

Evaluación de la eficiencia del Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos en el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo

Evaluation of the efficiency Integrated Management System for Urban Solid Waste of the in the municipality of Benito Juárez, Quintana Roo

Anahí Salazar-Rodríguez

Celia Hernández-Diego

Instituto Tecnológico de Cancún, México

Correos electrónicos: asrodriguez31@gmail.com, cehedi@hotmail.com

Recibido: agosto 07 de 2018

Aceptado: diciembre 19 de 2018

Resumen

Este trabajo identifica los elementos esenciales del Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (SiGIRSU) en el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, y evalúa su eficiencia a partir de veinte indicadores distribuidos en cuatro fases específicas: 1) volumen de generación y gestión (procesamiento), 2) organización y funcionamiento, 3) limpieza y recolección de residuos en avenidas, calles y playas, y 4) valorización, aprovechamiento, tratamiento y disposición final. Tiene una base sistémica de análisis que permite describir su estructura, organización y funcionamiento y así reconocer los actores que intervienen, elementos que lo acogen y las interrelaciones existentes. Este ejercicio señala como resultado un nivel medio de eficiencia global del sistema evidenciada por: una débil promoción de separación de residuos desde la fuente de generación, escasa participación de la población que impacta negativamente en los programas de aprovechamiento y valorización, zonas sin servicio de recolección que recuperan los residuos valorizables y eliminan los no valorizables con sus propios medios, contenedores públicos de residuos que en su mayoría no establecen una segregación mínima entre orgánicos e inorgánicos, descuido en el manejo de residuos peligrosos de origen domiciliario y la falta de acciones integrales entre los diferentes actores que participan del sistema.

Palabras clave: residuos sólidos urbanos, eficiencia y análisis de sistemas.

Abstract

This work identifies the essential elements of the Comprehensive Urban Solid Waste Management System (SiGIRSU) in the municipality of Benito Juárez, Quintana Roo and evaluates its efficiency from twenty indicators distributed in four specific phases: 1) volume of generation and management (processing), 2) organization and operation, 3) cleaning and collecting of waste in avenues, streets and beaches and 4) recovery, use, treatment and final disposal. It has a systemic base of analysis that allows describing its structure, organization and functioning and thus, recognizing the actors involved, elements that receive it and the existing interrelationships. The result of this exercise indicates an average level of overall system efficiency evidenced by: a weak promotion of waste separation from the source of generation; little participation of the population that negatively impacts the programs of exploitation and valorization, areas without collection service that recover valuable waste and eliminate non-recoverable waste with their own means, public waste containers that in their majority do not establish a minimum segregation between organic and inorganic; neglect in the management of hazardous waste from home and the lack of comprehensive actions between the different actors participating in the system.

Keywords: urban solid waste, efficiency and systems analysis.

Introducción

Cada día el mundo multiplica aceleradamente la producción de residuos sólidos domiciliarios, públicos e industriales. Hoy, el problema rebasa cualquier esfuerzo local y se ha convertido en una dificultad social, económica, sanitaria y ecológica en la escala internacional. Esta situación se refuerza con el uso cada vez más popular del empaquetado masivo de productos, la obsolescencia temprana o programada de artículos, cambios en los patrones de consumo y la ausencia o débil presencia de sistemas de gestión integrales para su manejo. Ante ello, han surgido una serie de alternativas que consideran reducir, reutilizar o reciclar los residuos pero se topan con limitaciones culturales, económicas, tecnológicas o ambientales. En el día a día no existen mecanismos eficientes que comprometan explícitamente a los generadores de residuos a la puesta en práctica de procedimientos modernos que ayuden a su minimización o eliminación. Además, entre los problemas asociados están la falta de estadísticas oficiales de su seguimiento, legislaciones ambientales relegadas, ayuntamientos rebasados en sus finanzas que ceden o delegan la responsabilidad a empresas u organismos descentralizados y ausencia de mediciones que se acerquen a la dimensión real que ha alcanzado la problemática de residuos. La alternativa es establecer mecanismos integrales que agrupen a actores, instituciones y sectores productivos y se evalúe permanentemente su eficiencia.

En el caso específico del municipio de Benito Juárez se presentan algunos problemas ambientales -como la generación y débil aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos- que se han recrudecido ante el desarrollo masivo de las actividades turísticas, el crecimiento poblacional derivado de los procesos de migración y la demanda creciente de productos y servicios. Aunado a este contexto, la gestión de los residuos se ha caracterizado por concentrar sus esfuerzos sobre todo en dos grandes momentos: la recolección y la disposición final. Sin embargo, este esquema dual de trabajo ha ido evolucionando hasta considerar e incluir el reciclaje, reuso, valorización y aprovechamiento, como partes fundamentales de una estructura cada vez más compleja.

Particularmente, en el 2012, el Ayuntamiento de Benito Juárez reconoció que la gestión integral de los residuos sólidos rebasaba su capacidad y esfuerzos; razón por la cual dio cabida al Organismo Público Descentralizado conocido como Solución Integral de Residuos Sólidos (SIRESOL) con la intención de marcar nuevas directrices de trabajo relacionadas con la concientización, aprovechamiento y valorización de los residuos. Posteriormente se incluyeron otros actores, como las empresas PIMSA (Promotora Inmobiliaria Majahual S.A. de C.V.) e Inteligencia México, encargadas de las labores relacionadas con la recolección, transporte, valorización y disposición final de los residuos. Asimismo, el propio Ayuntamiento de Benito Juárez propuso diversos programas para fomentar el aprovechamiento de los residuos a través del reciclaje y reuso, como el Reciclatón y el Programa de Intercambio de Plásticos por Plantas, desarrollados y promovidos principalmente por la Dirección General de Ecología. Con respecto a la

limpieza de vialidades y playas, el municipio, en trabajo colaborativo con otras dependencias como la Dirección General de Ecología, Dirección de Atención a Demandas Emergentes, Dirección de Zona Federal Marítimo Terrestre, Dirección de Bacheo, Pipas, Pozos y Limpieza de Playas y las “brigadas verdes”, ejecutan campañas diarias preventivas y correctivas que derivan de esta dimensión del sistema. Por otro lado, la iniciativa privada, sobre todo el sector hotelero también ha sido pieza clave en estas labores. Pero sin duda, la participación ciudadana es fundamental para potenciar cualquier esfuerzo. A pesar de esta suma de voluntades y mayor concientización de esta problemática, no ha disminuido la generación diaria de residuos en el municipio y se siguen perpetuando bajos porcentajes en su aprovechamiento y valorización.

Por lo anterior, este trabajo tiene como preocupación inicial identificar los elementos esenciales del Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (SiGIRSU) en el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo y evaluar su eficiencia a partir de veinte indicadores distribuidos en cuatro fases específicas: 1) volumen de generación y gestión (procesamiento), 2) organización y funcionamiento, 3) limpieza y recolección de residuos en avenidas, calles y playas y 4) valorización, aprovechamiento, tratamiento y disposición final. Tiene una base sistémica de análisis que permite describir su estructura, organización y funcionamiento y así, reconocer los actores que intervienen, elementos que lo acogen y las interrelaciones existentes. Este ejercicio permitió el análisis de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos a la luz de indicadores que permitieron evaluar su eficiencia, así como las interacciones de los actores que participan en todas las etapas del proceso para identificar la estructura, organización y funcionamiento del SiGIRSU. El resultado señala un nivel medio de eficiencia global evidenciada por: una débil promoción de separación de residuos desde la fuente de generación; escasa participación de la población que impacta negativamente en los programas de aprovechamiento y valorización; zonas sin servicio de recolección que recuperan los residuos valorizables y eliminan los no valorizables con sus propios medios; contenedores públicos de residuos que en su mayoría no establecen una segregación mínima entre orgánicos e inorgánicos; descuido en el manejo de residuos peligrosos de origen domiciliario y la falta de acciones integrales entre los diferentes actores que participan del sistema.

La mira del trabajo es lograr un mayor acercamiento de las dimensiones que alcanza el problema, agentes partícipes y cambio de prácticas cotidianas que se necesitan seguir. El punto principal es poder mostrar que una perspectiva sistémica de la problemática de residuos abonará en favor del ambiente, al considerar que existen actores y procesos que necesitan entenderse como elementos interrelacionados. Es decir, una visión en la que tiene cabida el reconocimiento de la conjunción de políticas públicas eficaces, estrategias de participación social, capacidades locales de organización y ejecución de acciones y estándares institucionales comunes de seguimiento y evaluación. Si no se conoce el tamaño y alcance de los múltiples problemas que vienen con los residuos, será más difícil generar

estrategias eficaces para su abordaje. Es necesario para ello entonces, tener datos confiables sobre cantidad, composición y destino de los residuos en todas sus fases, desde las fuentes de generación hasta su disposición o tratamiento final. Así es como se puede planificar, proyectar y atender las brechas de información existentes, proponer el uso de nuevas tecnologías ambientales, repensar el papel de la política pública en el ordenamiento territorial y en la ejecución de planes de manejo ambiental que garanticen el éxito de la gestión integral de residuos sólidos urbanos. Sin duda, las medidas resarcidas para hacer frente a los grandes volúmenes de residuos producidos hoy en día necesitan ser miradas desde ópticas de análisis más sistémicas e integrales.

Sistema de Gestión Integral de Residuos sólidos urbanos (SiGIRSU): consideraciones iniciales

Es indiscutible que toda actividad humana produce en sí misma algún tipo de residuo. En el pasado, la mayoría de los desechos fueron derivados de materias primas usados hasta su máxima expresión. Sin embargo, la intensificación de actividades productivas y el cambio tecnológico después de la Revolución Industrial tuvo como consecuencia un incremento notable en la producción de materiales de consumo asociados al crecimiento de bienes y servicios. Este contexto dio lugar a una intensiva generación de residuos de distinta naturaleza y, al mismo tiempo, una preocupación generalizada de diversos sectores de la población por la búsqueda de una correcta disposición. No obstante, las problemáticas asociadas como el consumo masivo, la contaminación y la sobreexplotación de recursos naturales y energéticos rebasaron cualquier esfuerzo positivo en la escala local y hoy en día constituyen uno de los problemas más acuciantes en la esfera global. Se ha convertido en un problema de deterioro ambiental y del paisaje que impacta directamente en la calidad de vida, salud humana y estrategias de gestión y manejo.

