

---

## Toma de decisiones en la adquisición de un biodigestor municipal para tratar residuos orgánicos en el destino turístico Cozumel

### *Decision making in the acquisition of a municipal biodigester to treat organic waste in the tourist destination of Cozumel*

Armando Alberto León-López<sup>1\*</sup>  
Alfonso González Damián<sup>1</sup>  
Crucita Ken Rodríguez<sup>1</sup>  
David Vargas del Río<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo, México

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente, México

\*Autor de correspondencia: a.leon@uqroo.edu.mx

Editores encargados: Dr. Oscar Frausto Martínez y Dr. Alejandro Escalera Briceño

Recibido: 20 de septiembre de 2022 - Aceptado: 20 de enero de 2023

---

#### Resumen

El objetivo es explicar los aspectos relacionados con el proceso de toma de decisiones por parte de actores involucrados en la adquisición de un biodigestor a escala municipal para tratar residuos orgánicos generados en actividades turísticas de Cozumel, con encuadre en el marco conceptual de la economía circular. El estudio de caso se desarrolló en dos fases. En la primera, mediante la revisión de documentos técnicos, gubernamentales y diarios locales, se conceptualizó la gestión de residuos sólidos en el destino turístico Cozumel. Para la segunda, se realizaron entrevistas a informantes clave y se hizo un análisis de contenido mediado por software. Como principales resultados se obtuvieron modelos explicativos respecto a los obstáculos en la implementación de un biodigestor compatible con la economía circular para Cozumel. Asimismo, se identificaron los principales obstáculos en la implementación del biodigestor, como: la necesidad de fortalecer instrumentos jurídicos y económicos, y la falta de interés y liderazgo ambiental de la red de actores. Del mismo modo, los factores potenciales para la posible adquisición son aspectos técnicos y financieros para la inversión, oferta de proveedores *ad hoc* y las exigencias del mercado turístico para la competitividad ambiental de la isla.

*Palabras clave:* Islas, Sostenibilidad, Turismo, Residuos sólidos, Economía circular

#### Abstract

The aim is to explain the aspects related to the decision-making process of the actors involved in the acquisition of a biodigester at local government level for the treatment of the organic waste produced by the tourist activities in Cozumel, under a circular economy framework. The case study was developed in two stages. During the first one, through the review of technical and government documents and local newspapers, the solid waste management at the tourist destination was conceptualized. For the second stage, interviews to key informants were carried out and content analysis was made supported using software. As main results, explanatory models were obtained regarding the obstacles to the implementation of a biodigester that could be compatible with circular economy in Cozumel. Also, the main obstacles to the implementation of the biodigester were identified, such as: the need of strengthening the economic and legal instruments, and the lack of interest and environmental leadership among the actors' network. Likewise, the potential factors for the prospective acquisition are technical and financial aspects for investment, existence of ad hoc suppliers, and the demands of the tourism market for the environmental competitiveness of the island.

*Keywords:* Islands, Sustainability, Tourism, Solid waste, Circular Economy

## Introducción

Uno de los mayores desafíos para la sostenibilidad de la actividad turística en las islas es la gestión integral de residuos sólidos (GIRS). A pesar de los esfuerzos llevados desde el año 2006 por parte de la municipalidad del Destino Turístico Insular (DTI) Cozumel y la Agencia de Cooperación Alemana (GIZ, por sus siglas en alemán), la isla es considerada como el territorio insular de mayor generación de residuos sólidos (RS) en la entidad federativa Quintana Roo (México), con una producción de 98 toneladas diarias (t/d) (Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2012).

A principios del año 2017, la GIZ presentó el programa Aprovechamiento energético de residuos urbanos para la isla de Cozumel, mejor conocido como “ENRES”, el cual promueve (en Cozumel) la implementación de un biodigestor municipal (BIOM a partir de ahora), diseñado con una capacidad de tratamiento para 10 t/d de la fracción orgánica de residuos provenientes de actividades relativas al turismo (GIZ y Taaf, 2018), sin que hasta el momento se haya logrado la adquisición de dicha tecnología.

A pesar de las implicaciones positivas a la sostenibilidad de la isla que conlleva la implementación de la tecnología, además de la compatibilidad con enfoques novedosos como el de la economía circular (*cf.* Merli et al., 2018:715-716), hasta el momento en el que se escriben estas líneas, no se ha llegado a una resolución para su adquisición ni apoyo contundente por parte de los actores locales involucrados en la toma de decisiones en Cozumel.

Lo anterior, de acuerdo con autores como Söderholm et al. (2019:309), puede explicarse debido a que las nuevas tecnologías sostenibles pueden encontrar diversos obstáculos, sobre todo cuando las tecnologías tradicionales establecidas tienden a estar entrelazadas con los modelos comerciales dominantes, las cadenas de valor, estándares de las industrias y, del mismo modo, a niveles institucionales.

Por otro lado, la literatura se encuentra limitada en propuestas conceptuales y análisis empíricos, donde se explique cómo las políticas públicas de corte ambiental pueden fortalecer la toma de decisiones y generar buenas prácticas colaborativas en las redes de actores locales (McCann y Soete, 2020; Söderholm et al., 2019); además, se asume la implementación de las mismas como un proceso ganar-ganar, dejando de lado la comprensión de potenciales tensiones y conflictos de interés entre los diversos actores, lo cual indica la necesidad de modelos que muestren que su comercialización es viable, tanto a nivel económico, como social y cultural (Tura et al., 2019).

El objetivo es identificar y explicar los factores relacionados con el proceso de toma de decisiones por parte de los actores involucrados en la adquisición de un BIOM para dar tratamiento a la fracción orgánica de RS generados a partir de actividades turísticas en la isla de Cozumel (México).

