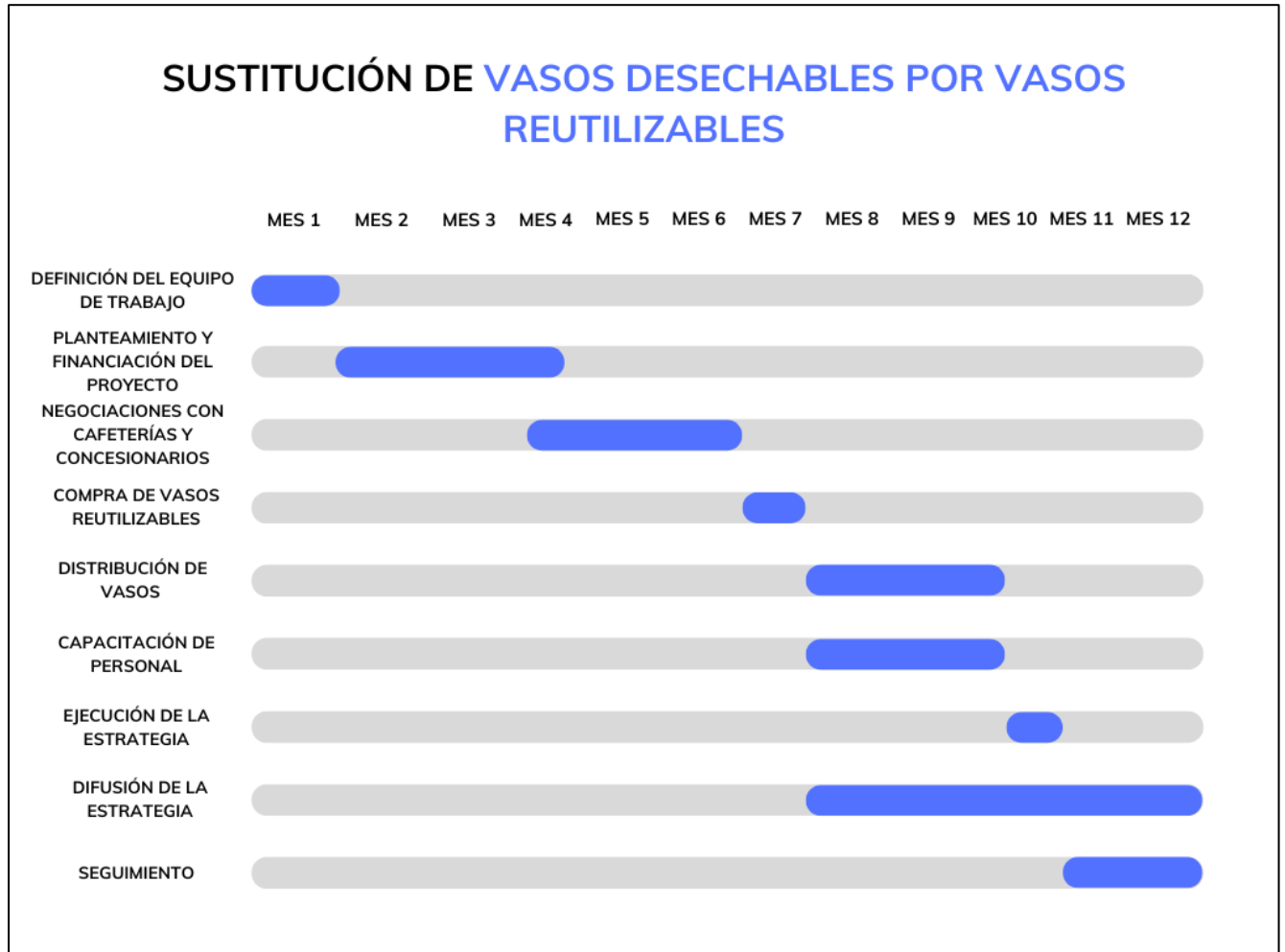


Tabla 10

Hoja de ruta para el reciclaje del EPS o icopor.