Para generar alternativas y acciones útiles que eliminen o minimicen sus impactos en el ambiente es necesario entender que forman parte de un sistema y que cualquier alternativa o cambio debe gestarse con esta óptica de por medio. Es decir, cualquier medida para resolver la problemática de residuos requiere la participación proactiva de ciudadanos, tomadores de decisiones y empresarios. Esta visión significa abarcar diferentes plataformas de gestión, desde las fuentes de generación, pasando por las políticas medioambientales y las acciones reversivas del daño ambiental desde el campo productivo. Es decir, la búsqueda por un sistema integral de residuos se recarga sobre el desempeño eficiente de las actividades, procesos, productos y servicios implícitos. Esta idea refleja un compromiso legal, institucional y social para generar cambios positivos en el ambiente que, necesariamente deben remitirse a entender la génesis y naturaleza de los residuos, escala de alcance e impactos en el paisaje. Así, el entendimiento sistémico de la problemática ambiental de residuos lleva a reconocer que existen diferentes factores, procesos, actores, consecuencias y costos. Por ello, es necesario evaluar los grados de eficiencia que forzarán

a entender causas y efectos de cada una de las dimensiones que componen un sistema como un todo.

De manera particular, un Sistema de Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (SiGIRSU) se caracteriza por un conjunto de actores, intermediarios, dependencias y organismos que participan y se interrelacionan en una o varias de las etapas centrales que contribuyen a la gestión integral de los residuos sólidos urbanos. Estas etapas abarcan, a su vez, diversas fases interrelacionadas tales como: a) concientización y capacitación constante de los actores clave que favorecen la reducción, reuso y reciclaje de los residuos; b) la separación primaria de los residuos generados; c) limpieza de vialidades y recolección de los residuos, d) recolección separada y transporte de los residuos, e) aprovechamiento y 6) disposición final. De manera simultánea, es necesario el reconocimiento de la definición precisa de las competencias y las relaciones entre las diferentes entidades involucradas para complementar las responsabilidades, afinar los mecanismos de funcionamiento, establecer los derechos, obligaciones y sanciones a que haya lugar. Esta idea tiene sus bases en el desarrollo, implementación y consolidación de operaciones de minimización, valoración y tratamiento integral de los residuos.

Los elementos fundamentales para asegurar el éxito de las acciones de mejora que se establezcan en un SiGIRSU también deberán estar basadas en el conocimiento de su funcionamiento y el constante monitoreo del comportamiento general (Vásquez, 2011). De igual modo, es necesario evaluar los elementos funcionales para su uso si todas las conexiones entre los elementos están agrupadas para una mayor eficacia, rentabilidad y aceptación social (Salazar y Pérez, 2012), por lo que es necesario considerar adicionalmente: 1) un sitio de disposición final tomando en cuenta iniciativas y propuestas para minimizar la generación y promover la valorización y aprovechamiento; 2) fomentar las actividades de reciclaje, reuso, donación, entre otras, de manera formal; 3) cuidar que el comercio informal de los residuos no signifique un daño potencial a la salud de las personas que los manejan debido a mínimas o ausentes medidas de seguridad y que a largo plazo los riesgos pueden superar los beneficios de valorizar esos residuos; y 4) divulgar la participación de la población en la elaboración de planes, políticas públicas y documentos especializados en el tema de residuos.

Por otro lado, Zaman, Shahidul y Swapan (2016) señalan que a nivel mundial un sistema de gestión es basado principalmente en la recolección de residuos de “uso final” impulsado por la tecnología, la gestión y los sistemas de tratamiento. Sin embargo, en algunos casos, la eliminación de los residuos se torna difícil por la ausencia de una autoridad que tenga competencia en todo el ciclo de la basura y en todo el territorio urbano (Durand y Metzger, 2009). Idea en la que también coinciden Sukholthaman y Sharp (2016) al señalar que la separación de los residuos en la fuente de generación y la participación pública simplifican los procesos de gestión, recolección, transporte, tratamiento, disposición final y suscita una exitosa gestión de los residuos. Además, conciben que un impacto ambiental

benéfico en la eficacia del sistema de recolección podría darse debido a los cambios significativos en la cantidad y calidad de los residuos que son enviados a los rellenos sanitarios (Sukholthaman y Sharp, 2016).

Por otra parte, el registro de estadísticas, monitoreo y evaluación constante son evidencias que ayudan a precisar el sistema en todas sus etapas de gestión. Además, son esenciales para conocer el propio estado del sistema e identificar sus cambios. Una evaluación cuantitativa e integrada del desempeño del SiGIRSU presenta un desafío epistemológico importante, pues implica la consideración simultánea de varias dimensiones: económica, social, ecológica, cultural y tecnológica y escalas de análisis espacial distintas, como hogar, zona urbana, sector turístico y municipal (Chifari, Piano, Bukkens, y Giampietro, 2016). La información generada por la evaluación es pertinente y útil para las diferentes partes integrantes del SiGIRSU, pues a partir de ahí se pueden tomar decisiones, cambios estratégicos y medidas de mitigación que se reflejarán en un mejoramiento del ambiente en general.

Medición de la eficiencia del SiGIRSU: una conjunción de indicadores ambientales, dimensiones y acciones

La intención inicial de estudiar la estructura, funcionamiento y organización del Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (SiGIRSU) en el municipio de Benito Juárez generó como propuesta metodológica que partió de una revisión y análisis de documentos especializados, para luego identificar y reajustar una serie de veinte indicadores ambientales divididos en cuatro dimensiones propuestas para su análisis y medir a partir de éstas el índice de eficiencia, tomando como base la percepción de los ciudadanos respecto a la gestión de los residuos a partir de una encuesta que permitiera conocer la frecuencia, eficiencia y calidad de servicios del manejo integral de los residuos por zonas. El levantamiento de la encuesta se llevó a cabo entre enero y marzo de 2018.¹

Para el levantamiento de la encuesta, se determinó inicialmente el tamaño de muestra a través de un muestreo probabilístico y la selección fue de forma aleatoria, en apego estricto a los criterios del muestreo determinístico, cuyos parámetros encajan con las variables a considerar en esta investigación de carácter exploratorio. A su vez, el cuestionario que fungió de base constó de 29 preguntas –en su mayoría cerradas–, divididas en función de las cuatro dimensiones del SiGIRSU (ver anexo 1). Fue aplicado en calles, avenidas y lugares concurridos del municipio. La muestra se eligió con un nivel de confianza de 99%, dando como resultado un tamaño de 990 encuestados a partir de las siguientes fórmulas (Quezada, 2015):

¹ Agradecemos el apoyo en esta actividad a Brandon Bernabe Mex Martínez.

$$(1) \dots \dots \dots n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$$

$$(2) \dots \dots \dots n_0 = \frac{Z_{\alpha}^2 \sigma^2}{E^2}$$

Donde:

n : Tamaño de la muestra.

n_0 : Tamaño de la muestra aproximado.

N : Tamaño de la población bajo estudio: 743,626 (INEGI, 2015, Encuesta Poblacional Intercensal).

Z_{α} : Valores correspondientes al nivel de significancia: 2.58 (valor obtenido de tablas de distribución normal).

E : Error de tolerancia de la estimación: 0.041 (este valor se encuentra entre el 0% y 10%, se elige por el investigador).

$\sigma^2 = PQ$: Varianza de la variable: $P=0.5$, $Q=1-P=0.5$ (cuando no se conoce la proporción estimada de la variable (P) se reemplaza por 0.5)

Sustituyendo los valores anteriores se obtiene que:

$$n_0 = \frac{2.58^2 \times 0.5 \times 0.5}{0.041^2} = 989.94$$

$$n = \frac{989.94}{1 + \frac{989.94}{743626}} \cong 990 \text{ personas a encuestar}$$

De manera particular, el análisis del SiGIRSU comprende cuatro dimensiones:

1. Volumen de generación y gestión (procesamiento). Comprendió indicadores relacionados con el nivel de generación de residuos y gestiones para minimizar el volumen y concientización de la población asentada del municipio.
2. Organización y funcionamiento del sistema de recolección. En esta dimensión se agruparon indicadores correspondientes a las labores de recolección y transporte de los residuos generados por la población asentada; refieren a la cobertura del servicio de recolección en el municipio en sus diferentes regiones, unidades vehiculares en operación y aquellas que cuentan con sistema de separación, volumen de residuos recolectados y grado de satisfacción con el servicio de recolección y transporte.
3. Limpieza y recolección de residuos en avenidas, calles y playas. Aquí se incluyeron indicadores relacionados con la cantidad de tiraderos clandestinos cercanos a las colonias de la población encuestada, así como el grado de satisfacción de la población asentada por la cantidad de contenedores en el municipio y las actividades de limpieza en avenidas, calles y playas.

4. Aprovechamiento, tratamiento y disposición final. Esta dimensión agrupó los indicadores correspondientes al tratamiento de los residuos recolectados, la fracción orgánica o inorgánica susceptible de ser aprovechada, residuos enviados al sitio de disposición de final y aquellos valorizados en los distintos programas de aprovechamiento.

A su vez, estas dimensiones conforman la estructura central para medir el índice de eficiencia del SiGIRSU, diseñado a partir del promedio de los valores parciales de los indicadores en cada una de las cuatro dimensiones. Finalmente, se sumaron los valores parciales de cada una de las dimensiones propuestas y se obtuvo la media final que evaluó al sistema en general. Los valores obtenidos en cada dimensión planteada se evaluaron de acuerdo con los siguientes parámetros: bajo, medio, alto y muy alto. Los cuatro rangos propuestos se clasificaron asignando un valor de 25 puntos a cada uno, considerando que bajo una perspectiva sistémica todas las dimensiones tendrían el mismo peso específico (ver cuadro 1).

Cuadro 1. Rangos y características de la eficiencia del SiGIRSU

Rango	Eficiencia	Características
0-25	Baja	El SiGIRSU necesita una reestructuración profunda en todas sus dimensiones, funcionamiento y organización.
26-50	Media	Algunas dimensiones del SiGIRSU funcionan, por lo que existen áreas de oportunidad para mejoras futuras.
51-75	Alta	Con ajustes aplicables se puede mejorar el SiGIRSU hacia una eficiencia superior en todas sus dimensiones.
76-100	Muy alta	El SiGIRSU funciona correctamente en todas sus dimensiones e interrelaciones y vínculos existentes entre los actores.

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente, se fusionaron en un mismo cuadro los resultados de los indicadores y los de la encuesta. A continuación se detallan sus resultados.

