BIOECONOMÍA COMO FACTOR DE COMPETITIVIDAD: LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS PARA LA ADOPCIÓN DEL MODELO MATARÓ EN EL SECTOR GASTRONÓMICO DE BOGOTÁ

DIANA MARÍA GONZÁLEZ BARRAGÁN

JUAN LEONARDO CANTOR MORALES

JOHAN MAURICIO VARGAS SEPULVEDA

Universidad Ean

Facultad de Administración, Finanzas y Ciencias Económicas

Maestría en Administración de Empresas

Bogotá, Colombia

03/08/2026

BIOECONOMÍA COMO FACTOR DE COMPETITIVIDAD: LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS PARA LA ADOPCIÓN DEL MODELO MATARÓ EN EL SECTOR GASTRONÓMICO DE BOGOTÁ

DIANA MARÍA GONZÁLEZ BARRAGÁN

JUAN LEONARDO CANTOR MORALES

JOHAN MAURICIO VARGAS SEPULVEDA

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Magister en Administración de Empresas

Directora:
Angela María Parrado Castañeda

Modalidad:
Artículo de Investigación

Universidad Ean
Facultad de Administración, Finanzas y Ciencias Económicas
Maestría en Administración de Empresas
Bogotá, Colombia
03/08/2026

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del director del trabajo de grado

Ciudad, día/mes/año

Dedicatoria

A nuestras familias.

Resumen

A nivel global, el sostenimiento de modelos económicos lineales ha generado una crisis estructural en la gestión de recursos urbanos, donde la incapacidad de internalizar los costos ambientales impacta directamente la competitividad corporativa. En las economías emergentes, esta falla del mercado es evidente en el manejo de residuos, donde materiales con alto potencial termodinámico son descartados sistemáticamente bajo esquemas logísticos obsoletos que penalizan financieramente a los generadores mediante tarifas estandarizadas, anulando cualquier incentivo hacia la eficiencia.

En la ciudad de Bogotá, esta problemática se materializa en una alta ineficiencia metabólica; cerca del 10% del total de residuos dispuestos mensualmente en el Relleno Sanitario Doña Juana corresponde a materia orgánica desaprovechada proveniente de flujos críticos, donde el sector gastronómico tiene una participación protagónica. Ante este panorama, este artículo plantea lineamientos estratégicos para estructurar un modelo de gestión de biorresiduos en el sector gastronómico local, fundamentado en los principios de la bioeconomía y la transferencia de conocimiento del modelo implementado en Mataró, España. Bajo un enfoque metodológico cualitativo con base documental y un alcance descriptivo-propositivo, se analizó la disposición actual reportada por la UAESP y se contrastó con las lecciones de gobernanza y tecnología del sistema TubVerd y el Instituto IRTA. Los resultados estructuran tres directrices clave: estandarización técnica en la fuente, articulación de gobernanza y redireccionamiento logístico hacia infraestructuras de valorización energética existentes. Se concluye que la adopción de estos lineamientos permite a las MiPymes gastronómicas transformar un pasivo ambiental en un activo, generando ventajas competitivas sostenibles respaldadas por la Visión Basada en Recursos (RBV) y facilitando el acceso a incentivos distritales vigentes.

Palabras clave: Bioeconomía, Competitividad, MiPymes Gastronómicas, Gestión de biorresiduos, Modelo Mataró.

Abstract

Globally, the persistence of linear economic models has generated a structural crisis in urban resource management, where the inability to internalize environmental costs directly impacts corporate competitiveness. In emerging economies, this market failure is evident in waste management, where materials with high thermodynamic potential are systematically discarded under obsolete logistical schemes that financially penalize generators through standardized tariffs, nullifying any incentive towards efficiency.

In the city of Bogotá, this problem materializes in high metabolic inefficiency; approximately 10% of the total waste disposed of monthly at the Doña Juana Landfill corresponds to unutilized organic matter from critical flows, where the gastronomic sector plays a leading role. Against this backdrop, this article proposes strategic guidelines to structure a biowaste management model in the local gastronomic sector, based on the principles of bioeconomy and knowledge transfer from the model implemented in Mataró, Spain. Using a qualitative methodological approach based on documentary research and a descriptive-proposal scope, the current disposal reported by UAESP was analyzed and contrasted with the governance and technology lessons from the TubVerd system and the IRTA Institute. The results structure three key directives: technical standardization at the source, governance articulation, and logistical redirection toward existing energy valorization infrastructures. It is concluded that adopting these guidelines allows gastronomic MSMEs to transform an environmental liability into an asset, generating sustainable competitive advantages supported by the Resource-Based View (RBV) and facilitating access to current district incentives.