El artículo presenta una revisión de la literatura relativa a las temáticas de la gestión sostenible de residuos sólidos en islas y el proceso de toma de decisiones, y el enfoque circular e implicaciones para la toma de decisiones sostenibles en islas; posteriormente, se explica la metodología del presente estudio de caso y, por último, se presentan las conclusiones.

### *La gestión sostenible de residuos sólidos en islas y el proceso de toma de decisiones*

La primera ocasión que fue tratada la sostenibilidad en la agenda de los territorios insulares se llevó a cabo durante la Conferencia Mundial de la ONU sobre el Desarrollo Sostenible en islas y pequeños estados insulares celebrada en Barbados en 1994 (Mata, 2006). En dicho evento se trató de definir las principales estrategias y planes de gestión ambiental para la conservación de las islas y para la adaptación al cambio climático (Connell, 2018:4).

En la actualidad, las propuestas de gestión indican que dichos agentes deben manejarse a través del compromiso de los tomadores de decisión como una problemática sostenible en los aspectos económico, ambiental y social, donde no basta la implementación de soluciones técnicas, sino que es necesario fortalecer el grado de participación y consenso entre todos los sectores involucrados, siendo ellos gobiernos, empresas, sociedad civil, entre otros (Fuldauer et al., 2019).

Mientras tanto, la evidencia señala que en las islas que dependen del turismo como principal actividad económica (particularmente los llamados Pequeños Estados Insulares en Desarrollo), existe una producción promedio de RS de 1.29 kg/cápita/d, la cual es similar a los países integrantes de la OCDE, con 1.35 kg/cápita/d (Mohee et al., 2015:540–541).

Entre las regiones insulares destaca la de las islas del Caribe, con 1.61 kg/cápita/d, lo cual se relaciona con la presión complementaria de los visitantes, aunada a la producción *per se* de los anfitriones (Eckelman et al., 2014). Por otro lado, la composición de los residuos en dicha región también presenta patrones particulares, ya que se produce un promedio aproximado de 44% de residuos orgánicos, junto a un 43% de materiales inorgánicos reciclables (papel, plásticos, vidrio, metales) y un 13% de otros residuos (Mohee et al., 2015).

Debido a esto, el turismo por ser una actividad económica dependiente de la conservación de sus patrimonios naturales y culturales debe encontrar formas de integrar estrategias de sostenibilidad factibles en los negocios, aspecto fundamental para la competitividad de los destinos (Hernández-Mogollón et al., 2013), a la vez que este tipo de toma de decisiones no deben perder de vista el aseguramiento del bienestar a través del tiempo de las partes interesadas, empleados y sociedad en general, para lo cual se debe incorporar un enfoque de demanda y concentración en recursos e iniciativas locales para su viabilidad social, política y cultural (Calabrese et al., 2019; McCann y Soete, 2020; Tura et al., 2019).

### **Enfoque circular e implicaciones para la toma de decisiones sostenibles en islas**

De acuerdo con Kirchherr et al. (2017:224-225), la EC puede definirse como un sistema económico que reemplaza el enfoque “*end of life*” por estrategias como la de reducir, reusar, reciclar y reconvertir materiales en procesos de producción, distribución y consumo, con una visión sostenible de preservación ambiental, prosperidad económica y equidad social intergeneracional, y a la vez considerarse una alternativa a la problemática de los RS (Araujo et al., 2018).

En el turismo, si bien el modelo de la EC es novedoso y atractivo también es una realidad que es relativamente desconocido entre los actores de la gestión turística (Aryal, 2020); así, este concepto puede tener éxito en el manejo sostenible de RS generados en territorios insulares, debido a la propuesta de actividades exhaustivas de reciclaje en orientación de *ciclo cerrado* (Fuldauer et al., 2019), y al aprovechamiento de la composición, principalmente orgánica de las islas, como el compostaje y la digestión anaeróbica a nivel municipal (Graziani, 2018).

Sin embargo, las barreras en la implementación de la EC como sistema económico pueden ser de naturaleza externa o interna a las organizaciones. Ejemplo de barreras externas son la falta de regulación política o de incentivos económicos, y de internas, la falta de capacidades técnicas, presupuestos a proyectos con enfoque circular (Prieto-Sandoval et al., 2017) o poco interés en temáticas ambientales por parte de los altos mandos jerárquicos (Lahane et al., 2020).

Por otro lado, los gobiernos pueden influir en el mercado de producción y consumo sostenibles a través del fortalecimiento de políticas relativas a contrataciones públicas y compra de bienes, productos y servicios. Esto se demostró con el Plan de Acción para la Economía Circular de 2015 por la Unión Europea y que, posteriormente, en 2017, reportó beneficios de hasta el 14% del producto interno bruto europeo (Sönnichsen y Clement, 2020:2).