Dimensión 1: Volumen de generación y gestión (procesamiento). Uno de los principios que soportan los sistemas de gestión integral de residuos es la minimización desde la fuente de origen. Esto significa buscar medidas que reduzcan a su mínima expresión la generación de residuos. Comprende una serie de acciones destinadas también a la separación controlada de residuos peligrosos, contaminantes o de manejo especial. El éxito de la minimización depende en buena parte de la población que actúa sobre escenarios de cultura participativa consciente y responsable, que incluye acciones para cuidar el consumo innecesario de productos, atención a su calidad y separación adecuada al momento de desecharlos para mejorar el nivel de valorización posterior. En el caso de estudio, con relación a la separación desde la fuente de generación, es evidente que aún no existe una cultura generalizada. Este hecho se constata cuando el municipio participa con casi el 50% del total de los residuos generados en el estado de Quintana Roo (en el punto I.1

del cuadro 2 se describe cómo se obtuvo el resultado de la revisión bibliográfica realizada para conocer el SiGIRSU del municipio). Ésta fue la referencia para analizar el problema subyacente relacionado con el alto nivel de producción de residuos, bajos niveles de valorización y eficiencia en la gestión de su manejo. El siguiente punto considerado fue preguntar a los usuarios del servicio de recolección sobre la familiaridad y la definición del término residuo (ver cuadro 2, punto I.2). Al respecto, un 91% de los encuestados conoce el término “residuo” frente al 9% que lo desconoce. Sin embargo, este desconocimiento no es impedimento para que en su vida cotidiana lleven a la práctica acciones de separación, reciclaje y reúso y búsqueda de su valorización, incluso, a veces por encima de aquellas personas que sí conocen el concepto. Tampoco resulta una garantía automática que la mayoría de la población sepa qué es un residuo y con esto se establezca una minimización de los desechos.

La idea detrás es que al tener conciencia del significado de “residuo” y la diferencia respecto al término “basura” vendría a redundar en prácticas con mayor conciencia sobre la valorización de los subproductos generados a diario y que requieren de una separación adecuada para que no se contaminen y puedan entrar en una logística más eficiente de separación y valorización. Asimismo, la difusión de las diferencias entre residuo y basura se reforzaría con un plan integral de divulgación sobre el proceso de separación, sus beneficios y alcances. Es importante saber que la diferencia entre residuo y basura radica precisamente en que ambos son los remanentes de un proceso, producto o actividad realizada, pero el residuo es aquella materia prima o producto que después de usarse para otro fin puede incorporarse a un nuevo ciclo productivo y sólo cuando se convierte en algo inservible, sin interés o valor, se vuelve basura. Si un residuo se contamina o se mezcla, es más probable que se convierta en basura o desperdicio. En otras palabras, un desecho puede convertirse en basura o residuo si se logran pequeñas acciones que abonen en la separación desde la fuente de generación hasta su disposición final.

Mientras la basura es un desecho de uso final, el residuo es un desecho que puede ser reutilizado, reciclado o que puede entrar a un ciclo nuevo de aprovechamiento. Cuando se logra entender esta diferencia, se tendrá una mayor conciencia para mejorar el aprovechamiento de los residuos y que no terminen como basura cuando pueden ser aprovechados si aumenta el nivel de separación, cuidado de su manejo y su vida útil. Además, no utilizar los términos adecuados ni conforme al marco normativo vigente genera confusión entre la población, pues se utilizan indistintamente en la vida diaria y una de las principales diferencias conceptuales radica en las acciones de aprovechamiento que se realizan en el caso de los residuos sólidos; por lo tanto, existe una desvinculación con el problema ambiental al no realizar la segregación básica para su posterior tratamiento y destino final benéfico y valorizable.

Otro resultado de la encuesta es que el 73% de las personas manifestó no efectuar la segregación de los residuos en sus hogares frente al 27% que sí lo hace (ver cuadro 2, punto I.3). De este último grupo domina la separación básica, entre orgánicos e inorgánicos, con un 71% de la población que sí lo hace; otro 20% de la población implementa la separación promovida por SIRESOL (orgánicos, inorgánicos, inorgánicos no reciclables y de manejo especial) y el restante 9% realiza otro tipo de separación específica, por ejemplo, la población que no tiene acceso directo al servicio de recolección y que separa los materiales con alto

potencial de valorización (plásticos, latas de aluminio, vidrio, cartón, papel) con la finalidad principal de solucionar la ausencia de una recolecta formal y adicionalmente obtener un ingreso extra por los residuos valorizables. Esta situación es frecuente en los países latinoamericanos y del Caribe, siendo el sector informal el encargado del proceso de separación de residuos reutilizables, llegando incluso a convertir esta labor en su sustento principal (Sáez, Urdaneta y Joheni, 2014).

En el caso de estudio, si se tuviera como una iniciativa generalizada, el 73% de la población encuestada estaría dispuesta a implementar este ejercicio de participación y segregación de residuos, sobre el 27% que no lo haría por apatía, falta de tiempo o desconocimiento (ver cuadro 2, punto I.4). Con respecto a este punto, Bernache (2015) señala la importancia de incorporar al modelo de manejo de los residuos la puesta en marcha de programas de separación y reciclaje de los residuos por parte de los gobiernos locales, participación social y responsabilidad compartida en la gestión. En Benito Juárez, el programa de separación domiciliaria existe, sin embargo, no se lleva a cabo; incluso, se tiene la propuesta de establecer un sistema de recolecta diferenciada por días en la semana.

Con respecto a los beneficios obtenidos por separar los residuos desde la fuente de generación, el 59% coincide que el reciclaje es uno de los principales beneficios, el 16% externó que se favorecen los procesos de valorización de los acopiadores y recicladores, el 11% mencionó que existe un beneficio económico directo para la persona encargada de realizar esta acción, otro 11% señaló que se pueden aprovechar energéticamente los residuos, el 2% aludió que segregar los residuos no genera rendimientos y el 1% indicó que se generan beneficios de otro tipo. Sin embargo, existe un bajo porcentaje de la población que sigue la separación promovida por SIRESOL y que puede relacionarse con la falta de conocimiento del programa, pues el 84% expresó no conocerlo frente al 16% que sí ha recibido pláticas de capacitación en materia de residuos sólidos por medio de su trabajo o institución educativa (ver cuadro 2, punto I.5).

En la encuesta se registraron casos aislados que puntualizaban la existencia de programas de separación desde la fuente con días específicos para residuos orgánicos e inorgánicos. Algunos encuestados señalaron que esta experiencia había arrancado de forma, sobre todo en los nuevos fraccionamientos del municipio. También se puntualizó que algunas administraciones de los conjuntos residenciales apoyan estas nuevas iniciativas, lo cual facilita la gestión. Sin embargo, estas iniciativas sólo se practican aisladamente en algunas zonas del municipio. Con respecto a la composición porcentual de los residuos generados en los hogares, los residuos orgánicos, los plásticos y el papel representan el 28%, el 23% y el 19%, respectivamente, cuya suma alcanza un 70% del total; el resto son residuos inorgánicos generales de distintas características. Esto vislumbra el alto potencial que tendría una aplicación del programa de separación.

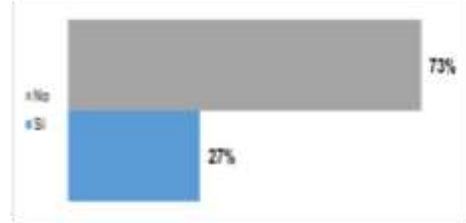
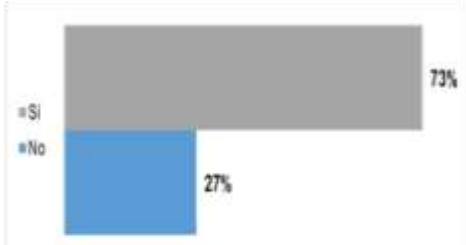
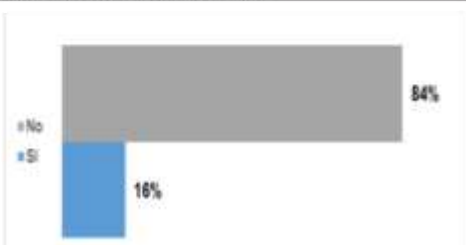
De manera general, la dimensión uno que refiere a la generación y gestión del SiGIRSU presenta un nivel de eficiencia medio de 51% que resume los parámetros anteriores (ver cuadro 2). Las gestiones para realizar una segregación primaria, es decir, desde la fuente de generación necesitan una reestructuración en cuanto a funcionamiento, organización y educación ambiental. En este punto, se puede atacar el problema desde cualquiera de los tres principales momentos que componen el proceso de generación: a) producción, b) comercialización o distribución, y c) consumo. En la primera, se pueden

tomar medidas integrales, desde aquellas que van a dar preferencia a la producción de bienes no peligrosos sobre los contaminantes o de alto riesgo o las que priorizan una vida útil o de reutilización más larga por encima de esquemas de obsolescencia programada o percibida. La segunda hace referencia a la búsqueda de diseños comercializables más sustentables que cuiden la presentación de los productos al disminuir el exceso de envoltorios, empaques no degradables, embalajes innecesarios y uso eficiente de transportes y combustibles entre la fuente de producción y consumidor final. En la tercera fase, la responsabilidad de prolongar la vida útil de los bienes se acompaña de acciones que eviten el consumo o generación innecesaria de residuos, preferencia de la reutilización sobre la compra de nuevos productos y su separación correcta llegado el momento de desecharlos. Esta última acción, sin duda, redundaría en el nivel de separación, aprovechamiento y valorización de los residuos en el municipio.

Dimensión 2. Organización y funcionamiento del sistema de recolección. Esta dimensión comprende aquellos indicadores relacionados con el sistema de recolección de residuos del municipio de Benito Juárez, información general del servicio y grado de satisfacción de la población. Ésta es una de las partes de mayor complejidad del SiGIRSU, ya que en forma particular comprende la logística para el retiro de los residuos de la fuente generadora (llámese hogar, comercio, vía pública), manejo de operaciones de carga (de bolsas o empaques acumulados en sitios formales o clandestinos, contenedores o sitios específicos), según ordenanzas municipales, establecimiento de horarios, rutas y frecuencia de recoja, manejo de personal, operarios, equipo y tecnología especializada. La organización del sistema de recolección incluye la logística para dar cobertura a todas las fuentes generadoras, llevar los residuos a centros de transferencia o acopio o sitios de disposición final. En el municipio de Benito Juárez, la recolecta de los residuos tiene diferentes formas; la más usada es aquella donde los usuarios dejan frente a sus casas sus bolsas o las depositan en canastillas o contenedores especiales. No hay un programa estricto de separación desde la fuente, aunque a partir de septiembre de 2017, SIRESOL está tratando de afinar el diseño de un programa para sensibilizar a la población sobre la separación correcta desde la fuente de generación, rutas y horarios de los recolectores.

Cabe destacar que de las 71 unidades (camiones recolectores) en operación en 2017, todas (100%) estuvieron en servicio activo (ver cuadro 3, punto I.6); condición que permitió mantener las cuotas de recoja de residuos en tres turnos con 115 rutas los 365 días del año. Sin embargo, aún no se tienen unidades de recolección con separadores de residuos específicos (0% de acuerdo con el punto I.7 del cuadro 3), característica asociada con el aumento de los costos de recogida, valorización, congestionamiento del tráfico y acortamiento de la vida útil de los camiones recolectores.