Keywords: Bioeconomy, Competitiveness, Gastronomic MSMEs, Biowaste management, Mataró model.

Introducción

La reciente documentación visual de la Tierra obtenida durante la misión Artemis II de la NASA nos ha permitido, como autores, confrontar una dualidad crítica: la aparente resiliencia de nuestro planeta frente a la fragilidad de sus sistemas biológicos internos. Aunque las variaciones cromáticas en estas imágenes responden en gran medida a la sofisticación técnica de los sensores ópticos, su observación nos ha invitado a una reflexión profunda sobre la salud planetaria. Esta visión adquiere un peso especial para nuestro equipo de trabajo; como padres y tíos, observar la "casa común" desde el espacio no es solo un ejercicio académico, sino un llamado a la responsabilidad generacional. Reconocemos que la crisis de disposición de residuos en Bogotá es un problema de tal magnitud que requiere de "microvictorias" estratégicas. Nuestra propuesta de lineamientos estratégicos para la adopción del modelo de Mataró es una de esas victorias necesarias para asegurar que las futuras generaciones hereden una ciudad ambientalmente viable.

A nivel global, la ineficiencia en la gestión de recursos es alarmante; se estima que el componente orgánico representa el 44% de los residuos sólidos urbanos (Kaza et al., 2018). En Bogotá, la magnitud del reto se hace evidente al analizar las cifras de la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP, marzo 2026), para el mes de febrero de 2026, la Ciudad gestionó un total de 208.611,64 toneladas de residuos. Dentro de este gran volumen, nuestro análisis identifica un subtotal crítico de 189.258,99 toneladas provenientes de recolección domiciliaria, grandes generadores y arrojo clandestino, categorías donde el sector gastronómico tiene una participación protagónica.

Tabla 1.

Segmentación de residuos críticos en Bogotá (Febrero de 2026)

Categoría de Origen (UAESP)	Toneladas (t/mes)
Residuos recogidos domiciliarios	146.268,34
Residuos grandes generadores	7.980,17
Recolección de arrojo clandestino	35.010,48
Subtotal flujo crítico (no aprovechable)	**189.258,99**
Estimación materia orgánica (52%)	**98.414,67**
Peso sobre el total de residuos de Bogotá	*~10,0%*

Nota: Elaboración propia basada en reporte mensual UAESP marzo 2026.

Considerando que los informes de caracterización de la UAESP y referentes globales como "*What a Waste 2.0*" indican que aproximadamente el 52% de estos residuos clasificados como no aprovechables son, en realidad, materia orgánica, establecemos que mensualmente se pierden 98.414,67 toneladas de biomasa (UAESP, marzo 2026). Este volumen representa cerca del 10% del total de residuos de la Ciudad, lo que constituye una oportunidad de oro para la bioeconomía. El presente artículo se enfoca en este 10% estratégico, proponiendo lineamientos estratégicos para estructurar un modelo que devuelva estos residuos a la cadena productiva, transformando un costo de disposición en un activo para las MiPymes.

La base de este trabajo se sustenta en la Teoría Bioeconómica, la cual Georgescu-Roegen (1971/2017) postula como un sistema que integra las leyes de la termodinámica (específicamente la entropía) en el proceso económico. Bajo esta teoría, la actividad productiva no es un flujo circular mecánico, sino un proceso irreversible que transforma baja entropía (recursos) en alta entropía (residuos), lo que obliga a las MiPymes a optimizar el metabolismo de sus insumos biológicos. En Colombia, la "Estrategia Nacional de Bioeconomía" (Minciencias, 2020) busca que para 2030 este sector sea un

pilar del PIB; sin embargo, persiste una desconexión operativa en las MiPymes. Proponemos que la competitividad de estos negocios, bajo la Visión Basada en Recursos (*RBV*), depende de su capacidad para gestionar eficientemente sus recursos biológicos como activos estratégicos que cumplen con los criterios de ser valiosos, raros, inimitables y no sustituibles (Barney, 1991).