Sönnichsen y Clement (2020:4), a través de la literatura, ubicaron las mejores prácticas respecto a la transición e implementación del modelo en las adquisiciones públicas con enfoque circular, enfocándose en las dinámicas institucionales y de gestión; encontraron tres categorías principales con subcategorías, las cuales ayudan a conseguir una interpretación del estado situacional de una contratación pública con enfoque circular, a saber:

- *Aspectos organizacionales*: incluyen el tamaño de la organización, gestión estratégica de altos mandos y políticas de calidad en los contratos
- *Comportamientos y prácticas individuales*: incluyen gestión interdepartamental y capacidad de agencia, creencias, niveles de concienciación y principios de cada actor
- *Herramientas operativas*: se refieren a herramientas de proceso y priorización, emisiones de gas de efecto

invernadero como herramientas de evaluación, establecimiento de criterios estandarizados y aspectos jurídicos y la selección de proveedores

Si bien la literatura da cuenta de la importancia de la implementación de tecnologías sostenibles para transitar a modelos de gestión más sostenibles, y recomienda la reestructuración de instrumentos jurídicos, diseño de instrumentos económicos con incentivos empresariales, y no perder de vista la importancia de las agendas de concienciación ambiental en todos los niveles sociales y políticos (Rodić y Wilson, 2017), también se ha reportado la necesidad de estudiar las tensiones generadas entre los actores involucrados en la toma de decisiones (Tura et al., 2019). Lo anterior, debido principalmente a los riesgos que se deben asumir para las tasas de retorno a largo plazo, desconocimiento en la operación, además de incertidumbre en cuestión del comportamiento del mercado y cambios en las legislaciones y normativas (Tura et al., 2019). Esto puede derivar en falta de cooperación, brechas de conocimiento y limitaciones institucionales (Söderholm et al., 2019). De ahí la importancia de trabajos que impliquen la comprensión de los aspectos relacionados al proceso de toma de decisiones a nivel local.

### **Metodología**

Se realizó análisis documental para obtener información acerca del manejo de los RS en Cozumel, específicamente los generados a partir de actividades turísticas. Se consultaron diarios locales, informes técnicos y gubernamentales, que permitieron una aproximación a la explicación del manejo de residuos en plazas comerciales, muelles de cruceros, servicios públicos, mercados y hoteles en la isla. Los principales resultados se presentan en la sección “La gestión de residuos sólidos relacionados al turismo en la isla de Cozumel”, del apartado Resultados y discusión.

Con la información obtenida en el proceso documental, se diseñó y aplicó una guía de cuestionario semiestructurado a informantes clave, los cuales fueron seleccionados de manera sucesiva a partir de la técnica de bola de nieve. Los temas cuestionados en cada entrevista fueron acerca de la política general de GIRS en la isla (I), las fases del manejo de los RS –desde la generación hasta la disposición final– (II), y acerca de procesos técnicos relativos al reciclaje o algún proyecto de adquisición tecnológica a nivel municipal para el tratamiento de los residuos (III); en este último se identificó el proceso de implementación del BIOM, por lo que se profundizó con cada informante involucrado.

Al final, se incluyeron 13 entrevistas semiestructuradas a informantes clave, todos ellos físicamente localizables en la isla y con el criterio de que fueran reconocidos por los demás integrantes como parte de los actores locales involucrados, así como que estuvieran directamente relacionados con

alguna de las fases logísticas y operativas del manejo de los residuos orgánicos. El criterio definitivo para la inclusión de los representantes fue que tuvieran disponibilidad de participar.

Se entrevistaron cuatro informantes de los sectores *Gobierno* (municipal) y tres del de *Manejo de residuos*. Por parte del sector *Turismo* se entrevistó a un gerente de hotel de cadena internacional que reportó contar explícitamente con un área de sostenibilidad como parte de su gestión hotelera, y a los responsables del manejo de RS de dos áreas comerciales de muelles. Por último, para el sector *Social*, se entrevistó a dos integrantes de colectivos ciudadanos y a un representante de una asociación civil (**Tabla 1**).

**Tabla 1.** Relación de informantes clave por actor

Sector	Institución/entidad	Informante (seudónimo)
Gobierno	Ayuntamiento Municipal de Cozumel	Centro de Acopio Municipal (A-I)
		Subdirección de Ecología (A-II)
		Dirección de Ingresos (A-III)
		Jefatura de la Unidad de Supervisión y Vigilancia (A-IV)
Manejo de residuos	ECS-RS; Consultoría ambiental	Relleno sanitario de la ECS-RS (B-I)
		Coordinación de la ECS-RS (B-II)
		Consultoría ambiental (B-III)
Turismo	Hotel de cadena; Puertos internacionales y plazas	Responsable de residuos en plaza comercial de cruceros 1 (C-II)
		Responsable de residuos en plaza comercial de cruceros 2 (C-III)
Social	Colectivo ambiental; Asociación Civil	Integrante colectivo ambiental ciudadano 1 (D-I)
		Integrante colectivo ambiental ciudadano 2 (D-II)
		Asociación Civil (D-III)

ECS-RS: Empresa Concesionaria del Servicio de Residuos Sólidos

Fuente: elaboración propia

Para la codificación se siguieron las recomendaciones dadas por Rädiker y Kuckartz (2020), quienes indican que las categorías tienen una naturaleza que va desde su amplitud de contenido, nivel de abstracción y cuán estrechamente estén relacionadas con el material empírico, así como el encuadre teórico. Los mismos autores mencionan que en MAXQDA

2020 los términos “código” y “categoría” son sinónimos (Rädiker y Kuckartz, 2020:79).

En MAXQDA 2020, la estructuración del sistema de categorías y subcategorías, o codificación, se dio a través de la asignación de un código a una parte seleccionada de los datos en los textos (entrevistas para este caso), lo cual se realizó en dos pasos:

- El primero fue un análisis deductivo de los temas y subcategorías basadas en la revisión de Sönnichsen y Clement (2020) acerca de las adquisiciones públicas circulares, las cuales fueron ajustadas al caso Cozumel, quedando: (1) *aspectos organizacionales*; (2) *comportamiento y prácticas individuales*; y, (3) *herramientas operativas*.
- El segundo paso fue un análisis inductivo para ampliar las categorías del paso uno y obtener subcategorías, en relación con el análisis deductivo del primero.