Cuadro 2. Volumen de generación y gestión (procesamiento) de residuos sólidos urbanos

I.1 Generación de RSU en el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.							
$PGRBJ: \frac{(GBJ * 100)}{GQR}$ $PGRBJ: \frac{(1000 * 100)}{2075.59} = PGRBJ: 48\%$							
PGRBJ: Porcentaje de generación municipal con respecto al estado de Quintana Roo. GBJ: Generación aproximada de Benito Juárez [ton]. GQR: Generación aproximada de Quintana Roo [ton].							
Fuente: INEGI.							
I.2 Conocimiento del término residuo.							
$PPCR: \frac{(TPCR * 100)}{TPE}$ $PPCR: \frac{(888 * 100)}{980} = PPCR: 91\%$							
PPCR: Porcentaje de personas que conocen el término “residuo”. TPCR: Total de personas que conocen el término “residuo”. TPE: Total población encuestada participante.	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Si</td> <td>91%</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>9%</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Porcentaje	Si	91%	No	9%
Respuesta	Porcentaje						
Si	91%						
No	9%						
I.3 Población que separa sus residuos en relación a la población total encuestada.							
$PPSR: \frac{(TPSR * 100)}{TPE}$ $PPSR: \frac{(272 * 100)}{999} = PPSR: 27\%$							
PPSR: Porcentaje de la población que separa los residuos. TPSR: Total de la población que separa los residuos. TPE: Total población encuestada participante.	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>No</td> <td>73%</td> </tr> <tr> <td>Si</td> <td>27%</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Porcentaje	No	73%	Si	27%
Respuesta	Porcentaje						
No	73%						
Si	27%						
I.4 Población dispuesta a participar en la separación de residuos con relación a la población total encuestada.							
$PPDS: \frac{(TPDS * 100)}{TPE}$ $PPDS: \frac{(726 * 100)}{993} = PPDS: 73\%$							
PPDS: Porcentaje de la población dispuesta a participar en la separación de los residuos. TPDS: Total de la población dispuesta a participar en la separación de los residuos. TPE: Total población encuestada participante.	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>No</td> <td>73%</td> </tr> <tr> <td>Si</td> <td>27%</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Porcentaje	No	73%	Si	27%
Respuesta	Porcentaje						
No	73%						
Si	27%						
I.5 Población enterada del programa de separación de residuos en Cancún.							
$PPEP: \frac{(TPEP * 100)}{TPE}$ $PPEP: \frac{(157 * 100)}{999} = PPEP: 16\%$							
PPEP: Porcentaje de la población enterada del programa de separación de residuos en Cancún. TPEP: Total de la población enterada del programa “separa tus residuos” implementado por SIRESOL. TPE: Total población encuestada participante.	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>No</td> <td>84%</td> </tr> <tr> <td>Si</td> <td>16%</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Porcentaje	No	84%	Si	16%
Respuesta	Porcentaje						
No	84%						
Si	16%						
Promedio Evaluación parcial I: 51 %							

Fuente: elaboración propia con base en resultados de encuesta realizada entre 01-03/18.

Por lo tanto, la mejor opción para hacer más funcional y eficiente la gestión de los residuos con el actual SiGIRSU es la separación desde la fuente de generación, pues se promueve el reciclaje, la desintegración del material orgánico y la segregación primaria, hechos que facilitan la separación secundaria y tratamiento de los residuos. Al llevar a cabo estas acciones, es posible separar los materiales inorgánicos y evitar la contaminación del suelo, aire y agua; así como aumentar los niveles de recuperación de residuos para su valorización, reciclaje, almacenamiento o canalización a los depósitos adecuados; reducir los costos de producción al tener subproductos menos sucios y el nivel de vectores asociados. Por lo tanto, al no contar con las unidades con separadores, se tienen que reforzar acciones, como la separación primaria a través de campañas masivas en los medios digitales, auditivos y visuales, lo cual vendría fortalecido con un acompañamiento de la normatividad vigente y su apego estricto a las acciones gubernamentales.

De conformidad con los resultados y datos que se presentan en el cuadro 4.2, en relación con el punto I.8 Índice de cobertura de recolección, el 96% de los encuestados informó que el camión recolector es quien recoge sus residuos (ver cuadro 3, punto I.8), un valor similar al reportado en el *Primer Informe de Gobierno Municipal 2016-2018*, al señalar que “se presta el servicio de recolección de basura, mediante 115 rutas que cubren el 97 por ciento del territorio municipal, incluyendo asentamientos irregulares” (Ayuntamiento Municipal Benito Juárez, 2016). El 2% mencionó que entrega sus residuos al barrendero de la colonia y el 3% los lleva a otros sitios, los valoriza o los quema, sobre todo, la población periférica del municipio, ya que el camión recolector no circula cerca de sus hogares por la inaccesibilidad y jurisdicción restringida, es decir, sólo por las avenidas de acceso principales. Con respecto a este punto, algunos autores (Sáez, Urdaneta y Joheni, 2014) mencionan que en países de América Latina y el Caribe, el proceso de recolección continúa sin cumplir con la frecuencia y la cobertura requeridas para satisfacer a la población local que demanda el servicio. En relación con el volumen de residuos que se recolecta respecto al total generado, se tiene un 83% de efectividad (ver cuadro 3, punto I.9), lo cual significa que alrededor del 17% no se recolecta y, por tanto, se desconozca su paradero, provocando así la existencia de sitios no autorizados para la disposición final, problemas de contaminación ambiental en cuerpos de agua y suelo y aumento en el número de tiraderos clandestinos que afectan la imagen urbana y pública del municipio.

Asimismo, la frecuencia de recolección de los servicios en el municipio es diversa. Aunque el 100% de las unidades encargadas de realizar la recolección de los residuos circulan por el municipio, no ha sido suficiente para atender diariamente todas las zonas y que la población residente esté satisfecha con los servicios. Al respecto, el 45% de la población encuestada expresó que el camión recolector circula en sus colonias dos o más veces por semana, el 26% mencionó que lo hacen diariamente, el 25% expresó que una vez por semana y el 4% señaló que el camión no circula ni una vez en su colonia. Las variaciones en los horarios de recolección han generado inconformidad en la población. Tan sólo una tercera parte de la población encuestada (33%) entrega sus residuos directamente al camión recolector y el 65% restante manifestó que, al no haber un horario consolidado, tienen la necesidad de dejarlos afuera de su casa, en la esquina o en el contenedor del fraccionamiento, el cual frecuentemente está desbordado. El 2% no entrega sus residuos al personal de limpia encargado de la recolección; se libera de ellos a través de algún recolector informal, quemándolos o depositándolos en un tiradero clandestino cercano a sus hogares.

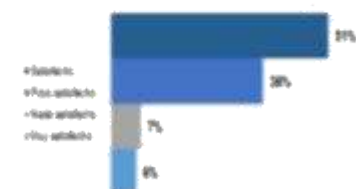
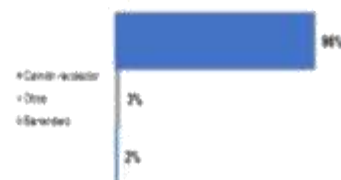
Con relación a los residuos voluminosos, como muebles, troncos de árboles, llantas, entre otros, el 80% los entrega al camión recolector; el 9% los deposita en un tiradero clandestino; el 7% realiza otras acciones: abandonarlos en la vía pública, llevarlos directamente al relleno sanitario, reutilizarlos, venderlos en centros de acopio o donarlos a quien los necesite; y un 4% los entrega al barrendero de la colonia.

En cuanto a la opinión sobre el sistema de recolección (ver cuadro 3, punto I.10), el 6% está muy satisfecho, el 51% satisfecho, el 36% poco satisfecho y un 7% nada satisfecho. Las personas más inconformes con el servicio son quienes no tienen acceso a éste debido a que el camión no circula constantemente por sus hogares o a que el horario de recolección es indistinto. Para mejorar el sistema de recolección, el 38% mencionó la necesidad de aumentar el número de unidades vehiculares que circulan por el municipio, el 37% enfatizó incrementar la frecuencia de recolección, el 20% propuso entregar los residuos separados y un 5% sugirió pagar una cuota formal y evitar dar propinas a los trabajadores. No obstante, es claro que primero se debe reforzar la cultura del reciclaje, separación y valorización de los residuos entre las distintas fuentes de generación, sobre todo, cuando apenas una quinta parte de la población lo plantea como solución por debajo del 75% que agrupa a quienes consideran que la solución es aumentar las unidades de recolección y su frecuencia. La cuestión cultural es nodal para el establecimiento del sistema, pero debe ir acompañada de campañas fuertes de difusión, educación y aplicación regional. La campaña existe, sin embargo, poco se sabe de ella entre la población.

En conjunto, la dimensión número dos del SiGIRSU de Benito Juárez presenta un nivel de eficiencia alto del 67.2% (sumar los resultados de los indicadores I.6, 1.7, 1.8, 1.9 y 1.10 del cuadro 3); es decir, con pequeños ajustes, el sistema podría mejorarse. Las debilidades principales consisten en cumplir estrategias encaminadas a la sensibilización y concientización de la población para separar sus residuos desde su origen y cambiar la idea en la población de que no sirve de nada segregar los residuos en sus hogares porque al llegar al camión se revuelven nuevamente. En respuesta, SIRESOL afirma que el camión únicamente compacta los residuos y que el nivel de eficiencia aumentaría si la población separara los residuos como lo indica la paraestatal. Para ello, es necesario reforzar las campañas educativas en la población sobre la importancia de la separación desde la fuente de generación.