Estrategia				
Reciclaje del poliestireno expandido (EPS) o icopor				
Descripción				
El poliestireno expandido (EPS) o icopor, es uno de los materiales generados por la Universidad que se envía directamente al relleno sanitario, por lo que la recuperación de la materia prima de este genera un gran beneficio tanto ambiental como económico, mediante convenios con empresas de plástico que generen nuevos productos a partir del material reciclado. Para la ejecución de esta estrategia se escogió el método de disolución de icopor utilizando aceites esenciales de flores como solventes, pues no requiere de tanto consumo de agua y maquinaria especializada como si se requiere en el otro método				
Objetivo General		Meta	Indicador	
Efectuar el reciclaje de EPS, mediante su disolución en aceites esenciales de flores como solventes		Para el 2025, haber realizado al menos una vez el reciclaje de EPS, mediante su disolución en aceites esenciales de flores	Cantidad (kg) de EPS desviado de disposición final	
Plazo	Actividades	Recursos		
		Tecnológicos	Financieros	Físicos
Corto (1 - 3 años)	Definir el equipo de trabajo para el desarrollo de la estrategia	-	-	-
	Planteamiento del proyecto para la búsqueda de financiación de la propuesta, considerando también los impactos ambientales que este generaría	-	Buscar alianzas con entidades públicas o privadas, preferiblemente relacionadas con el plástico para entregarles el producto final del proyecto, o con unidades internas para conseguir los recursos económicos.	-
	Definir y comprar los aceites esenciales de flores. Cabe mencionar que Los aceites que disolvieron rápidamente el EPS fueron el aceite de Jazmín, aceite de azahar y Ylang-Ylang	-	Por lo general, cada aceite se vende en formato pequeño, pero es posible encontrarlos más grandes, por alrededor de COP\$100,000.	-
	En caso de no encontrar alguno de los materiales utilizados en el estudio, considerar la inclusión de otros aceites esenciales, teniendo en cuenta que los terpenos y otros metabolitos secundarios facilitan la disolución de EPS.	-	-	-
	Para la recuperación de los solventes, es necesario evaporar los alcoholes, lo cual se logra utilizando un evaporador rotativo a 70°C. Los solventes recuperados pueden emplearse otra vez para disolver EPS, aunque este proceso requiere más tiempo.	Evaporador rotativo	Evaluar si la Universidad cuenta con un evaporador rotativo o un equipo que haga sus veces, pues uno nuevo cuesta alrededor de COP\$10,000,000.	-
	Para la recuperación del poliestireno, se requiere del metanol para precipitarlo, e isopropanol para eliminar los restos de aceite, y un horno para secarlo a una temperatura de 80°C.	Horno	Compra de metanol e isopropanol, los cuales son vendidos en litros o galones, con precios que oscilan alrededor de los COP\$100,000.	-
	Experimentos iniciales para evaluar la eficiencia del reciclaje de icopor, e incorporar esta práctica en la Universidad	Equipos de laboratorio	Salarios de personal de laboratorio	Sustancias químicas para el proceso y residuos de icopor
	Análisis de los resultados obtenidos, y aplicaciones del producto final (Masa blanca y sólida) como materia prima en la industria del plástico.	-	-	-
Toma de decisiones sobre la continuidad de la estrategia de reciclaje de icopor, teniendo en cuenta su viabilidad práctica y financiera	-	-	-	
Actores clave		Responsabilidades		
Coordinador	Se encarga de supervisar el desarrollo del proyecto, y tomar las decisiones pertinentes sobre el mismo.			
Personal de laboratorio	Realización de los procedimientos de laboratorio y manejo de equipos necesarios para el reciclaje del EPS.			
Personal del acopio central	Separación y entrega del EPS generado en la Universidad.			
Empresas externas de plástico	Apoyo financiero para la realización del proyecto, y operativo al aprovechar el producto final en sus instalaciones.			
Beneficios				
El aprovechamiento de este material disminuye los costos asociados a la disposición final, al reducir el volumen de residuos enviados. Además, contribuye a mejorar los indicadores de reciclaje de la Universidad.				

Nota. Adaptado de Gil-Jasso, N., Giles-Mazón, E., Soriano-Giles, G., Reinheimer, E., Varela-Guerrero, V. & Ballesteros-Rivas, M. (2022)

Figura 18

Cronograma del primer año para el reciclaje del EPS o icopor.