Se obtuvieron tres modelos explicativos del proceso de adquisición del BIOM. El primero refiere a la matriz de categorías y subcategorías acerca de los principales actores involucrados en la toma de decisión (**Figura 1**); el segundo refiere a una estadística de subcategorías codificadas para *herramientas operativas* para la toma de decisiones en la circularidad (**Figura 2**); y, finalmente, el tercero que representa un diagrama de la subcategoría *implementación del BIOM* (**Figura 3**).

## Resultados y discusión

### *La gestión de residuos sólidos relacionados con el turismo en la isla de Cozumel*

La isla de Cozumel es la tercera isla más grande de México con una longitud máxima de norte a sur de 45 km y distancia máxima este a oeste de 15 km, lo cual representa aproximadamente un área de 684.48 km<sup>2</sup>; asimismo, se encuentra ubicada en la costa este de la península de Yucatán en la entidad federativa Quintana Roo (Steenbeck et al., 2016); cuenta con una población actual local de 88 626 habitantes de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2021), una infraestructura de 66 hoteles con capacidad de 4 701 cuartos, su actividad más importante es el turismo, con una derrama económica para 2019 de \$1 265.51 millones de dólares (Secretaría de Turismo, 2019).

Las principales actividades económicas históricas de Cozumel han sido su condición de aduana para el comercio de materias primas durante el siglo XIX (Rodrigues Carvalho, 2015:156–157); y más recientemente, en 1968, comenzó su configuración DTI de cruceros más importante de México y el segundo en la región del Caribe, solo después de las islas Bermudas (Santander y Ramos, 2011).

La **Figura 1** muestra el histórico de pasajeros de cruceros a Cozumel desde 2007 hasta 2019, donde se observa la evolución en el comportamiento al alza en el destino

turístico. Respecto a la generación de RS, la política de cruceros en México aspira a impulsar el turismo, potencializar el flujo de buques y pasajeros, y promover el crecimiento ordenado de la industria; asimismo, la legislación prohíbe la descarga de RS en los destinos turísticos mexicanos (González, 2019:131–132).

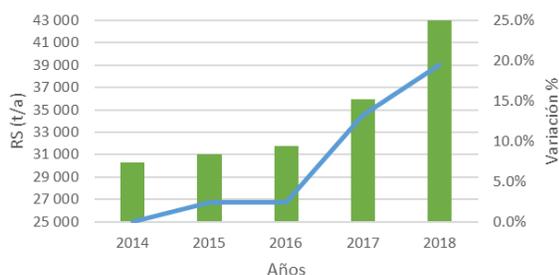
**Figura 1.** Número de turistas por año para Cozumel, 2007-2019



Fuente: elaboración propia con datos de Secretaría de Turismo, 2019

En 2012, Cozumel fue categorizada como la isla de mayor generación de RS en Quintana Roo, con una generación de 98 toneladas diarias (t/d) (Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2012:34), cifra al alza en 2018 con aproximadamente 112.5 t/d (INEGI, 2019). De acuerdo con datos obtenidos directamente a través de la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo (SEMA), esto representa poco menos del 20% de variación porcentual respecto al año subsecuente inmediato, tal como puede observarse en el histórico de RS de la **Figura 2**.

**Figura 2.** Histórico de la generación de residuos sólidos en Cozumel para los años 2014-2018 (toneladas anuales y variaciones porcentuales)



Nota: los datos se presentan en toneladas anuales (t/a) de RS y representan los totales generados para Cozumel (población + turismo), también se muestra el continuo de las variaciones porcentuales por año

Fuente: elaboración propia con cifras oficiales y disponibles otorgadas directamente por la SEMA

Asimismo, se han celebrado convenios de cooperación por parte del Ayuntamiento de Cozumel junto a organismos internacionales, como la GIZ, que desde el año 2006 han derivado en el diseño e implementación de políticas relacionadas con la GIRS (Ruíz y Hernández, 2013). El último fue la presentación del programa “ENRES” de Cozumel, que sugiere la adquisición de un BIOM para el tratamiento a cerca de 10 t/d de residuos orgánicos (GIZ y Taaf, 2018).

Esta adquisición ubicaría a la isla como líder en la región del Caribe, con indicadores de eficiencia energética del 38.7%, capacidad de capturar 5 272 toneladas anuales de dióxido de carbono equivalente, e ingresos netos anuales de \$ 739 550.00 pesos mexicanos, mediante venta de composta y ahorros energéticos (GIZ y Taaf, 2018). Sin embargo, a la fecha, no ha habido capital de inversión con tal finalidad.

### Problemática de la adquisición del biodigestor

El proceso de análisis en el software MAXQDA 2020 estableció el sistema de categorías y subcategorías para el caso Cozumel, como a continuación se presenta. Los cuadros de mayor grosor representan el peso de cada subcategoría, presentadas por actor. Además, como puede observarse en las sumas de la fila inferior de la **Figura 3**, el actor con mayores puntuaciones refiere al actor *turismo*, seguido de los actores *gobierno* y manejo de residuos, y en última posición el actor *social*.