Cuadro 3. Organización y funcionamiento del sistema de recolección de residuos sólidos urbanos en Benito Juárez, Quintana Roo

I.6 Porcentaje de vehículos en operación en relación al total de unidades	
$PVO: \frac{(TVO * 100)}{TU}$	$PVO: \frac{(71 \text{ unidades} * 100)}{71 \text{ unidades}}$
PVO: Porcentaje de vehículos en operación.	PVO: 100%
TVO: Total de vehículos en operación.	
TUR: Total de unidades empleadas para realizar la recolección de los residuos.	Fuente: SIRE SOL Cancún.
I.7 Unidades con capacidad para realizar la recolección separada de los residuos en relación al total de unidades empleadas para realizar la recolección.	
$PUSR: \frac{(TUSR * 100)}{TUR}$	$PUSR: \frac{(0 \text{ unidades} * 100)}{71 \text{ unidades}}$
PUSR: Porcentaje de las unidades con infraestructura para realizar la segregación de los residuos.	PUSR: 0 %
TUSR: Total de unidades con infraestructura para segregar los residuos.	
TUR: Total de unidades empleadas para la recolección de los residuos.	Fuente: Dirección General de Comunicación Social Benito Juárez, Quintana Roo / SIRE SOL Cancún.
I.8 Cobertura del servicio de recolección	
$PCRT: \frac{(THTR * 100)}{TPE}$	
$PCRT: \frac{(938 * 100)}{976} = \mathbf{PCRT: 96\%}$	
PCRT: Porcentaje de cobertura de habitantes atendidos por los servicios de recolección y transporte.	
THTR: Total de habitantes atendidos por los servicios de recolección y transporte.	
TPE: Total población encuestada participante.	
I.9 Volumen recolectado con relación al total generado	
$PCRR: \frac{(TRR * 100)}{GT}$	$PCRR: \frac{(1000 \text{ ton/día} * 100)}{1200 \text{ ton/día}}$
PCRR: Porcentaje de residuos recolectados.	
TRR: Total de residuos recolectados.	
GT: Generación total.	PCRR: 83%
	Fuente: SIRE SOL Cancún.
I.10 Personas satisfechas con los servicios de recolección y transporte en relación con el total de habitantes.	
$PPSS: \frac{(TPSS * 100)}{TPE}$	
$PPSS: \frac{(569 * 100)}{995} = \mathbf{57\%}$	
PPSS: Porcentaje de personas satisfechas con los servicios de recolección y transporte.	
TPSS: Total de personas satisfechas con los servicios de recolección y transporte.	
TPE: Total población encuestada participante.	
Promedio Evaluación parcial 2: 67.2 %	



Fuente: elaboración propia con base en resultados de encuesta realizada entre 01-03/18 y con base en las referencias citadas.

Dimensión 3. Limpieza y recolección de residuos en avenidas, calles y playas. Esta dimensión incluyó indicadores relacionados con las labores de limpieza efectuadas en las avenidas, calles y playas del municipio. Las opiniones de la población encuestada son diversas: para el 37%, las avenidas y calles están sucias; para el 32%, están parcialmente limpias; según el 25%, están parcialmente sucias; y para el 6%, están limpias. Entre los comentarios expresados con mayor frecuencia por los encuestados, se encuentra la prioridad a las zonas y áreas por donde circulan frecuentemente los turistas que visitan Cancún. Con estos resultados es posible inferir por qué el 60% de los encuestados manifestó sentirse poco satisfecho con los servicios de limpia; asimismo, el 25% se encuentra satisfecho, el 12% nada satisfecho y únicamente el 3% manifestó sentirse muy satisfecho (ver cuadro 4, punto I.11). Con relación al grado de satisfacción de los trabajos de limpieza en las playas del municipio, un 44% de la población encuestada dijo sentirse satisfecho con estas actividades, 44% poco satisfecho, 5% muy satisfecho y un 7% nada satisfecho (ver cuadro 4, punto I.12).

Respecto a la frecuencia de limpieza, el 5% mencionó que se ejecuta diariamente cerca de su colonia, el 28% expresó que una vez por semana, el 12% manifestó que dos veces por semana y el 56% señaló que ni una vez por semana. En cuanto a las “Brigadas Verdes” encargadas de realizar limpieza en avenidas y calles, así como dar mantenimiento a la ciudad, como bacheo, poda, recolección de desechos, embellecimiento de áreas verdes, mantenimiento de juegos infantiles, entre otras actividades, se tiene una opinión pública cercana al 78% de satisfacción por las acciones realizadas, frente al 22% que no se siente nada satisfecho (ver cuadro 4, punto I.13). Aunque estas situaciones forman parte de los esquemas de cultura y educación ciudadana para evitar el depósito de residuos en la vía pública, es necesario no atribuir la responsabilidad directa a las autoridades gubernamentales. Para ello, es preciso que el Ayuntamiento de Benito Juárez tenga un plan de trabajo preventivo, el cual involucre a la totalidad del municipio y amplíe el campo de acción a fin de mejorar el grado de satisfacción de la población y la imagen urbana en general.

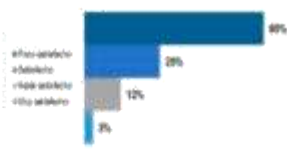
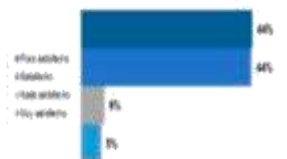
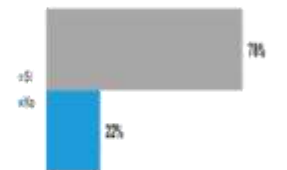
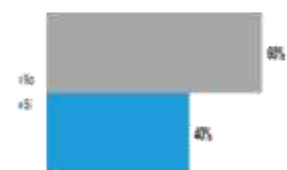
Otra inconformidad expresada por la población encuestada es la falta de contenedores para depositar los residuos generados en la vía pública. El 95% ratificó que no hay suficientes y apenas el 5% de personas manifestó satisfacción (ver cuadro 4, punto I.14). Además, no hay una unificación de contenedores; algunos son tambos metálicos donados y difíciles de maniobrar; y están expuestos a la intemperie por falta de tapa impulsando la proliferación de fauna nociva y por lo tanto es un vector clave de contaminación pública y ambiental. La ausencia de una conciencia ciudadana generalizada y de contenedores tipificados para depositar los residuos separados, así como las variaciones en la frecuencia de recolección y la insuficiente participación del sistema de recolección en colonias periféricas han propiciado que los tiraderos clandestinos se vean muy frecuentemente en Benito Juárez. El 40% de la población encuestada señaló que cerca de su colonia hay tiraderos clandestinos frente al 60% que no (ver cuadro 4, punto I.15); esta situación se extiende a otras escalas, como lo constatan Sáez, Urdaneta y Joheni, (2014), pues señalan que en los países de América Latina y el Caribe la disposición final se realiza mayormente en vertederos a cielo abierto sin controles sanitarios adecuados.

En general, la dimensión número tres del SiGIRSU de Benito Juárez presenta un nivel de eficiencia medio del 40% (sumar los resultados de los indicadores I.11, I.12, I.13, I.14 y I.15 del cuadro 4), lo cual denota que existen áreas de oportunidad; por ejemplo, diseñar un sistema para colocar contenedores que contribuyan a la segregación de los residuos de acuerdo con la generación tipificada por zonas y separar los residuos peligrosos por los riesgos a la salud y contribución a la contaminación del medio. Una vez separados los residuos en los contenedores correspondientes, valdría la pena hacer el ejercicio de aprovechar los materiales susceptibles de ser valorizables y canalizarlos directamente a los recicladores para reducir costos de operación, así como ampliar el alcance de trabajo en las labores de limpieza diarias que consideren la totalidad del municipio. Sin duda, una de las salidas más inmediatas y efectivas sería el fomento y mayor conciencia ciudadana para evitar el consumo excesivo de productos y disposición de residuos en lugares inadecuados; sin embargo, también es conveniente tener en cuenta que la gestión integrada podría aumentar las fuentes de empleo en torno al reciclaje, ahorro de energía, mayor nivel de valorización y un cambio positivo en el impacto ambiental.

Dimensión 4. Aprovechamiento, tratamiento y disposición final. La dimensión número cuatro comprendió indicadores relacionados con el aprovechamiento y la disposición final de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos generados en el municipio de Benito Juárez. Respecto a la disposición de los residuos orgánicos, del total de encuestados, el 36% alguna vez ha realizado algún tipo de composta. Este porcentaje da pauta para que el Ayuntamiento de Benito Juárez proponga alternativas de aprovechamiento de los residuos orgánicos en los hogares y fomente esta práctica entre la población y al mismo tiempo se logre un mayor aprovechamiento de este tipo de residuos en el CIMIRS (ver cuadro 5, punto 1.16), ya que actualmente se procesa apenas el 0.89% de residuos inorgánicos del total confinado en el relleno sanitario (ver cuadro 5, punto 1.17).

Con relación al conocimiento de los problemas asociados a la gestión integral de los residuos, el 49% señaló no conocerlos, mientras 51% de los encuestados afirmó saber de ellos (ver cuadro 5, punto I.20), lo cual indica una desvinculación con el inconveniente de residuos que acoge al municipio. Por lo tanto, para disminuirlos, el 49% propuso concientizar a la población, el 32% planteó separar los residuos y el 19% sugirió reducir los residuos generados. En respuesta, la Dirección General de Ecología comenzó a llevar a cabo programas para fomentar la valorización, el aprovechamiento sustentable e, incluso, la minimización de los residuos que se envían al sitio de disposición final. Sin embargo, más de la mitad de la población encuestada no los conoce, es decir, el 54%, el 36% ha participado en pocas ocasiones, el 7% frecuentemente y un 3% lo realiza de manera constante (ver cuadro 5, punto I.19). Además, el porcentaje de aprovechamiento no es favorecedor para el sistema, pues tan sólo el 0.0771% de los residuos se ha recuperado respecto al total anual recolectado por el municipio (ver cuadro 5, punto 1.18). En este sentido, la Dirección General de Ecología señaló que el “Reciclatón” es “un programa muy noble y que nos da mucha vitrina en el campo en las políticas de medio ambiente, a lo mejor no con los resultados que quisiéramos por la poca participación de la gente”. En cuanto al conocimiento sobre el sitio de disposición final, el 64% de los encuestados manifestó no saber dónde terminan los residuos generados en sus hogares, frente al 36% que sí sabe el destino de sus residuos.

Cuadro 4. Limpieza y recolección de residuos en avenidas, calles y playas en Benito Juárez, Quintana Roo

I.11 Personas satisfechas con los servicios de limpieza en avenidas y calles.		
$PPSL: \frac{(TPSL * 100)}{TPE}$	$PPSL: \frac{(274 * 100)}{978}$	
PPSL: Porcentaje de personas satisfechas con los servicios limpieza en avenidas y calles.	PPSL: 28%	
TPSL: Total de personas satisfechas con los servicios de limpieza.		
TPE: Total población encuestada participante.	Fuente: Encuesta propia, 01-03/18	
I.12 Personas satisfechas con los servicios de limpieza en las playas de Cancún.		
$PPSLP: \frac{(TPSLP * 100)}{TPE}$	$PPSLP: \frac{(482 * 100)}{974}$	
PPSLP: Porcentaje de personas satisfechas con los servicios de limpieza en playas.	PPSLP: 49%	
TPSLP: Total de personas satisfechas con los servicios de limpieza en playas.		
TPE: Total población encuestada participante.	Fuente: Encuesta propia, 01-03/18	
I.13 Personas satisfechas con la participación y contribución en las labores de limpieza por parte de las brigadas verdes.		
$PPSBV: \frac{(TPSBV * 100)}{TPE}$	$PPSBV: \frac{(258 * 100)}{329}$	
PPSBV: Porcentaje de personas satisfechas con los servicios realizados por la brigadas verdes.	PPSBV: 78%	
TPSBV: Total de personas satisfechas con los servicios realizados por la brigadas verdes.		
TPE: Total población encuestada participante.	Fuente: Encuesta propia, 01-03/18	
I.14 Personas satisfechas con el número de contenedores disponibles en avenidas y calles.		
$PPSNC: \frac{(TPSNC * 100)}{TPE}$	$PPSNC: \frac{(45 * 100)}{975}$	
PPSNC: Porcentaje de personas satisfechas con el número de contenedores.	PPSNC: 5%	
TPSNC: Total de personas satisfechas con el número de contenedores.		
TPE: Total población encuestada participante.	Fuente: Encuesta propia, 01-03/18	
I.15 Tiraderos clandestinos cerca de las colonias de la población encuestada participante.		
$PTCC: \frac{(TCC * 100)}{TPE}$	$PTCC: \frac{(389 * 100)}{969}$	
PTCC: Porcentaje de personas que mencionaron contar con al menos un tiradero clandestino cerca de su colonia.	PTCC: 40%	
TCC: Total de personas que mencionaron contar con al menos un tiradero clandestino cerca de su colonia.		
TPE: Total población encuestada participante.	Fuente: Encuesta propia, 01-03/18	
Promedio Evaluación parcial 3: 40%		

Fuente: elaboración propia con base en resultados de encuesta realizada entre 01-03/18.