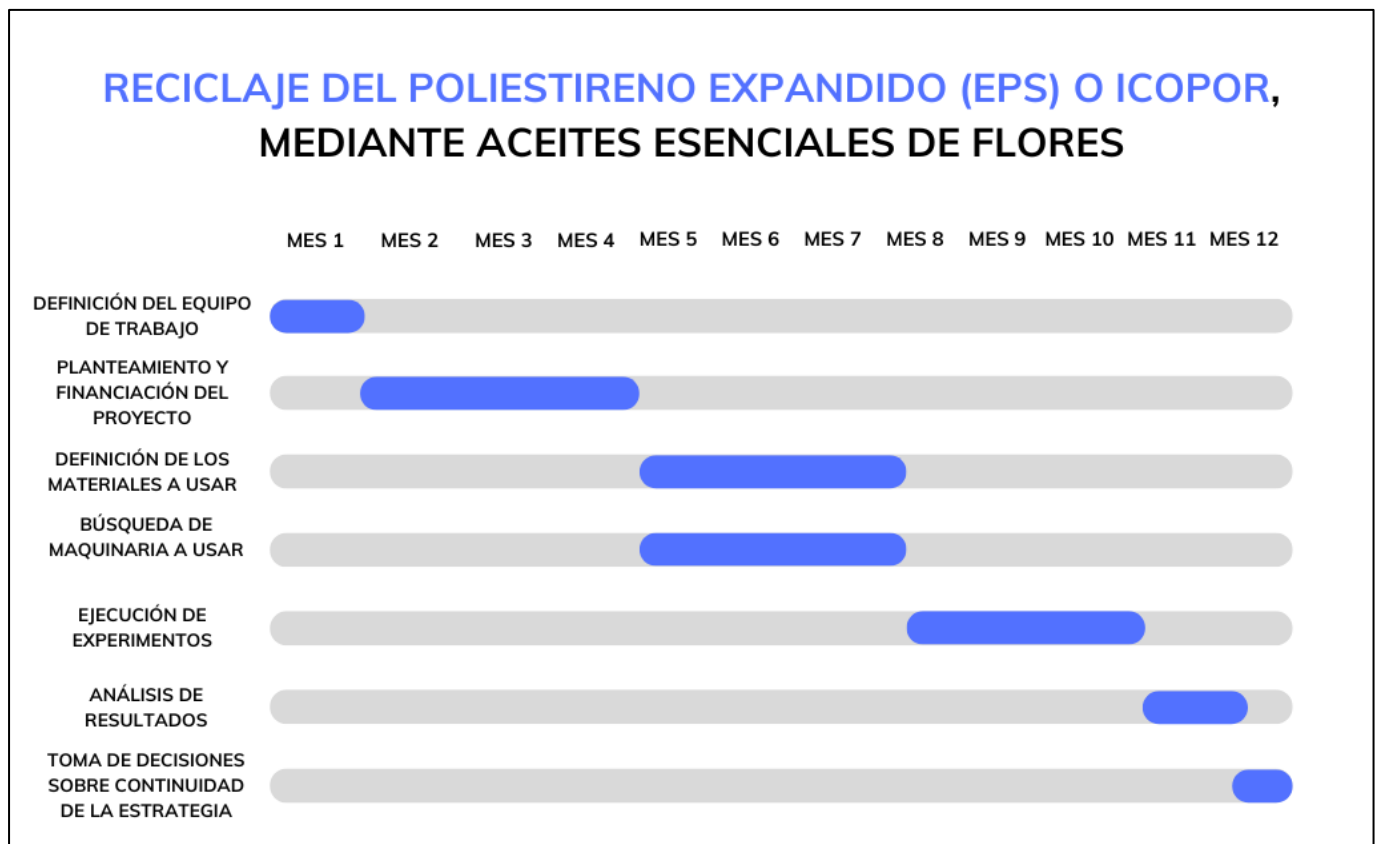


Tabla 11

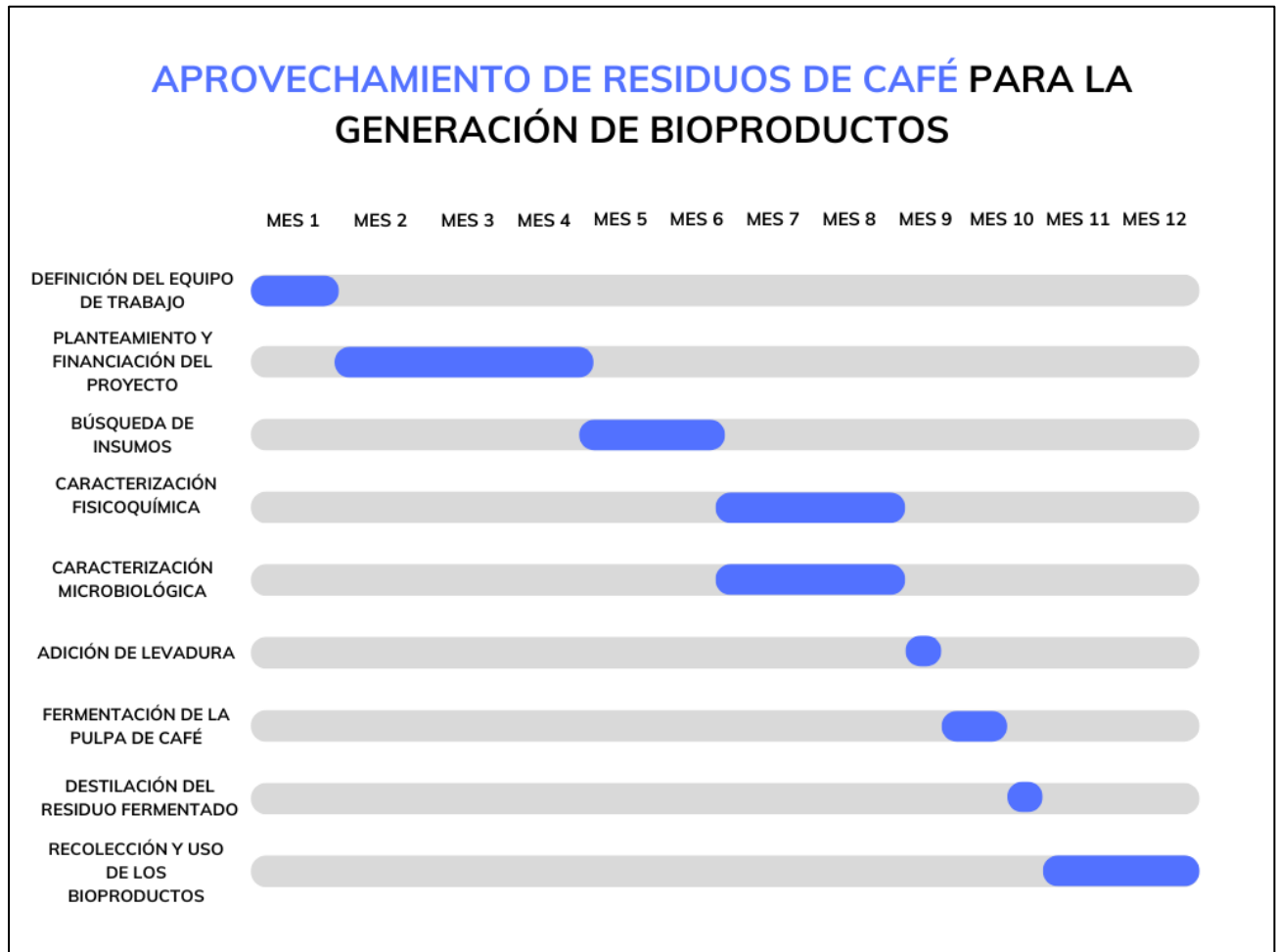
Hoja de ruta para el aprovechamiento de residuos de café para la generación de bioproductos como el bioetanol, biogás y biofertilizantes.