A nivel internacional, el referente seleccionado se inscribe en la Teoría de la Cascada de Recursos (*Cascading Theory*). Esta teoría establece un modelo de optimización sistémica que dicta el uso secuencial de la biomasa, priorizando aplicaciones de mayor valor agregado (químico y funcional) antes de su conversión final en energía, según Keegan et al. (2013). Esta teoría es el pilar de la Estrategia de Bioeconomía de Cataluña (EBC2030), observada en Mataró, España, donde la eficiencia del recurso se maximiza mediante la reducción de la degradación de su potencial económico. Este enfoque se complementa con la experiencia técnica de la red TubVerd, que demuestra cómo la energía recuperada de residuos puede alimentar infraestructuras urbanas. Los lineamientos para la adopción de este modelo en Bogotá no plantean una copia literal, sino una adaptación estratégica de su gobernanza para que las MiPymes gastronómicas logren resiliencia y exploren nuevos modelos de negocio basados en la recuperación de energía.

De este modo, se establece como pregunta problema: ¿Qué lineamientos estratégicos, basados en los principios de bioeconomía y la experiencia de Mataró, permiten estructurar conceptualmente un modelo de gestión de biorresiduos orientado a incrementar la competitividad de las MiPymes gastronómicas en Bogotá?

En este marco, el objetivo general de este artículo es plantear los lineamientos estratégicos que permitan estructurar un modelo de gestión de biorresiduos basado en principios de bioeconomía, orientado al incremento de la competitividad de las MiPymes

gastronómicas en Bogotá, fundamentado en la transferencia de conocimiento de la experiencia en Mataró. Se plantean como objetivos específicos:

- Describir la disposición final de residuos sólidos en Bogotá para el primer bimestre de 2026, con datos de la UAESP.
- Presentar el Modelo Estratégico de Bioeconomía implementado en Mataró – España.
- Proponer los lineamientos estratégicos preliminares para la gestión de biorresiduos en el sector gastronómico de Bogotá, integrando los principios de bioeconomía identificados en el modelo de Mataró.
- Identificar las ventajas de la adopción de los lineamientos estratégicos propuestos para un futuro modelo de gestión de biorresiduos en el sector gastronómico de Bogotá.

La arquitectura de este documento se ha diseñado para guiar al lector a través de una progresión lógica que transita desde la fundamentación teórica hasta la propuesta estratégica. Iniciamos estableciendo un Marco Teórico que consolida la Bioeconomía como un motor de ventaja competitiva, seguido de una Metodología que garantiza la trazabilidad de nuestra investigación basada en datos secundarios. El núcleo del artículo se desarrolla mediante un análisis segmentado en cuatro momentos clave: comenzamos con un diagnóstico situado en la realidad actual de Bogotá, utilizando las cifras recientes de la UAESP para dimensionar el reto; posteriormente, realizamos un análisis del Modelo Mataró, extrayendo las lecciones de éxito del instituto IRTA y la red TubVerd. Con estos pilares, formulamos los lineamientos estratégicos para el sector gastronómico bogotano e identificamos las ventajas competitivas derivadas de transformar el pasivo de la biomasa en nuevas fronteras de valor, como la bioenergía. Finalmente, el documento sintetiza los hallazgos en una serie de Conclusiones orientadas a la toma de decisiones gerenciales y a la viabilidad de estas microvictorias para la ciudad.

Marco teórico

El presente marco teórico explica dos términos fundamentales para el desarrollo de este artículo, la bioeconomía y la teoría de la competitividad basada en recursos, claves para dar contexto al desarrollo de esta investigación.

La noción de bioeconomía ha tenido una evolución importante desde su aparición en la segunda mitad del siglo XX hasta la actualidad. Georgescu-Roegen (1975) planteó que el proceso económico está intrínsecamente vinculado a las leyes de la termodinámica, particularmente al principio de entropía, lo que implica que la actividad económica depende de recursos naturales finitos y genera una degradación irreversible de la energía disponible. Esta visión se consolidó como una crítica estructural a los modelos económicos tradicionales, ya que situaba a la economía como un subsistema de la biósfera y aseguraba que el crecimiento económico dependía de los límites ecológicos.