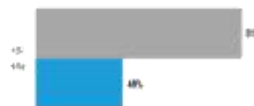
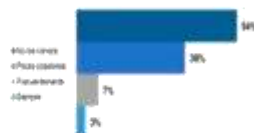
Para el 46% de los entrevistados, la responsabilidad para tratar el problema de los residuos recae en los ciudadanos, las autoridades municipales y los turistas; para el 19%, en el gobierno municipal y los ciudadanos; para el 16%, en el gobierno municipal; para el 10%, en los ciudadanos; para el 7%, en los ciudadanos y los turistas; y para el 1%, únicamente en los turistas. Por su parte, el Director General de Ecología enfatizó que “tirar la basura es un problema de todos [...] que nos ocupa y preocupa a todos”. Asimismo, señaló que la gente tira sus residuos de manera indiscriminada; en las limpiezas realizadas en cuerpos de agua se han encontrados residuos voluminosos, como refrigeradores, lavadoras y muebles grandes. El municipio de Benito Juárez ha invertido recursos, mano de obra, personal capacitado e infraestructura en la dimensión número 4 del SiGIRSU, para fomentar la separación secundaria en la planta de tratamiento de residuos del Centro Intermunicipal de Manejo Integral de Residuos Sólidos (CIMIRS) y con ello evitar que sean dispuestos directamente en el relleno sanitario. Sin embargo, no ha sido un reflejo positivo en cuanto a eficiencia. De acuerdo con la evaluación de los indicadores propuestos, esta área de trabajo muestra un nivel bajo del 12.4% (sumar los valores de los indicadores I.16, I.17, I.18, I.19 y I.20 ver cuadro 5).

Asimismo, los programas que lleva a cabo el municipio de Benito Juárez de aprovechamiento y valorización de los residuos, como “Reciclatón”, intercambio de plásticos por plantas, arbolitos de navidad, entre otros, no reflejan resultados satisfactorios; el 54% de la población encuestada no los conoce y en las jornadas realizadas en 2017 recolectaron aproximadamente el 0.07% en relación con el total generado. Además, la cantidad de residuos que ingresa al relleno sanitario es menor que lo generado por el municipio, cuya situación refleja pérdida de los residuos y amplias posibilidades de que se depositen en lugares no autorizados y, por lo tanto, reciban un tratamiento inadecuado. Se puede constatar si se parte del dato expuesto por SIREVOL Cancún, al manifestar que el municipio genera diariamente 1,200 toneladas, por consiguiente, 438,000 toneladas anuales, y al CIMIRS ingresan 425,000 toneladas, según el 1er informe de gobierno municipal Benito Juárez 2016-2018.

Al considerar los valores alcanzados en cada una de las cuatro etapas, el SiGIRSU presenta un nivel de eficiencia medio del 42.6%. En particular, tres de las cuatro dimensiones alcanzan un nivel medio de eficiencia: la dimensión 1. Volumen de generación y gestión, la dimensión 2. Organización y funcionamiento del sistema de recolección, y la dimensión 3. Limpieza y recolección de residuos en avenidas, calles y playas. La dimensión 4. Aprovechamiento, tratamiento y disposición final es la más débil al mostrar un nivel bajo (ver cuadro 6).

Cuadro 5. Aprovechamiento, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos en Benito Juárez, Quintana Roo

1.16 Residuos orgánicos procesados en el CIMIRS con relación al total confinado en el relleno sanitario	
$PROR: \frac{(TROR \cdot 100)}{TR}$	$PROR: \frac{(0 \text{ ton/año} \cdot 100)}{425,000 \text{ ton/año}} = \text{PROR: } 0\%$
PROR: Porcentaje de residuos orgánicos recuperados.	Fuente: 1er informe de gobierno del municipio de Benito Juárez, 2016-2018.
TROR: Total de residuos orgánicos recuperados.	
TR: Total de toneladas recolectadas.	
1.17 Residuos inorgánicos procesados en el CIMIRS con relación al total confinado en el relleno sanitario	
$PRIR: \frac{(TRIR \cdot 100)}{TR}$	$PRIR: \frac{(3,800 \text{ ton/año} \cdot 100)}{425,000 \text{ ton/año}} = 0.89\%$
PRIR: Porcentaje de residuos inorgánicos recuperados.	Fuente: 1er informe de gobierno del municipio de Benito Juárez, 2016-2018.
TRIR: Total de residuos inorgánicos recuperados.	
TR: Total de toneladas recolectadas.	
1.18 Residuos recuperados en los distintos programas de valorización en relación al total recolectado	
$PRRPV(Y): \frac{(RRPV(Y) \cdot 100)}{GT}$	$PRRPV(\text{Reciclación}): \frac{(337 \text{ ton/año} \cdot 100)}{438,000 \text{ ton/año}}$
PRRPV: Porcentaje de residuos recuperados en los distintos programas de valorización.	PRRPV(Reciclación): 0.0769%
(Y): Programa de valorización	
RRPV: Residuos recuperados en los distintos programas de valorización.	$PRRPV(IPP): \frac{(1,015 \text{ ton/año} \cdot 100)}{438,000 \text{ ton/año}}$
GT: Generación total.	PRRPV(IPP): $2.34 \times 10^{-4} \%$
	$PRRPV(RPE): \frac{(0.083 \text{ ton/año} \cdot 100)}{438,000 \text{ ton/año}}$
	PRRPV(RPE): $1.89 \times 10^{-5} \%$
	PRRPV: 0.0771%
	Fuente: Dirección General de Comunicación Social / Dirección de Ecología / SIRESOI. Cancún
1.19 Participación ciudadana en los distintos programas de valorización	
$PPPV: \frac{(TPPV \cdot 100)}{TPE}$	
$PPPV: \frac{(TPPV \cdot 100)}{TPE} = 10\%$	
PPPV: Porcentaje de personas que mencionaron participar frecuentemente y siempre en al menos un programa de valorización.	
TPPV: Total de personas que mencionaron participar frecuentemente y siempre en al menos un programa de valorización.	
TPE: Total población encuestada participante.	
1.20 Conocimiento de los problemas relacionados con la gestión integral de los residuos sólidos	
$PPCGIR: \frac{(TPCGIR \cdot 100)}{TPE}$	
$PPCGIR: \frac{(502 \cdot 100)}{988} = 51\%$	
PPCGIR: Porcentaje de personas con conocimiento de los problemas relacionados con la gestión integral de los residuos sólidos.	
TPCGIR: Total de personas con conocimiento sobre los problemas relacionados con la gestión integral de los residuos sólidos.	
TPE: Total población encuestada participante.	
Promedio Evaluación parcial 4: 12.4%	



Fuente: elaboración propia con base en resultados de encuesta realizada entre 01-03/18.

Cuadro 6. Resultados generales de la evaluación del SiGIRSU de Benito Juárez

Dimensión	Evaluación parcial	Eficiencia
1. Volumen de generación y gestión (procesamiento) de residuos sólidos urbanos en Benito Juárez, Quintana Roo.	51%	Media
2. Organización y funcionamiento del sistema de recolección de residuos sólidos urbanos en Benito Juárez, Quintana Roo.	67.2%	Media
3. Limpieza y recolección de residuos en avenidas, calles y playas en Benito Juárez, Quintana Roo.	40.0%	Media
4. Aprovechamiento, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos en Benito Juárez, Quintana Roo.	12.4%	Baja
Promedio Evaluación global	42.6%	Media

Fuente: elaboración propia con base en resultados de encuesta realizada entre 01-03/18.

Cuando el volumen de generación y gestión (procesamiento) de residuos sólidos urbanos alcanza un nivel medio de eficiencia, se deben reforzar los programas, instrumentos y planes de acción en torno al SiGIRSU. Una de las estrategias más apremiantes es reducir la producción de residuos desde las fuentes originales, en las que se incluyen empresas y ciudadanos. Para ello, es necesario aumentar el nivel de conciencia de empresarios y ciudadanos sobre la importancia de reducir residuos y su separación. Los generadores son uno de los puntos centrales del sistema, ya que de ahí se desprenden en buena medida los resultados de eficiencia, positivos o negativos. Para alcanzar resultados óptimos, se necesita reforzar paralelamente programas de divulgación, educación ambiental, campañas de separación reforzadas en medios masivos, cursos de capacitación, institucionalización de estrategias de limpieza en escuelas y centros de trabajo, así como evidenciar en medios masivos los resultados alcanzados y, sobre todo, reconocer el papel de los actores dentro del sistema. Aquí entra en juego la participación del gobierno y sus instancias, empresas, centros educativos, organizaciones sociales y ciudadanos. También es muy importante, fortalecer la capacidad institucional y normativa para dar cumplimiento a los marcos legales vigentes. De igual modo hay que reconocer la importancia de generar bases de datos fidedignas y sistemas de información geográfica sólidas y comunicarlas idóneamente en los medios de libre acceso a la información.