**Figura 3.** Matriz de categorías y subcategorías del análisis de los datos cualitativos (principales actores involucrados)

Sistema de códigos	Manejo de residuos	Social	Turismo	Gobierno	SUMA
Aspectos organizacionales					0
Colaboración social					13
Involucramiento ciudadano					21
Rol empresarial					31
Organización intersectorial					39
Implementación del BioM					42
Responsabilidades asignadas					22
Comportamiento y prácticas individual					0
Actitud hacia la innovación					33
Concienciación ambiental					38
Capacidad de gestión					33
Liderazgo ambiental					29
Herramientas operativas					0
Impulso local					11
Exigencias del mercado					35
Inversión					40
Aspectos jurídicos					35
Oferta de proveedores					36
Σ SUMA	107	104	132	115	458

Nota: la matriz presenta la distribución de códigos asignados a cada entrevista en función de cada actor en la investigación. El tamaño de los cuadros está en función de cuántas veces fue asignado un código a un texto (entrevista por informante) respectivo. La fila inferior, así como la última columna de la derecha, reflejan sumas-resumen, e indican cuántos de los códigos mostrados fueron asignados a cada concepto

Fuente: elaboración propia con base en los aportes de Sönnichsen y Clement (2020) y al análisis realizado en MAXQDA 2020 para el estudio de caso

La situación refleja mayor disposición del actor *turismo* por la adquisición municipal de la tecnología BIOM, debido al peso que le otorga a su *rol empresarial*, el cumplimiento de los aspectos turísticos, y a su *concienciación ambiental*;

sin embargo, también se percibe falta de *liderazgo ambiental* y poco interés al *impulso local* en la afinidad de cooperación clara entre los actores, lo cual es reportado en la literatura como una de las principales barreras para la implantación de políticas públicas con enfoque circular, debido principalmente a que no se encuentra en una agenda conjunta y convergente (Araujo et al., 2018:82).

### Aspectos organizacionales

En la **Figura 3** se observa que no hay coincidencia plena de intereses entre los actores. Así, mientras el actor *manejo de residuos* desvela mayor peso en el interés de la *implementación del BIOM*, el actor *social* se encuentra más preocupado por el *involucramiento ciudadano*; el actor *turismo*, por el *rol empresarial*; y el actor *gobierno*, por el *tamaño de la organización*.

No obstante, llama la atención que el actor *manejo de residuos*, a pesar de indicar un posicionamiento en favor de la implementación de la tecnología y del grado de influencia en la red de actores, también haya obtenido puntuaciones bajas en la *concienciación ambiental*. Esto es contradictorio a su visión como filial internacional de GIRS y con el discurso de sus representantes, quienes encuentran en el BIOM una posibilidad para mantener su liderazgo en la región de las islas del Caribe:

“Entonces poder desarrollar un biodigestor nos vuelve a poner a la cabeza de esto de la innovación, (...) de no solo estar enterrando la basura” (Entrevistado B-I, actor manejo de residuos).

De esta manera se percibe una contradicción entre las subcategorías de *concienciación ambiental e inversión*, ya que son factores explicativos de posición del actor *manejo de residuos*. Es decir, este actor antepone los beneficios económicos, sobre los beneficios sociales o ambientales, lo cual es un obstáculo para decisiones circulares (Araujo et al., 2018). Por otro lado, trata de deslindarse de tal responsabilidad, al proponer la inclusión de otro actor para llevar a cabo la inversión:

“[se debería] implementar un organismo descentralizado que se encargue de atar todos los cabos y de llevarlo de la forma como la GIZ lo hizo” (Entrevistado B-I, actor manejo de residuos).

Sin embargo, las demandas del mercado están en constante evolución y muestran exigencias relacionadas con el cuidado ambiental de los destinos, –lugares prístinos, certificaciones ambientales, limpieza urbana y reforestación, por ejemplo– (Imran et al., 2014). Por tanto, las incertidumbres operacionales, financieras y comerciales pueden ser consideradas como principales barreras, lo cual se podría atenuar mediante políticas con enfoque de sostenibilidad (Manniche et al., 2019).

En vista de esto, no debe dejarse de lado que el potencial para la aprobación contundente e implementación de

la tecnología podría llegar a través de un replanteamiento del esquema de modelos de negocios con un enfoque circular y en concentración con beneficios más bien sociales y ambientales. De esta manera, la tecnología BIOM sería una condición para darle viabilidad económica al destino, más que una oportunidad para reflexionar acerca de la sostenibilidad de la isla:

“[se trata de un] modelo de un biodigestor que procesa orgánicos y procesa tres ítems de entrada: procesa orgánicos, procesa sargazo y procesa lodos residuales” (Entrevistado D-I, actor social).

Esta tecnología, además de presentar una alta pertinencia social y ambiental, que repercute en el ámbito de los negocios, permite tomar acciones frente al cambio climático (como se infiere en la cita anterior). Por lo tanto, es un caso que muestra la necesidad de reestructurar las políticas públicas ambientales, para que incluyan elementos endógenos que redunden en el desarrollo local sostenible, al tiempo que contemplen la colaboración y el involucramiento de otros actores en la toma de decisiones, como la comunidad científica o la ciudadanía (Ayala-Orozco et al., 2018).

### Comportamiento y prácticas individuales

Dentro de los hallazgos en la categoría *comportamiento y prácticas individuales* (**Figura 3**), se tiene que la subcategoría de mayor peso para la red de actores es la *concienciación ambiental*, seguida de las subcategorías *actitud hacia la innovación y capacidad de gestión* y, por último, el *liderazgo ambiental*. Esto indica que, en conjunto, la estructura está consciente de la importancia de políticas ambientales, pero se deslindan del liderazgo para tomar acción.

Esta falta de *liderazgo ambiental* desencadena poca voluntad generalizada, pues si se observa la **Figura 3**, tanto el actor de *manejo de residuos*, como de *turismo*, otorgan pesos muy bajos a esta subcategoría. Actualmente el sistema adolece por tanto de una clara visión de sostenibilidad y se refleja en el contrato de concesión otorgado desde 2010 a la empresa ECS-RS por parte del municipio, que en su momento se comprometió a aceptar el manejo propuesto por la empresa, de recolección en el origen y confinamiento en relleno sanitario, y sin tomar en cuenta algún cambio o evolución en el servicio:

“(Se) piensa que el candado más fuerte es el contrato que tiene (ECS-RS) con el Ayuntamiento” (Entrevistado D-I, actor social).