Posteriormente, este enfoque fue retomado y ampliado por la economía ecológica, la cual profundizó en la relación entre sistemas económicos y ecológicos. Carpintero y Martínez-Alier (2006) reinterpretan la bioeconomía como una perspectiva que reconoce los límites materiales y energéticos del crecimiento, destacando la necesidad de transitar hacia modelos económicos compatibles con la sostenibilidad ambiental. Esta evolución en el constructo teórico posiciona la bioeconomía como un enfoque que integra la termodinámica en el análisis económico donde la sostenibilidad ambiental se posiciona como un objetivo prioritario por encima del crecimiento del sistema económico.

A partir de la década de 2010, la bioeconomía adquiere una dimensión más aplicada e institucional, impulsada por organismos internacionales y políticas públicas. En este contexto, se define como el conjunto de actividades económicas que utilizan recursos biológicos renovables y conocimiento científico para la producción de bienes y servicios sostenibles (Global Bioeconomy Summit, 2018). Este enfoque amplía su alcance al

incorporar elementos de producción, biotecnología e innovación, reconociendo el potencial de la bioeconomía como un motor de desarrollo económico sostenible.

De manera complementaria, la literatura académica contemporánea ha enfatizado la diversidad de interpretaciones del término. Bugge et al. (2016) identifican tres grandes enfoques de la bioeconomía: uno basado en la biotecnología, otro centrado en el uso de biomasa, y un tercero orientado a la sostenibilidad ecológica. Esta clasificación evidencia que la bioeconomía se constituye como un campo multidimensional que integra distintas perspectivas según su ámbito de aplicación.

En años más recientes, la propuesta teórica ha integrado una dimensión más, la transición energética. Rodríguez et al. (2017) plantean que la bioeconomía implica la utilización de recursos, procesos y principios biológicos, junto con ciencia y tecnología, para reducir la dependencia de combustibles fósiles y promover sistemas productivos sostenibles. Este enfoque muestra una transición hacia modelos económicos más circulares y regenerativos.

En resumen, la bioeconomía se ha transformado de ser, en un principio, una crítica teórica a los límites del crecimiento económico a consolidarse como un enfoque estratégico para el desarrollo sostenible. Esta evolución ha permitido la incorporación de nuevos enfoques complementarios, como la bioeconomía circular, que integran principios de eficiencia, reutilización y cierre de ciclos productivos, ampliando así su alcance y aplicabilidad en diversos sectores económicos.

Pasamos a la definición de la Teoría de la competitividad basada en recursos (Resource-Based View, RBV) enunciada por Jay Barney en 1991. Dicha teoría plantea que una empresa logra ventajas competitivas sostenibles cuando dispone de recursos y capacidades internas que son valiosos, raros, difíciles de imitar y no sustituibles, condiciones que limitan su replicabilidad por parte de los competidores (Barney, 1991). Se constituye como un enfoque clave para explicar las diferencias de desempeño entre

organizaciones, al situar el origen de la ventaja competitiva en sus recursos y capacidades internas. Desde esta perspectiva, las organizaciones son entendidas como conjuntos heterogéneos de recursos estratégicos cuya adecuada gestión permite alcanzar posiciones superiores en un mercado y, como consecuencia, permite comprender cómo las capacidades organizacionales, el conocimiento y otros recursos intangibles se convierten en elementos determinantes para la generación de ventajas competitivas sostenibles en el tiempo. Este enfoque complementa planteamientos previos que proponían analizar la empresa no solo desde sus productos, sino desde la configuración de sus recursos, destacando la importancia de identificar y desarrollar activos estratégicos como base de la competitividad (Wernerfelt, 1984).

En síntesis, al integrar los términos de bioeconomía y teoría de la competitividad basada en recursos, tenemos una base teórica sólida que nos permitirá revisar cómo las organizaciones pueden transformar el uso de recursos biológicos en fuentes de diferenciación y competitividad en el mercado. Mientras la bioeconomía constituye los principios para el aprovechamiento responsable y eficiente de los recursos biológicos, la perspectiva basada en recursos permite comprender cómo estas prácticas se convierten en ventajas competitivas sostenibles a partir del desarrollo de capacidades organizacionales distintivas.

Metodología

La presente investigación adopta un enfoque cualitativo con base documental, al integrar la interpretación analítica de datos secundarios oficiales con la sistematización de modelos internacionales de gestión. En coherencia con los lineamientos de investigación cualitativa (Hernández Sampieri et al., 2010), el estudio se enmarca en un diseño no experimental de alcance descriptivo-propositivo. Este diseño responde a la necesidad de caracterizar primero el fenómeno logístico y termodinámico actual en la ciudad, para luego proponer lineamientos estratégicos sin requerir la manipulación empírica de variables o la comprobación estadística de hipótesis.