Estrategia				
Aprovechamiento de residuos de café para la generación de bioproductos				
Descripción				
En la actualidad, la Universidad cuenta con aproximadamente 200 plantas de café, de las cuales cada 15 días se recoge su fruto, para obtener el grano de café mediante el retiro de la pulpa y mucílago, y proceder con su secado, tostado y molienda, para finalmente obtener las bebidas de café para el bloque rectoral. En este proceso el principal residuo es la pulpa del café, la cual algunas veces se incluye en el proceso de compostaje y otras veces se envía a disposición final, cuando se podría aprovechar para la producción de bioproductos como el bioetanol, biogas o como fertilizante para las zonas verdes de la institución.				
Objetivo General	Meta	Indicador		
Producir bioproductos a partir del aprovechamiento de los residuos de café generados al interior de la Universidad	Para el 2025, aprovechar al menos el 50% de los residuos de café generados en la institución para la producción de bioetanol, biogas y fertilizante.	Cantidad (kg) de residuos de café aprovechados para la producción de bioetanol, biogas y fertilizante		
Plazo	Actividades	Recursos		
		Tecnológicos	Financieros	Físicos
Corto (1 año)	Definir el equipo de trabajo para el aprovechamiento de los residuos de café	-	-	-
	Búsqueda de apoyo económico para la ejecución de la estrategia	-	Buscar alianzas con entidades públicas o privadas, con unidades internas para conseguir los recursos económicos, aplicar a convocatorias de economía circular como las de Innpulsa, o buscar un "crédito sostenible".	-
	Búsqueda de insumos para el desarrollo de la estrategia	pH-metro, colorímetro, tanque de fermentación o biodigestor, levaduras, equipos para destilación simple, picnómetro	Los costos por el pH-metro varían entre COP\$24,000 y COP\$800,000, por el colorímetro de 1 a 5 millones, la Universidad cuenta con dos biodigestores, la levadura varía entre COP\$40,000 y COP\$100,000, los equipos de destilación simple están alrededor de COP\$800,000, y el picnómetro varía entre COP\$50,000 y COP\$500,000.	-
	Caracterización físico química de la pulpa de café, donde se miden y se analizan parámetros como el pH, sólidos solubles, acidez titulable, color, DQO y sólidos totales	pH-metro, colorímetro y equipos para determinación de acidez, DQO, sólidos totales y solubles.	-	-
	Caracterización microbiológica, mediante el recuento de lavaduras y Bacterias Ácido Lácticas.	Equipos de laboratorio	-	-
	Adición de levadura	Levadura	-	-
	Fermentación de la pulpa de café	Biodigestor	-	-
	Destilación simple del residuo fermentado a una temperatura de 80°C	Equipos de laboratorio	-	-
	Medición del contenido de etanol	Picnómetro	-	-
	Recolección del biogas y fertilizante producido en el biodigestor	-	-	-
Actores clave		Responsabilidades		
Personal del acopio central	Encargado de la recolección y entrega de los residuos de café.			
Personal de laboratorio	Se encarga de la ejecución de la caracterización fisicoquímica y microbiológica de los residuos de café, al igual que la destilación de los residuos fermentados.			
Personal encargado del biodigestor	Se encarga del desarrollo del proceso de fermentación de los residuos de café, y la recolección del biogas y fertilizante producido.			
Beneficios				
Los bioproductos producidos se pueden usar en otras actividades de la Universidad, como la adecuación de suelos. Además, se mejorarían los indicadores de reciclaje de la Universidad, y habría una reducción en los costos de disposición final, al evitar el envío de los residuos de café.				