La fase de mayor eficiencia corresponde a la dimensión sobre organización y funcionamiento del sistema de recolección al alcanzar casi la cobertura universal con el 96% de atención en el servicio de recolección y transporte de los residuos, que recolecta alrededor del 83% de lo generado. También ayuda que todas las unidades de la flotilla vehicular están en funcionamiento permanente. El punto más débil de esta dimensión es el nivel de satisfacción de los habitantes, pues un 40% de usuarios no está satisfecho con su desempeño debido a falta de prestación del servicio, turnos y rutas claras. Las debilidades tipifican el

servicio en cuanto a sus métodos de recoja, cobertura y frecuencia de recolección. Estos rasgos positivos podrían verse fortalecidos con instrumentos regulatorios que evitaran la mezcla de residuos desde la fuente de generación y aumentara la práctica selectiva de residuos y recuperarlos por día y por tipo, en apego estricto a los programas de manejo ambiental con los tres órdenes de gobierno. Otro elemento de ayuda sería el fomento de esquemas de coordinación interinstitucional de los distintos órganos del Estado, donde se pudieran gestar acciones complementarias en función de sus respectivas competencias. De igual manera habría que medir el desempeño para determinar cuáles son los vacíos en materia de residuos sólidos en cuanto a su cobertura, rutas, generación, valorización y nivel de satisfacción de la población respecto al servicio y acciones ambientales del servicio de recoja.

En relación con la limpieza y la recolección de residuos en avenidas, calles y playas, el punto más débil es el limitado número de contenedores para residuos, ya que se desconoce el número total dispuesto en el municipio. Por lo tanto, no hay claridad en la suficiencia de recipientes y, por ende, no hay un control sobre lo que se recoge en estos depósitos. Le siguen los servicios de limpieza en avenidas y calles con apenas un 3% de la población altamente satisfecha. En este punto hace falta fomentar la recolección selectiva y separada desde la fuente y evitar la dispersión de residuos en las calles, desde residuos pequeños (chicles, colillas de cigarro, corcholatas, taparrosas, popotes) hasta aquellos de manejo especial (jeringas, medicamentos, electrónicos) y peligrosos (pilas, lámparas, envases que contuvieron alguna sustancia química peligrosa, entre otros) que se mezclan con los residuos sólidos urbanos y que resultan en un alto costo ambiental y económico al tratarse posteriormente como residuo peligroso o de manejo específico.

Aprovechamiento, tratamiento y disposición final es la fase más débil del sistema al no contar con un programa de aprovechamiento de residuos orgánicos, a pesar de que al relleno sanitario llegan en orden del 40% y son de los residuos que más generan las personas encuestadas. Sin embargo, estos residuos aún no son procesados por el CIMIRS (Centro Intermunicipal de Manejo Integral de Residuos Sólidos). Otra debilidad es el nivel de valorización de residuos inorgánicos que está apenas cercano al 0.89% respecto al total que ingresa al sitio de disposición final. Asimismo, casi la mitad de la población estudiada no sabe de la existencia de los problemas vinculados con la gestión integral de residuos y apenas el 10% de la población encuestada participa de los programas de valorización.

Cabe subrayar que las cuatro dimensiones se encuentran relacionadas entre sí y funcionan bajo una relación sistémica. Es decir, se trata de entender las partes, las fases, los elementos o los actores como un todo, donde la complejidad radica en concebir las relaciones, los cambios tecnológicos sustentables, la distribución espacial, los procesos históricos y culturales y las transformaciones que conllevan. Además, los efectos, positivos o negativos, se reflejan directamente en el equilibrio sistémico del territorio y en costos ambientales y sociales. Por estas razones, un sistema de gestión integral de residuos debe redefinirse e integrarse en sus diferentes momentos de desarrollo: desde la concientización, generación, limpieza, recolección, aprovechamiento hasta la disposición final. En este marco de trabajo todos los que participan directa o indirectamente en el sistema deberían ser más colaborativos, es decir, desde el personal que labora en las pláticas de concientización para minimizar la generación de los residuos, los propios generadores y hasta los colaboradores

de la planta de tratamiento y el relleno sanitario. Sin duda, los ciudadanos necesitan conocer e involucrarse en el manejo integral de los residuos pues son pieza clave para la minimización, la disposición adecuada y la valorización.

El sistema económico contemporáneo ha traído consigo una serie de transformaciones en los estilos de vida, culturales y de consumo y, al mismo tiempo, prácticas depredadoras con el medio ambiente. Una de ellas es la generación excesiva de residuos sólidos, problema subvertido a las fuerzas corrosivas del mercado que devienen como torrente de la producción en masa, mercantilización, crecimiento de la ciencia y la tecnología y de la comercialización masiva de valores homologados. El revulsivo que se plantea es entender, desde una óptica sistémica, la propia dinámica que la genera. Es decir, la búsqueda de respuestas vendría invocando alternativas relacionales donde se reconozcan actores, procesos y factores desde la propia racionalidad del capitalismo moderno.

Conclusiones

La búsqueda por establecer un instrumento para evaluar la eficiencia se justifica porque proporciona información particular del sistema sobre la situación o estatus en cada de las dimensiones que lo conforman: desde la separación en la generación de los residuos hasta el aprovechamiento y disposición final. De igual modo, es una herramienta que puede ser utilizada para identificar sus deficiencias y ayudar en la toma de decisiones propositivas. En el caso particular del trabajo, los indicadores escogidos describen procesos específicos realizados por el SiGIRSU en cada dimensión, como acciones de concientización, generación separada, limpieza de avenidas y playas, recolección y transporte de los residuos, aprovechamiento y disposición final, con un mismo peso específico para cada una de ellas.

Los indicadores propuestos para evaluar la eficiencia del sistema se basaron en una revisión bibliográfica de artículos e informes municipales en materia de residuos sólidos. Fueron seleccionados a partir de las estadísticas existentes en el municipio y con base en la información proporcionada por la población encuestada. Sin embargo, es factible incluir en el sistema indicadores relacionados con la generación de residuos en hoteles, sitios turísticos, restaurantes, áreas geográficas atendidas por las actividades de limpieza y recolección de residuos, cantidad acopiada en las jornadas de limpieza, composición de los residuos inorgánicos y orgánicos recolectados respecto al total de residuos recuperados en la planta de tratamiento y costo promedio de los servicios del manejo integral de los residuos. En este trabajo de investigación no se consideraron debido a la escasa información estadística que caracteriza al municipio y su difícil acceso.

Con respecto a la primera dimensión sobre la generación y gestión de residuos hay varias acciones. Una de ellas está encabezada por el SIRESOL, organismo que realiza pláticas o cursos de capacitación y concientización a escuelas, universidades, hoteles, empresas o colonias que lo soliciten para promover la separación de los residuos desde la fuente de generación, dando a conocer los problemas ambientales que circunscriben a Benito Juárez e impulsar acciones como reciclaje, reúso o donación entre la población local. Sin embargo, estas labores no se han reflejado en la reducción en el volumen de los residuos enviados al sitio de disposición final, el relleno sanitario, debido a que es mínima la población que separa sus residuos desde la fuente de generación y son ejemplos aislados,

así como que los camiones recolectores no cuentan con sistemas que contribuyan a esta acción y no existen programas regionalizados que concienticen y normen a la población.

En el caso del municipio de Benito Juárez se generan residuos “voluminosos”, como colchones, aparatos o equipos de línea blanca, muebles de madera obsoletos, etcétera, los cuales, aunque no son generados frecuentemente en los hogares, a la luz de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), artículo 5º, fracción XXXIII, son residuos con características de sólidos urbanos. Por lo tanto, demandan atención puntual por parte del Ayuntamiento municipal rutas de recolección particulares y acciones para evitar que sean abandonados en la vía pública, en áreas verdes o en tiraderos clandestinos. En las encuestas realizadas, la población del municipio expresó el desconocimiento en la recolección y disposición final de este tipo de residuos.

Además, en las casas habitación se generan residuos peligrosos, como: envases vacíos que contuvieron algunas sustancias químicas peligrosas o latas de aerosol, lámparas fluorescentes, pilas alcalinas, botes de pinturas base solvente, entre otros, los cuales, aunque no son propiamente de jurisdicción municipal, al generarse en los hogares, demandan acciones para ser recolectados, reciclados o confinados de forma adecuada y evitar que sean mezclados con los residuos sólidos urbanos que no poseen características de peligrosidad, ya que, si entran en contacto, son suficientemente idóneos para generar problemas de contaminación ambiental. El sistema actual que rige al municipio de Benito Juárez adolece de una gestión e inclusión de los residuos peligrosos concebidos por la población. En el programa de manejo de residuos “Reciclatón” únicamente se recolectan pilas alcalinas, focos ahorradores y lámparas de vapor de mercurio. Los envases de aerosol, las brochas, los rodillos, los botes de químicos, las pinturas caducas, etcétera, no se incluyen por los costos de manejo y gestión propiciados, y una sola empresa se encarga de realizar esta acción y absorber los gastos.

Por su parte, para la empresa recolectora de los residuos peligrosos que apoya al “Reciclatón”, una de las mejores estrategias para que la población maneje de forma segura los residuos generados es a través de la gestión de recursos directos por el gobierno municipal, pláticas, capacitaciones y orientaciones. Asimismo, a través de un programa de valorización continua de los residuos comercializables es posible obtener ingresos que coadyuven con los gastos generados por la gestión de los residuos peligrosos.

La dimensión que trata sobre la limpieza de avenidas, calles y playas la encabezan algunas direcciones del gobierno municipal; por ejemplo, a través del programa “Brigadas Verdes”; y tienen como principal objetivo mejorar la imagen urbana del municipio para fortalecerla con respecto al turismo que lo visita constantemente. Por tal motivo, las brigadas fueron diseñadas bajo un punto de vista “integral”, esto es, ejecutan actividades de orden, limpieza y recolección de residuos en avenidas, calles y tiraderos clandestinos ubicados en distintos puntos del municipio, jardinería en general, terracerías, trabajos de mantenimiento y remozamiento de áreas públicas, entre otras. Se enfocan en atender peticiones y demandas ciudadanas, es decir, ejecutan labores correctivas, principalmente, y no dan continuidad a un programa de trabajo con acciones preventivas que benefician al municipio en general.

En cuanto a la dimensión de aprovechamiento, el municipio de Benito Juárez, a través de la Dirección General de Ecología, ha desarrollado y puesto en marcha diversos

programas de valorización, los cuales contribuyen a minimizar la generación de residuos, a aprovechar y a promover una cultura de separación, reúso y reciclaje entre la población local. No obstante, esto no es un reflejo favorecedor respecto a la cantidad de residuos que genera el municipio anualmente, es decir, menos del 1% se ha logrado desviar del sitio de disposición y además se carece de un plan específico que precise cómo separar los residuos. Por lo tanto, es importante que el municipio de Benito Juárez revise los objetivos y las metas a corto plazo para evitar desviar atención, recursos y personal a programas que benefician de forma mínima al SiGIRSU.