Unidad de análisis y operacionalización conceptual

Para el desarrollo de este estudio, la unidad de análisis corresponde a las MiPymes del sector gastronómico de Bogotá. Dado que la investigación tiene un diseño estrictamente documental orientado a la formulación de una estrategia macro, no aplica la selección de una muestra estadística poblacional, pues los hallazgos se sustentan en la observación del entorno regulatorio y operativo que condiciona al sector, y no en mediciones directas a sujetos individuales. En este sentido, la variable central de competitividad no se operacionaliza mediante indicadores financieros, cuotas de mercado o pruebas de asociación. Por el contrario, se operacionaliza de manera conceptual bajo la lente de la Visión Basada en Recursos (RBV); es decir, se analiza cómo los lineamientos propuestos permiten que el biorresiduo adquiera las características de ser valioso, raro, inimitable y no sustituible, generando así una ventaja competitiva sostenible (Barney, 1991).

Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

La recolección de la información se ejecutó a través de dos frentes metodológicos claramente definidos:

1. Revisión documental (Fuentes Secundarias): Se estableció un protocolo de búsqueda centrado exclusivamente en literatura científica e informes técnicos oficiales. Los criterios de inclusión abarcaron: consolidados operativos de la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP, 2026), marcos normativos distritales vigentes asociados al servicio de aseo (como la Resolución CRA 720 de 2015), y documentos técnicos del Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias (IRTA) de Cataluña (Prenafeta, 2025). Como criterio de exclusión, se descartaron fuentes de información no institucionales, proyecciones no verificables y artículos de divulgación no académica, garantizando así la trazabilidad y reproducibilidad de los datos.

2. Observación participante (Fuentes Primarias): La comprensión del modelo internacional se fundamentó en la técnica de observación participante, llevada a cabo durante la inmersión técnica en el programa internacional de economía circular en Mataró, España (Floriach, 2025). Para asegurar el rigor científico, esta experiencia no se limitó a la adquisición de conocimiento tácito, sino que fue sistematizada mediante el uso de diarios de campo y notas in situ, instrumentos que permitieron documentar formalmente el funcionamiento operativo y las estructuras de gobernanza del sistema TubVerd directamente de sus operadores.

Procedimiento y técnicas para el análisis de la información

El análisis de la información recolectada se estructuró en tres fases operativas, alejándose de la descripción teórica general para centrarse en la ejecución práctica del equipo investigador:

- Segmentación de línea base: Se realizó una interpretación analítica de las bases de datos secundarias publicadas por la UAESP (2026). Esta técnica permitió depurar las toneladas brutas dispuestas en el Relleno Sanitario Doña Juana para dimensionar específicamente el peso porcentual de la materia orgánica proveniente de los flujos críticos.

- Codificación cualitativa del modelo internacional: La información sistematizada en los diarios de campo sobre la experiencia de Mataró fue sometida a un proceso de codificación cualitativa. Para ello, se definieron tres categorías preestablecidas: (a) gobernanza interinstitucional, referida a los mecanismos de articulación público-privada; (b) estandarización y logística, que abarca los protocolos de separación en la fuente; y (c) infraestructura de valorización, centrada en el uso de tecnologías existentes para cerrar el ciclo energético.

- Formulación y contraste estratégico: Finalmente, se cruzaron las barreras identificadas en el diagnóstico de Bogotá con las tres categorías cualitativas extraídas de Mataró. Este contraste directo permitió derivar los lineamientos estratégicos finales y evaluar su viabilidad teórica bajo el marco de la RBV (Barney, 1991).

Desde una perspectiva metodológica, es imperativo reconocer que el uso predominante de fuentes secundarias oficiales puede introducir sesgos derivados de los enfoques institucionales, los criterios de medición y la disponibilidad de información de las entidades consultadas. Por lo tanto, los resultados reflejan principalmente perspectivas documentales y administrativas, sin incluir de manera directa las percepciones de los actores involucrados ni evidencia empírica primaria. Esta limitación debe considerarse al interpretar los hallazgos y al valorar la aplicabilidad de los lineamientos propuestos, cuya validación requeriría investigaciones posteriores con participación de generadores, operadores, gestores y demás grupos de interés.