Nota. Adaptado de Triviño, J., Contreras, J., Amorocho, C. & Sánchez, J. (2021).

Figura 19

Cronograma del primer año para el aprovechamiento de residuos de café para la generación de bioproductos como el bioetanol, biogás y biofertilizantes.



6. Conclusiones y recomendaciones

A lo largo de este estudio, se ha demostrado que la Universidad Pontificia Bolivariana se posiciona como un referente en materia de EC, este liderazgo le ha permitido ser la primera universidad en Latinoamérica en obtener las certificaciones de Carbono Neutro y Basura Cero en Categoría Oro. Este logro se refleja en las 35 estrategias implementadas en la institución, las cuales están sometidas a un constante control y seguimiento, basados en los indicadores establecidos para cada una. Los resultados son evidentes en la reducción del consumo de agua, energía y, especialmente, en la disminución de la generación de residuos sólidos, tal como se muestra en la **Figura 7** y la **Figura 8**, respectivamente.

Por otro lado, y de acuerdo con los resultados obtenidos, se identificaron algunas áreas de mejora que podrían integrarse en las estrategias de la UPB. Entre ellas, destaca el intercambio de prendas de vestir entre la comunidad estudiantil y la ampliación de la capacidad de la universidad para gestionar los residuos de poda y tala, lo cual contribuiría a extender la vida útil de la ropa, a mejorar los indicadores de reutilización y reciclaje, a reducir las emisiones de GEI y el consumo de nuevas prendas para las muestras finales de los estudiantes de la Escuela de Diseño. Otra área clave es la sensibilización ambiental, que facilitaría la participación activa de la comunidad universitaria en la ejecución de las estrategias, lo que, a su vez, potenciaría su efectividad. Finalmente, se señala la optimización del aprovechamiento de materiales que actualmente se destinan a disposición final, lo que no solo reduciría los costos asociados a este servicio, sino que también aumentaría los indicadores de reciclaje de la institución.

Finalmente, se recomienda seguir potenciando la EC para mantener el liderazgo en este ámbito, principalmente en lo relacionado con la investigación en temas ambientales, pues se contribuye a la innovación y al mejoramiento del desempeño ambiental de la Universidad. Además, se sugiere llevar a cabo un estudio financiero y un análisis del ciclo de vida, con el fin de complementar los resultados obtenidos desde las perspectivas económica y ambiental.

Referencias

- Acuerdo 197 de 2005 [Concejo de Bogotá, D.C.]. *Por el cual se establece la Semana del Medio Ambiente*. <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=18566>
- Alcaldía Mayor de Bogotá (2022). *Así se transforman los desechos orgánicos en bioetanol*. <https://oab.ambientebogota.gov.co/asi-se-transforman-los-desechos-organicos-en-bioetanol/>
- Almeida, M & Díaz, C. (2020). Economía circular, una estrategia para el desarrollo sostenible, Avances en Ecuador. Estudios de la Gestión. *Revista Internacional de Administración*. <https://revistas.uasb.edu.ec/index.php/eg/article/view/2407/2199>
- Andersen, M. (2007). *An introductory note on the environmental economics of the circular economy*. https://www.researchgate.net/publication/225817247_An_introduutory_note_on_the_environmental_economics_of_the_circular_economy
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá [AMVA] (2013). *Manual de Compostaje*. <https://www.metropol.gov.co/ambiental/residuos-solidos/Documents/cartillas/Manual%20de%20Aprovechamiento%20de%20Residuos%20organicos.pdf>
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá [AMVA] (2021). *El lombricultivo un beneficio para las ecohuertas*. <https://www.metropol.gov.co/Paginas/Noticias/el-lombricultivo-un-beneficio-para-las-ecohuertas.aspx#:~:text=El%20lombricultivo%20es%20una%20de,mejor%20abono%20org%C3%A1nico%20del%20planeta.>
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá [AMVA] (2021). *Mide tus consumos en la App Área 24/7*. <https://www.metropol.gov.co/Paginas/Noticias/mide-tus-consumos-en-la-app-area-24-7.aspx>
- Arveláez, S. (2022). *Estrategias para la disposición y aprovechamiento de la bolsa de suero de líquido intravenoso*. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, Colombia. <https://repository.unimilitar.edu.co/server/api/core/bitstreams/6c687f4a-cd4a-4187-86d9-6ec2f2903137/content>
- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales [ANLA] (s.f.). *Ley 2232 de 2022*. <http://bit.ly/4gyvlog>
- Castillo, G. (2015). Lombrices: Un organismo vital para el suelo. *Revista Ingenio*. <https://revistas.upb.edu.co/index.php/ingenio/article/download/1538/1345/2561>
- City of Toronto (s.f.). *Community Environment Days*. <https://www.toronto.ca/services-payments/recycling-organics-garbage/community-environment-days/>
- Colegio UPB (2023). *Renace la Ecohuerta del Colegio*. <https://www.upb.edu.co/es/colegio/colegio/noticia/ecohuerta-del-colegio-vuelve-a-renacer>