La rigidez del contrato de concesión repercute negativamente en la *capacidad de gestión*. Por ejemplo, en el manejo que se da a la fracción orgánica por parte de la ECS-RS, donde el contrato ha puesto en segundo plano a su minimización y tratamiento sostenible. Al quedar suelto el asunto, surge un desinterés para la *implementación del BIOM* y se busca delegar el problema mediante esquemas de asociación público-privada (APP), tal como expresa el siguiente informante:

“El proyecto ya salió del archivo y se está analizando un esquema APP” (Entrevistado D-I, actor social).

Sin embargo, con la información hasta ahora analizada, la problemática no está relacionada con un problema de principios, sino de factibilidad técnica e incertidumbre en el financiamiento, situación que, en sí misma, es una barrera para la implementación de la EC en el contexto turístico, ya que es visto por las empresas del sector como un gasto, más que como inversión (Cornejo-Ortega y Dagostino, 2020), lo cual es urgente cambiar a nivel social, político y empresarial.

### Herramientas operativas

La evidencia dicta hasta el momento que el proyecto BIOM no encuentra afinidad a la red local de actores. Un problema fundamental es el haber sido propuesto de manera externa como medida de gestión por un organismo internacional. Si bien este actor demostró la factibilidad tecnológica y económica del biodigestor, no logró su implementación por no tomar en cuenta la factibilidad operativa a largo plazo. Por su parte, la red desveló conflictos de interés en asignar las responsabilidades técnicas y financieras, lo cual terminó por hacer que el organismo internacional abandonara de momento su implementación:

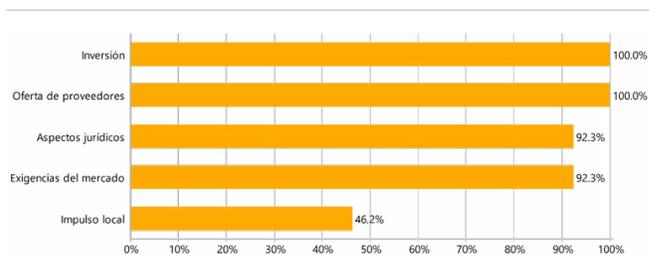
“Entonces ellos (GIZ) en la parte de ceder a quien le correspondería de los actores llevarlo a cabo, pues no le dan seguimiento al proyecto y se retiraron” (Entrevistado D-II, actor social).

La situación se explica debido a que la categoría de menor peso es el interés del *impulso local* (ver **Figura 3**). Este punto es uno de los principales retos a subsanar por la red, que coincide con la recomendación de diseñar regulaciones asociadas a incentivos económicos y sociales a nivel local para programas de reciclaje, economía circular y prevención de cambio climático que promueve la literatura académica (Prieto-Sandoval et al., 2017).

Así, mediante mecanismos para la participación de socios comerciales locales, se podría fortalecer la integración de modelos de negocio con un enfoque circular en el turismo, que sean la base en la innovación de productos o servicios a la demanda turística (Rodríguez et al., 2017).

Asimismo, la **Figura 4** ayuda a interpretar que subcategorías como la *inversión*, *oferta de proveedores*, *aspectos jurídicos* y las *exigencias del mercado*, pueden generar un espacio en los acuerdos para la aceptación de la tecnología. Sin embargo, esto debería ir acompañado de una reestructuración de dos vías, una a niveles de política ambiental externa y otra de concientización ambiental de actores a nivel interno, con la finalidad de encontrar esquemas de factibilidad en cuanto a la aceptación de negocios de mayor responsabilidad social, tanto desde lo empresarial como en lo público (Aldeanueva y Cervantes, 2019).

**Figura 4.** Resultados de las subcategorías de *herramientas operativas* para la toma de decisiones circulares



Nota: los porcentajes reflejan las frecuencias relativas de los códigos asignados a cada entrevista en función del concepto *herramientas operativas* para la toma de decisiones circulares

Fuente: elaboración propia a partir de los análisis con MAXQDA 2020

### Conclusión

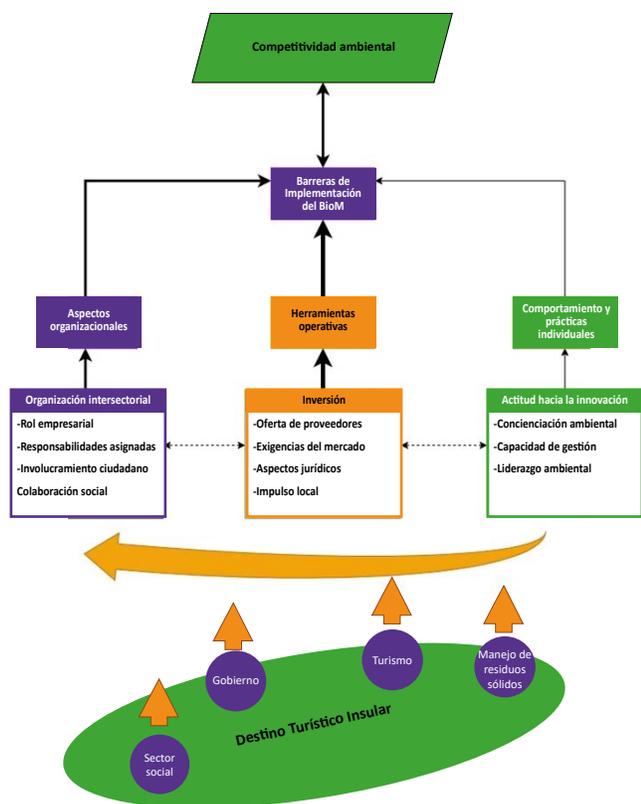
El más importante hallazgo del estudio se encuentra en la identificación de los principales obstáculos a los que se enfrenta la implementación del BIOM en Cozumel, los cuales ubican con el menor peso relativo, al impulso local, no solo en la puesta en marcha de la nueva tecnología, sino en nuevas formas de hacer negocios, lo cual se podría lograr con regulaciones de aspectos jurídicos en materia de manejo de RS y nuevos esquemas de cooperación e inversión con un enfoque circular.