Resultados

Los resultados presentados en este capítulo se basan en el análisis de información secundaria, sustentan su validez en la revisión documental institucional y en el análisis del caso de gestión de biorresiduos de Mataró, España, por lo tanto, los hallazgos se derivan de la evaluación de datos existentes y no de evidencia empírica primaria recolectada directamente por los autores.

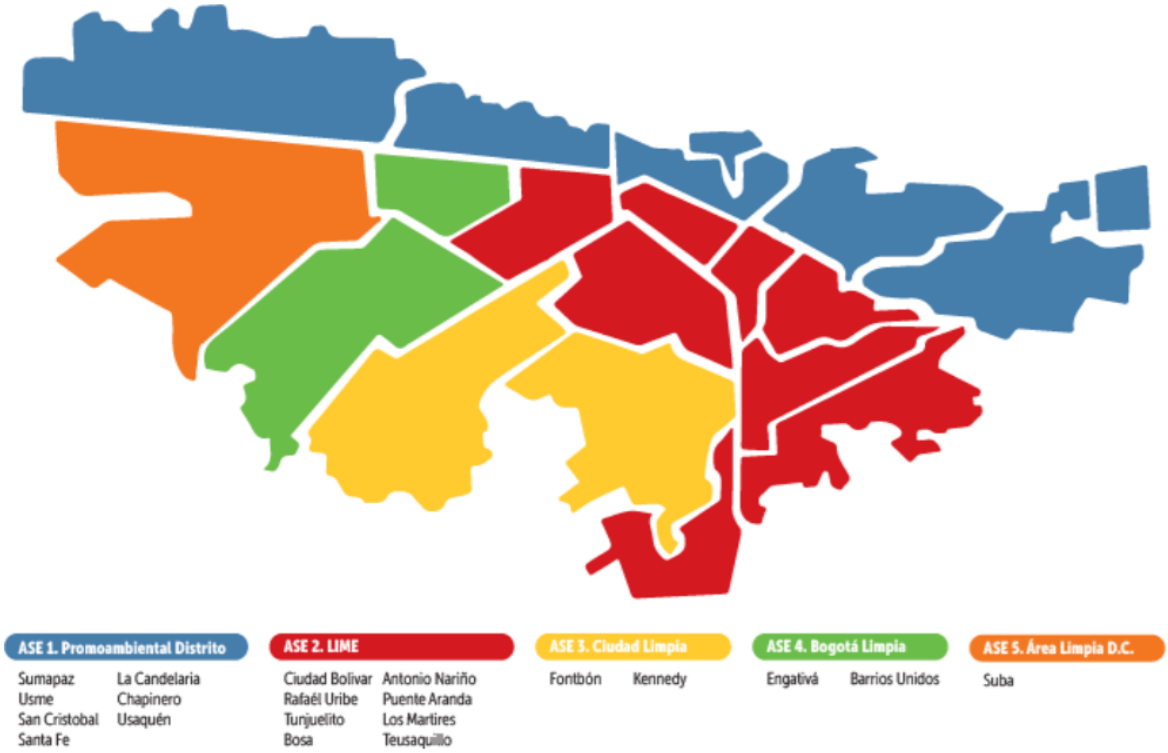
Diagnóstico Estructural de la Disposición Final de Residuos Sólidos en Bogotá (Primer Bimestre 2026)

Para comprender la magnitud del reto de la bioeconomía en la capital colombiana, es imperativo describir de manera sistémica cómo opera el esquema de recolección y disposición final de residuos sólidos en Bogotá. Esta caracterización establece un diagnóstico de línea base del estudio, ofreciendo una visión del estado actual del sistema, los actores que intervienen y las limitaciones existentes. El modelo logístico de la ciudad funciona a través de un esquema de concesiones estructurado en cinco Áreas de Servicio Exclusivo (ASE), las cuales son operadas por empresas privadas: Promoambiental, LIME, Ciudad Limpia, Bogotá Limpia y Área Limpia.

El ciclo operativo estándar consiste en la recolección indiferenciada en la acera pública mediante camiones compactadores, los cuales transportan la masa de residuos de más de ocho millones de habitantes y del tejido comercial urbano directamente hacia un único punto de confinamiento: el Relleno Sanitario Doña Juana (RSDJ).