-
- Colombia Productiva (s.f.). *Guía empresarial de Economía Circular*. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. <https://www.colombiaproductiva.com/ptp-capacita/publicaciones/transversales/guia-empresarial-de-economia-circular>
- Corpoboyacá (s.f.). *Alternativa para aprovechamiento de residuos orgánicos húmedos: Paca Digestora “Silva”*. <https://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2023/06/Cartilla-pacas-digestoras-Silva.pdf>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE] (2023). *Octavo reporte de Economía Circular*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/ambientales/economia-circular/reportes-de-economia-circular>
- Duran, D. F., & Salgado, D. (2018). *Análisis socio ambiental para la formulación de estrategias de fortalecimientos en la economía circular para la Sierra, el Bordo y Mercaderes del departamento del Cauca. Doctoral dissertation, Uniautónoma del Cauca*. Facultad de Ciencias Ambientales y Desarrollo Sostenible. Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria. <https://repositorio.uniautonomo.edu.co/bitstream/handle/123456789/26/T%20IA-M%20060%202018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- EDP (2021). *EDP España: Memoria Sostenibilidad 2021*. https://espana.edp.com/sites/default/files/2022-06/EDP_Memoria%20Sostenibilidad%202021_vf_1.pdf
- Ellen MacArthur Foundation (2019). *Reuse-Rethinking packaging*. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/reuse-rethinking-packaging>
- Ellen MacArthur Foundation (2021). *About Circulytics*. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/resources/circulytics/overview>
- Ellen MacArthur Foundation (s.f.). *What is a circular economy?*. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>
- Ellen MacArthur Foundation (s.f.). *What we do*. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/about-us/what-we-do>
- Espinel, J. A. & Palencia, N. E. (2019). *Ingeniería conceptual de un distrito de enfriamiento en la zona metropolitana de Bucaramanga*. <http://hdl.handle.net/20.500.12749/6966>
- Forética (2022). *Innovación y financiación: los pilares para la transformación circular*. https://foretica.org/wp-content/uploads/Innovacion_y_Financiacion_Economia_Circular.pdf
- Gil-Jasso, N., Giles-Mazón, E., Soriano-Giles, G., Reinheimer, E., Varela-Guerrero, V. & Ballesteros-Rivas, M. (2022). A methodology for recycling waste expanded polystyrene using flower essential oils. *Fuel* 307(2022), 121835. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.121835>
- Global Zero Waste [GZW] (2024). *Norma Internacional Sistemas de Gestión Basura Cero Versión 5*. Estándar Global Basura Cero.
- Global Zero Waste [GZW] (s.f.). *Certificación en el Sistema de Gestión Zero Waste*. <https://basuraceroglobal.com/certificacion-en-sistema-de-gestion-basura-cero/preguntas->