Por otro lado, el SiGIRSU no responde a una escala geográfica sino a una escala funcional de trabajo y operacionalización, es decir, los residuos trascienden fronteras. El municipio de Benito Juárez y particularmente la ciudad de Cancún funge como una ciudad receptora de los residuos sólidos y líquidos generados por otros municipios que adolecen de sitios destinados para la disposición final, como Puerto Morelos e Isla Mujeres, que diariamente entregan sus residuos al CIMIRS propiciando que la capacidad del relleno sanitario varíe en función de la generación de dichos municipios, así como la del propio Benito Juárez. Aunado a esta situación, los recolectores autorizados y participantes en el comité integral de residuos manifestaron ejecutar diariamente labores de recolección y transporte en áreas geográficas aledañas a Benito Juárez, además de los hoteles y restaurantes que caracterizan a las zonas hoteleras de Cancún y Riviera Maya, lo que denota un aumento en la generación de los residuos tratados por el propio municipio.

Finalmente, al realizar la evaluación del SiGIRSU de Benito Juárez, se identifica un grado de eficiencia medio del 42.6%. Las principales características del sistema son: 1) no se promueve la separación desde la fuente de generación y, por lo tanto, se generan riesgos para la población que lleva a cabo la recolección y los colaboradores que efectúan la separación en la planta de tratamiento; 2) los contenedores para residuos que prevalecen en el municipio no establecen la segregación mínima (orgánicos e inorgánicos) y son colocados en avenidas y calles principales; 3) la ausencia del servicio de recolección en las comunidades marginales ha generado que los residuos no valorizables se eliminen en el lugar de su producción; 4) la escasa participación de la población en los programas de aprovechamiento ha provocado que los porcentajes de valorización no sean satisfactorios; y 5) la exclusión de residuos con características de peligrosidad dentro del sistema. En otras palabras, la separación primaria debe estar interconectada funcional y estructuralmente con la separación secundaria de residuos para entonces sí constituir un sistema integral de residuos sólidos urbanos.

Referencias

- Bernache, G. (2015). La gestión de los residuos sólidos: un reto para los gobiernos locales. *Sociedad y Ambiente*. 1, 72-98. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=455744912004>
- Chifari, R., Piano, S. Lo, Bukkens, S. G. F., y Giampietro, M. (2016). A holistic framework for the integrated assessment of urban waste management systems. *Ecological Indicators*, 13. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.03.006>
- Durand, M., y Metzger, P. (2009). Gestión de residuos y transferencia de vulnerabilidad en Lima/Callao. *Bulletin de l'Institut Francais d'etudes Andines*, 38(3), 623-646. Recuperado de: <https://journals.openedition.org/bifea/2396>

- Ayuntamiento Municipal Benito Juárez (2016). *1er Informe de Gobierno Remberto Estrada*. Benito Juárez, Quintana Roo.
- Quezada, N. (2015). *Metodología de la investigación*. (Macro EIRL, Ed.) (Primera). Lima, Perú.
- Sáez, A., Urdaneta G., y Joheni A. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia*. 20 (3), 121-135. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=73737091009>
- Salazar, A., y Pérez, I. (2012). *Elaboración de un Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos para la unidad habitacional Torres de Quiroga ubicada en Av. Ing. Eduardo Molina No. 1720 en la Deleg. Gustavo A. Madero, D.F.*
- Sukholthaman, P., y Sharp, A. (2016). A system dynamics model to evaluate effects of source separation of municipal solid waste management: A case of Bangkok , Thailand. *Waste Management*, 52, 50-61. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.03.026>
- Vásquez, Ó. C. (2011). Gestión de los residuos sólidos municipales en la ciudad del Gran Santiago de Chile: desafíos y oportunidades. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 27(4), 347-355. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992011000400007&lng=es&tlng=es.
- Zaman, A. U., Shahidul, M., y Swapan, H. (2016). Performance evaluation and benchmarking of global waste management systems. *Resources, Conservation y Recycling*, 114, 32-41. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.06.020>

Anexo 1. Cédula de encuesta

Número de control	
-------------------	--

El objetivo de esta encuesta es conocer su opinión con respecto al sistema de gestión integral de residuos sólidos urbanos del municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. Es importante mencionar que sus datos serán sólo para fines académicos y se guardarán bajo estrictas medidas de confidencialidad; por ello, se solicita su participación y proporcionar los datos de la manera más fidedigna posible. Agradezco de antemano su colaboración. Por favor, marque con una X su respuesta.

Información general

Colonia o región donde vive	
Nivel máximo de estudios	
Edad	
¿Con qué servicios de recolección cuenta su hogar?	
Género:	Femenino ☐ Masculino ☐

A. Volumen de generación y gestión (procesamiento) de residuos sólidos urbanos.

1. ¿Cuál es el tipo de basura que más genera en su domicilio?

Restos alimenticios ☐	Inorgánicos no reciclables ☐	Plásticos
Cartón ☐	Papel ☐	Pañales desechables ☐
Latas de aluminio ☐	Vidrio ☐	Otros ¿Cuáles? ☐

2. ¿En su hogar separa su basura?

	Si su respuesta es afirmativa, ¿cómo realiza esta clasificación?
Sí	Orgánicos e inorgánicos ☐
	Orgánicos, inorgánicos reciclables, no reciclables, manejo especial ☐
	Otra ¿Cuál? ☐
No	☐ →

3. ¿En qué forma cree que ayudaría el separar su basura?

Reciclaje ☐	Aprovechamiento energético ☐
Beneficio económico ☐	Acopiadores / recicladores ☐

En nada ☐	Otro ¿Cuál? ☐
----------------------------------	--------------------------------------

4. ¿Conoce el programa de separación de residuos en Cancún?

Sí ☐ →	Si su respuesta es afirmativa, ¿ha recibido alguna plática de concientización con respecto a los residuos y/o basura?
No ☐ →	
	Sí ☐
	No ☐

5. ¿Estaría dispuesto a participar en el programa de separación de residuos en Cancún?

Sí ☐	No ☐
-----------------------------	-----------------------------

6. ¿Conoce a qué refiere el término “residuo”?

Sí ☐	No ☐
-----------------------------	-----------------------------

7. Si el municipio de Benito Juárez solicitara su participación para separar su basura desde su hogar, ¿estaría dispuesto a colaborar?

Sí ☐	No ☐
-----------------------------	-----------------------------

B. Limpieza y recolección de residuos sólidos urbanos en avenidas y calles.

8. ¿Cómo observa las calles y avenidas del municipio en cuanto a la limpieza?

Limpias ☐ →	Si su respuesta es limpias o parcialmente limpias, ¿considera que la participación de las “brigadas verdes” ha contribuido?
Parcialmente limpias ☐ →	
Sucias ☐ →	
Parcialmente sucias ☐ →	
	Sí ☐
	No ☐

9. ¿Cuál es su grado de satisfacción con el servicio de limpieza en avenidas y calles?

Muy satisfecho ☐	Poco satisfecho ☐
Satisfecho ☐	Nada satisfecho ☐

10. ¿Considera que hay suficientes contenedores en las avenidas y calles para depositar su basura?

Sí ☐	No ☐
-----------------------------	-----------------------------

11. ¿Con qué frecuencia se realiza la limpieza de avenidas y calles en su colonia?

Diario ☐	Una vez por semana ☐
Dos veces por semana ☐	Ni una vez por semana ☐

12. ¿Cerca de su colonia hay tiraderos clandestinos?

Sí ☐	No ☐
-----------------------------	-----------------------------

13. ¿Cuál es su grado de satisfacción con el servicio de limpieza en playas?

Muy satisfecho ☐	Poco satisfecho ☐
---	--

Satisfecho ☐	Nada satisfecho ☐
-------------------------------------	--

14. ¿Alguna vez ha participado en las labores de limpieza de playas en Cancún?

Sí ☐	No ☐
-----------------------------	-----------------------------

C. Organización y funcionamiento del sistema de recolección de residuos sólidos urbanos.**15. ¿Quién se encarga de la recolección de su basura?**

Camión recolector ☐	Barrendero ☐
Otros ¿Quiénes? ☐	

16. ¿Dónde dispone la basura voluminosa (por ej. muebles, troncos de árboles, llantas, etc.) que genera en su hogar?

Camión recolector ☐	Barrendero ☐
Tiradero clandestino ☐	Otro ¿Cuál? ☐

17. ¿Con qué frecuencia circulan los camiones recolectores municipales en su colonia?

Diario ☐	Una vez por semana ☐
Ni una vez ☐	Dos más veces por semana ☐

18. ¿Normalmente en que horario circula por su colonia o región el servicio de recolección?

4:30 a.m.-12:00 p.m. ☐	1:00 p.m.-8:30 p.m. ☐
9:00 p.m.-4:00 a.m. ☐	Otro ¿Cuál? ☐

19. ¿Cuál es su grado de satisfacción con el servicio de recolección de basura?

Muy satisfecho ☐	Poco satisfecho ☐
Satisfecho ☐	Nada satisfecho ☐

20. ¿Realiza alguna aportación económica (propina) al servicio?

Sí ☐	No ☐
-----------------------------	-----------------------------

21. ¿Estaría dispuesto a pagar una cuota por el servicio de recolección?

Sí ☐	No ☐
-----------------------------	-----------------------------

22. ¿Cómo entrega su basura al servicio de recolección?

Directamente al personal que realiza la recolección ☐	La deja en la esquina ☐
La deja afuera de su casa ☐	No entrega su basura al servicio de recolección ☐
Otros ¿Cuáles? ☐	

23. Cuando no tiene acceso al servicio de recolección, ¿dónde dispone su basura?

Paga por su recolección ☐	La deja en la vía pública ☐
Se espera al camión recolector ☐	La quema ☐

Más camiones	☐	Entregar la basura separada	☐
Aumentar la frecuencia de recolección	☐	Pagar una cuota	☐

25. ¿Alguna vez ha realizado composta o reutilizado los restos orgánicos que genera en su hogar?

Sí	No
----	----

Sí	☐	→	Si su respuesta es afirmativa, ¿qué sugiere para disminuir dicha problemática? Concientizar a la población ☐ ☐ Separar la basura ☐ Reducir la basura generada ☐
No	☐	→	

27. ¿Participa en los programas “Reciclatón”, “intercambio de PET por plantas”, “reciclando por la educación”, etc. propuestos por la Dirección General de Ecología del municipio?

Siempre ☐	Pocas ocasiones ☐
Frecuentemente ☐	No los conoce ☐

Sí	No
----	----

29. Desde su perspectiva, ¿quiénes son responsables por la gestión integral de la basura generada en el municipio?

Gobierno municipal ☐	Ciudadanos ☐
Turistas ☐	Ciudadanos y turistas ☐
Gobierno municipal y ciudadanos ☐	Gobierno municipal, ciudadanos y turistas ☐

A continuación puede escribir cualquier comentario sobre este cuestionario, así como alguna aclaración que considere necesaria para facilitar la comprensión o interpretación de las respuestas dadas.

¡Muchas gracias por su colaboración!