Del mismo modo, se identificaron los principales factores que incentivan la implementación del BIOM, el alto peso que se otorgó a las herramientas operativas a través de la inversión, aspectos técnicos y jurídicos, en la relación con la oferta de proveedores y, particularmente notable, las exigencias del mercado turístico que acude al destino (**Figura 5**).

Estos hallazgos tienen implicaciones en un sentido práctico para Cozumel, puesto que denota que es la industria turística la que tiene la posibilidad de incentivar la adopción de enfoques como el de la EC, especialmente por la importancia de mostrar una alta calidad ambiental como elemento central de la oferta (Hernández-Mogollón et al., 2013). A su vez, resulta importante destacar la necesidad de que el sector gubernamental fortalezca los aspectos jurídicos para dar certidumbre no únicamente a la instalación del BIOM sino a su operación y funcionamiento óptimos.

En torno a posibles líneas futuras de investigación, se plantea profundizar en la identificación de condiciones para la implementación de iniciativas de EC, por lo que resulta deseable seguir profundizando en estudios sobre su factibilidad en términos socioculturales que complementen su desarrollo puramente tecnológico y los estudios de viabilidad financiera de su implementación.

**Figura 5.** Factores y contexto del proceso de implementación del BIOM, caso Cozumel



Nota: el grosor de las líneas de conexión indica la frecuencia de co-ocurrencia (Rädiker and Kuckartz, 2020); asimismo, las líneas punteadas, una relación no tan fuerte, pero de doble vía. El modelo refleja las relaciones entre las subcategorías de mayor peso y la de implementación del BIOM

Fuente: elaboración propia con base en análisis en MAXQDA 2020

## Agradecimientos

Parte de esta investigación se llevó a cabo bajo el financiamiento del CONACYT mediante beca de posgrado con número 277362 otorgada al primer autor.

## Referencias

Aldeanueva, I., y Cervantes, M. (2019). El desarrollo sostenible como imperativo estratégico: el contexto de la pequeña y mediana empresa latinoamericana. *Revista Lasallista de Investigación*, 16(2), 28–43. <https://doi.org/10.22507/rli.v16n2a3>

Araujo, G., De Nadae, J., Clemente, D., Chinen, G., y Monteiro, M. (2018). Circular Economy: Overview of Barriers. *Procedia CIRP*, 73, 79–85. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.04.011>

Aryal, C. (2020). Exploring Circularity: A Review to Assess the Opportunities and Challenges to Close Loop in Nepal

Tourism Industr. *Journal of Tourism & Adventure*, 3(1), 142–158. <https://doi.org/10.3126/jota.v3i1.31362>

Ayala-Orozco, B., Rosell, J., Merçon, J., Bueno, I., Alatorre-Frenk, G., Langle-Flores, A, y Lobato, A. (2018). Challenges and strategies in place-based multi-stakeholder collaboration for sustainability: Learning from experiences in the Global South. *Sustainability (Switzerland)*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/su10093217>.

Calabrese, A., Costa, R., Levaldi, N., & Menichini, T. (2019). Integrating sustainability into strategic decision-making: A fuzzy AHP method for the selection of relevant sustainability issues. *Technological Forecasting and Social Change*, 139, 155–168. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.11.005>

Connell, J. (2018). Islands: Balancing development and sustainability? *Environmental Conservation*, 45(2), 1–14. <https://doi.org/10.1017/S0376892918000036>

Cornejo-Ortega, J. y Dagostino, R. (2020). The tourism sector in puerto vallarta: An approximation from the circular economy. *Sustainability (Switzerland)*, 12(11). <https://doi.org/10.3390/su12114442>

Eckelman, M.J., Ashton, W., Arakaki, Y., Hanaki, K., Nagashima, S., Malone-Lee, L. (2014). Island waste management systems: Statistics, challenges, and opportunities for applied industrial ecology. *Journal of Industrial Ecology*, 18(2), 306–317. <https://doi.org/10.1111/jiec.12113>

Fuldauer, L.I. Ives, M., Adshead, D., Thacker, S., y Hall, J. (2019). Participatory planning of the future of waste management in small island developing states to deliver on the Sustainable Development Goals. *Journal of Cleaner Production*, 147–162. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.269>

GIZ y Taaf (2018). Presentación de resultados y avances a actores clave de la isla de Cozumel: Ayuntamiento de Cozumel.

Gobierno del Estado de Quintana Roo (2012). *Diagnóstico técnico de bienes de consumo que una vez concluida su vida útil pasan a ser residuos en islas del Estado de Quintana Roo*. México: SEMANA y Medio Ambiente-GIZ.

González, M. (2019). *Planificación, sustentabilidad e impacto de las actividades turísticas recreativas del pasajero de cruceros: estudio de caso Mahahual (Quintana Roo, México)* (Tesis doctoral). Universitat Rovira i Virgili.