- Olarte, S. (2022). *UPB se destaca entre las universidades colombianas sostenibles en el mundo*. <https://www.upb.edu.co/es/noticias/upb-destaca-entre-las-universidades-colombianas-sostenibles>
- Organización Internacional de Estandarización [ISO] (2024). *Economía Circular, medición y evaluación de la circularidad*. <https://www.iso.org/es/contents/data/standard/08/06/80650.html>
- Ortega, G. (2024). *Economía circular en las organizaciones: normas ISO 59000*. Universitat Politècnica de València. <http://hdl.handle.net/10251/204897>
- Pardo, J., Ocegueda, D., Sánchez, A. & Valdivieso, U. (s.f.). *Obtención de bioetanol a partir de residuos de cáscara y pulpa de piña (Ananas comosus)*. Universidad Iberoamericana Puebla, México. https://repositorio.iberopuebla.mx/bitstream/handle/20.500.11777/3857/bioetanol_modalidad%20poster_%20Articulo.pdf?isAllowed=y&sequence=1
- Pérez, J. & Quinchía, Y. (2019). *Revisión sistemática de parámetros de calidad de producción de biogás a partir de pulpa de café mediante digestión anaerobia*. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/25667/%20%09yaquinchiaj.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pixelabs (s.f.). *Gestión y análisis de residuos con inteligencia artificial*. <https://pixelabs-ai.com/es/ai-waste-engine-es/>
- Prieto, V., Jaca, C., & Ormazabal, M. (2017). Economía circular: relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación. *Memoria Investigaciones En Ingeniería*, (15), 85–95. <https://revistas.um.edu.uy/index.php/ingenieria/article/view/308>
- Reciclos (s.f.). *La App que te premia por reciclar*. <https://www.reciclos.com/#como>
- Territorios sostenibles (2020). *La UPB es carbono neutro Multicampus*. <https://territoriossostenibles.com/alianzas-y-gobernanza/la-upb-es-carbono-neutro-multicampus/>
- The Monopolitan (s.f.). *Recup-La startup que quiere terminar con los vasos desechables*. <https://themonopolitan.com/2019/10/recup>
- Triviño, J., Contreras, J., Amorocho, C. & Sánchez, J. (2021). *Obtención de bioproductos a partir de residuos del beneficio húmedo del café (pulpa)*. <http://www.scielo.org.co/pdf/biote/v23n2/0123-3475-biote-23-02-6.pdf>
- Universidad Nacional de Colombia [UNAL] (2022). *Pacas biodigestoras: Una solución para aprovechar los residuos orgánicos*. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín <https://minas.medellin.unal.edu.co/noticias/5036-pacas-biodigestoras-una-solucion-para-aprovechar-los-residuos-organicos>
- Universidad Pontificia Bolivariana [UPB] (2017). *Casa inteligente: Una vivienda sostenible en Medellín*. <https://www.upb.edu.co/es/noticias/vivienda-sostenible-medellin>

-
- Universidad Pontificia Bolivariana [UPB] (2018). *Madera plástica con material reciclado*.
<https://www.upb.edu.co/es/noticias/madera-plastica-con-material-reciclado->
- Universidad Pontificia Bolivariana [UPB] (2022). *Reporte de Sostenibilidad UPB Multicampus 2022*.
<https://gconocimiento.upb.edu.co/gesdoc/Informacin%20Institucional/Reporte%20UPB%20Sostenibilidad%202022.pdf>
- Universidad Pontificia Bolivariana [UPB] (s.f.). *Campus Medellín*.
<https://www.upb.edu.co/es/universidad/nuestro-campus/campus-medellin>
- Universidad Pontificia Bolivariana [UPB] (s.f.). *Colegio de la UPB, Innovando y Transformando*.
<https://www.upb.edu.co/es/colegio/sobre-nosotros/historia-promesa-valor/historia-promesa-valor>
- Universidad Pontificia Bolivariana [UPB] (s.f.). *Sostenibilidad UPB*.
<https://www.upb.edu.co/es/sostenibilidad>
- WBCSD (s.f.). *Circular Transition Indicators V4.0: Metrics for business, by business*.
https://www.wbcd.org/wp-content/uploads/2023/09/Circular_Transition_Indicators_v4.pdf
- WWF (2023). *Colombia lanza el segundo Pacto por los Plásticos en América Latina*.
https://wwf.panda.org/wwf_news/?7818966/Colombia-lanza-el-segundo-Pacto-por-los-Plasticos-en--America-Latina.

Anexos

Anexo 1. Matriz DOFA (Documento de Excel aparte)

Anexo 2. Fotos de la Ecohuerta.



Algunos cultivos de la Ecohuerta.



Zonas de la Ecohuerta que requieren adecuación.

Anexo 3. Bebederos instalados en el interior de la Universidad Pontificia Bolivariana.



Uno de los bebederos de la UPB.



Número de botellas plásticas evitadas en uno de los bebederos a 12 de noviembre del 2024.

Anexo 4. Fotos del STAR.



Vista lateral del STAR.



Vista frontal del STAR.

Anexo 5. Fotos de muestras finales de la Escuela de Arquitectura y Diseño.



Muestras finales de los estudiantes de Diseño de Vestuario.



Muestras finales de los estudiantes de Diseño de Vestuario.



Muestra final estudiantes de Arquitectura.



Muestra final estudiantes de Arquitectura.



Algunos de los residuos generados al final de la semana de muestras finales de la Escuela de Arquitectura y Diseño (12 al 15 de noviembre del 2024).

Anexo 6. Fotos del proceso de compostaje de la UPB.



Residuos de poda y tala.



Camas de compostaje techadas de la UPB.

Anexo 7. Fotos de los biodigestores de la Universidad.



Biodigestor HomeBiogas.



Biorreactor CSTR.

Anexo 8. Fotos de algunos de los residuos aprovechables generados en la UPB.



Cartón plega.



Cartón corrugado y latas.



Botellas de plástico, archivo y plástico flexible.