Graziani, P. (2018). *Economía circular e innovación tecnológica en residuos sólidos. Oportunidades en América Latina*. Buenos Aires: CAF Vicepresidencia de Desarrollo Sostenible.

Hernández-Mogollón, J.M., Campón-Cerro, A.M. y Alves, H. (2013). Authenticity in environmental high-quality destinations: A relevant factor for green tourism demand. *Environmental Engineering and Management Journal*, 12(10), 1961–1970. <https://doi.org/https://doi.org/10.30638/eemj.2013.245>.

Imran, S., Alam, K., y Beaumont, N. (2014). Environmental orientations and environmental behaviour: Perceptions of protected area tourism stakeholders. *Tourism Management*, 40, 290–299. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tourman.2013.07.003>

INEGI (2019). *Residuos sólidos urbanos. Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México 2019*. <https://bit.ly/3Sf4Rfm> [2021, 15 de marzo].

INEGI (2021). *Censo Población y Vivienda 2020, Censos y Conteos de Población y Vivienda*. <https://bit.ly/3Uh6cnE> [2021, 15 de marzo].

Kirchherr, J., Reike, D. y Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources*,

- Conservation and Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Lahane, S., Kant, R. y Shankar, R. (2020). Circular supply chain management: A state-of-art review and future opportunities. *Journal of Cleaner Production*, 258, 120859. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120859>
- McCann, P., & Soete, L. (2020). *Place-based innovation for sustainability*. Publications Office of the European Union. <http://bit.ly/3Guldwn>
- Manniche, J., Larsen, K. T., Broegaard, R. B., y Holland, E. (2019). *Destination: A circular tourism economy*. A handbook for transitioning toward a circular economy within the tourism and hospitality sectors in the South Baltic Region, Centre for Regional and Tourism Research. European: Denmark Jesper.
- Mata, R. (2006). Desarrollo sostenible, insularidad y gobierno del territorio: la experiencia del PTI de Menorca. *Boletín de la A.G.E.*, 41, 183–198. <https://bit.ly/3dmxfgP>
- Merli, R., Preziosi, M. y Acampora, A. (2018). How do scholars approach the circular economy? A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 178(20), 703–722. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.112>
- Mohee, R., Mauthoor, S., Bundhoo, Z., Somaroo, G., Soobhany, N. y Gunasse, S. (2015). Current status of solid waste management in small island developing states: A review. *Waste Management*, 43, 539–549. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.06.012>
- Prieto-Sandoval, V., Jaca, M. y Ormazabal, M. (2017). Economía circular: relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación. *Memoria Investigaciones en Ingeniería*, 15(15), 85–95.
- Rädiker, S. y Kuckartz, U. (2020). *Análisis de Datos Cualitativos con MAXQDA. Texto, Audio, Video*. Berlin: MAXQDA Press. <https://doi.org/10.36192/978-3-948768003>
- Rodić, L. y Wilson, D.C. (2017). Resolving governance issues to achieve priority sustainable development goals related to solid waste management in developing countries. *Sustainability*, 9(3), 404. <https://doi.org/10.3390/su9030404>
- Rodrigues Carvalho, L. (2015). Expropiación de tierras ejidales como estrategia gubernamental para el desarrollo del turismo de masas en la isla de Cozumel, México. En G. Marín (Ed.) *Sin tierras no hay paraíso. Turismo, organizaciones agrarias y apropiación territorial en México* (155-182). PASOS Revista de Turismo y Patrimonio Cultural.
- Rodríguez, C., López, E., Florido, C. y Jacob, M. (2017). Economía circular y turismo en las Islas Canarias. En J. Benítez, A. González, C. Breede y L. Hernández (Eds.) *V Foro Internacional de Turismo Maspolas Costa Canaria. Desarrollo Integral de Destinos Turísticos* (66-76). Universidad de las Palmas Gran Canaria.
- Ruíz, F. y Hernández, G. (2013). *Programa municipal de prevención y gestión de residuos sólidos urbanos y de manejo especial de la isla de Cozumel*. En Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (Ed.). *Memorias del 5º Congreso Interamericano de Residuos Sólidos - Lima 2013*. <https://bit.ly/3SfONtS>
- Santander, L. y Ramos, M. (2011). El nacimiento de un destino turístico en el Caribe Mexicano. Cozumel, de isla abandonada a puerto de cruceros. *El Periplo Sustentable*, (21), pp. 5–30. <https://bit.ly/3UojiPVpdf>
- Secretaría de Turismo (2019). *Indicadores turísticos*. <https://bit.ly/3RS0Dxu> [2021, 5 April].
- Söderholm, P., Hellsmark, H., Frishammar, J., Hansson, J., Mossberg, J., & Sandström, A. (2019). Technological development for sustainability: The role of network management in the innovation policy mix. *Technological Forecasting and Social Change*, 138, 309–323. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.10.010>
- Sönnichsen, S. y Clement, J. (2020). Review of green and sustainable public procurement: Towards circular public procurement. *Journal of Cleaner Production*, 245, 118901. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118901>
- Steenbeck, T., Frausto, O., Schirmer, M., Koch, C. y Giese, S. (2016). Sustainable waste management: the example of the informal settlement “Las Fincas” on Cozumel Island, Mexico. En C.A. Brebbins y H. Itoh (Eds.) *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 187–194. <https://doi.org/10.2495/w160171>
- Tura, N., Keränen, J., & Patala, S. (2019). The darker side of sustainability: Tensions from sustainable business practices in business networks. *Industrial Marketing Management*, 77, 221–231. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2018.09.002>