Anexo 9. Fotos del lombricultivo.



Lombricultivo

Anexo 10. Fotos botellas de amor.



Proyecto Nutresa Retoma

Anexo 11. Matriz de priorización (Documento de Excel aparte).

Anexo 12. Poster

Escuela Ambiental

ESTRATEGIAS DE ECONOMÍA CIRCULAR EN EL ECO-CAMPUS UPB



ESTUDIANTE: Sofía Del Mar Rosero González

PROGRAMA: Ingeniería Ambiental

ASESORES: Danny Ibarra Vega y Mariluz Betancur Vélez

SEMESTRE: 2024-2



Introducción

El consumo de los recursos naturales ha alcanzado niveles alarmantes, poniendo en riesgo el equilibrio del planeta y, por lo tanto, es necesario buscar una alternativa como la **economía circular** que promueve un flujo cíclico para la extracción, transformación, distribución, uso y recuperación de materiales y energía de productos y servicios. En respuesta a esto, la UPB ha realizado excepcionales esfuerzos hacia la sostenibilidad, como lo demuestran sus certificaciones ambientales, es por esto que, el presente estudio busca **documentar las estrategias de economía circular existentes y proponer nuevas**, que permitan seguir fortaleciendo la sostenibilidad en el Eco-Campus UPB con el fin de continuar apropiando alternativas de aprovechamiento en las diferentes matrices ambientales.



Figura 1. Universidad Pontificia Bolivariana, sede Medellín. Fuente: UPB (s.f.).



Metodología

Para llevar a cabo este estudio, se estableció un enfoque metodológico que consta de las siguientes fases o etapas:

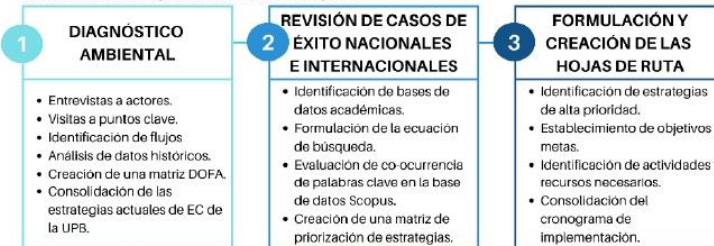


Figura 2. Metodología utilizada.



Resultados

• Diagnóstico ambiental

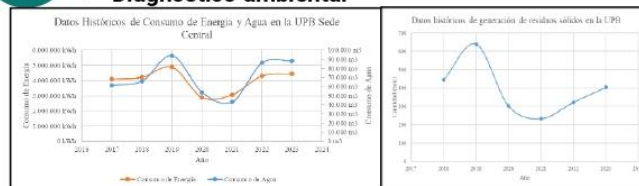


Figura 3. Consumo de agua y energía (izquierda), y generación de residuos (derecha) entre el año 2018 y el 2023.

• Revisión de casos de éxito nacionales e internacionales

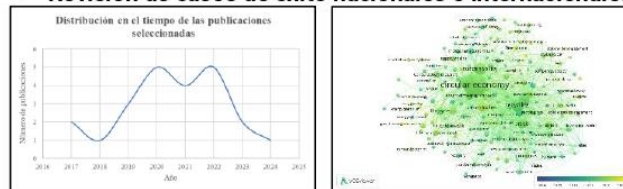


Figura 4. Distribución por año de las publicaciones seleccionadas.

Figura 5. Diagrama de co-ocurrencia de palabras clave en Scopus.

• Formulación y creación de hojas de ruta

Se realizó una hoja de ruta para cada una de las siete estrategias priorizadas, incluyendo objetivos, metas, indicadores, actividades a realizar, recursos y responsables, al igual que sus cronogramas de implementación correspondientes, lo cual se puede visualizar a través del siguiente código QR.



Conclusiones

La UPB es un referente en materia de economía circular, lo que se refleja en las 35 estrategias implementadas, que están en constante control y seguimiento.

Dentro de las estrategias propuestas destaca el intercambio de prendas de vestir y la ampliación de la capacidad de la universidad para gestionar los residuos de poda y tala.



Objetivos

Proponer estrategias de economía circular que permitan el fortalecimiento de la sostenibilidad en el Eco-Campus de la Universidad Pontificia Bolivariana sede Medellín.

- ✓ Realizar un diagnóstico del estado actual de economía circular en la Universidad, mediante una revisión de literatura y la recopilación de información primaria.
- ✓ Identificar nuevas estrategias de economía circular, basadas en las necesidades identificadas y en las oportunidades de mejora del sistema de gestión de la organización.
- ✓ Diseñar una hoja de ruta para la implementación de las nuevas estrategias.

DATOS DE CONTACTO DEL AUTOR



sofia.rosero@udea.edu.co



Escanea este QR para conocer más sobre el proyecto