Figura 1

Mapa Operadores de recolección por localidad en Bogotá

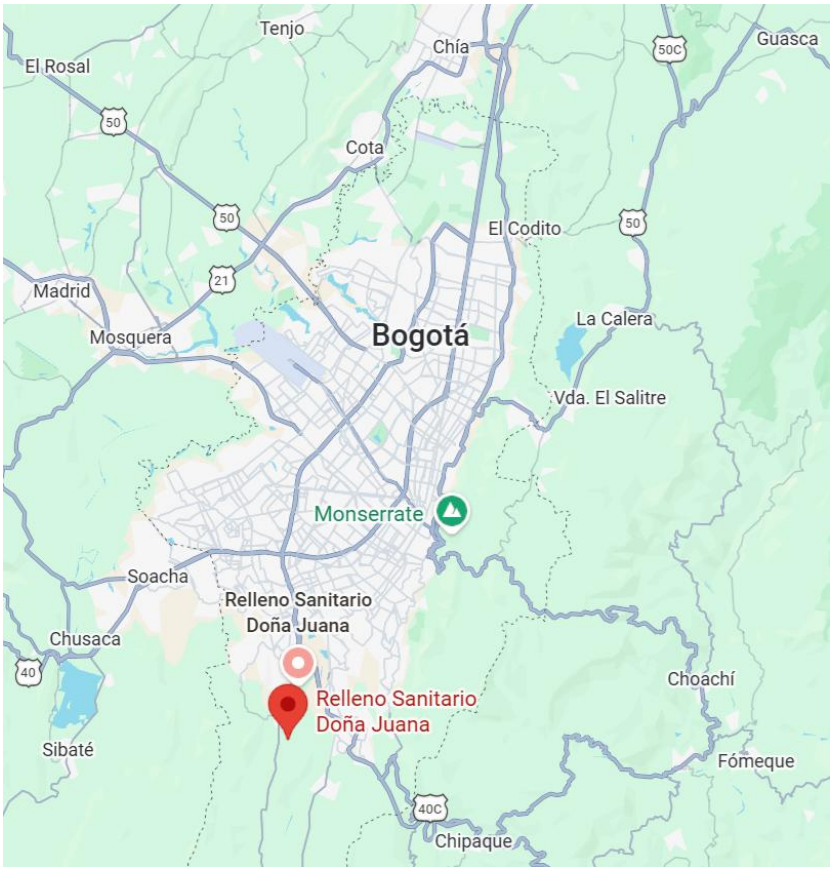


Nota. Esquema de aseo [Figura] Tomado de UAESP, 2026a (uaesp.gov.co).

Esta fragmentación territorial de Bogotá constituye una barrera logística para la consolidación de redes unificadas de economía circular, que consiste principalmente en la dispersión de los puntos de generación y la falta de articulación entre operadores. Además, las diferencias en las rutas, frecuencias y protocolos impiden unificar flujos de materiales aprovechables, dispersan los volúmenes de biorresiduos y limitan el aprovechamiento integrado de estos materiales.

Figura 2

Ubicación geográfica del Relleno Sanitario Doña Juana



Nota. Adaptado de [*Relleno Sanitario Doña Juana, Bogotá, Colombia*] [Mapa], por Google, s.f. (google.com).

El Relleno Sanitario Doña Juana está ubicado al sur de Bogotá, en la localidad de Ciudad Bolívar, entre las veredas Mochuelo Alto y Mochuelo bajo, sobre la margen izquierda del río Tunjuelo y con acceso por la Carretera Bogotá – Villavicencio. Desde 1988 constituye el principal sitio de disposición final de residuos sólidos de la Ciudad y de algunos municipios vecinos (UAESP, s.f.).

Los residuos que llegan al RSDJ son medidos por el operador Compañía de Gerenciamiento de Residuos (CGR). El sistema de pesaje consta de tres básculas, una báscula de entrada, una de salida y una de emergencia, las tres tienen las mismas características, son básculas electrónicas y es importante porque del peso que registran

estas básculas se derivan los pagos para las empresas de recolección y disposición de residuos (UAESP, 2019, 50s). Los vehículos que llegan cargados con los residuos son pesados en la báscula de entrada, donde se les emite un recibo, luego pasan a la zona de descargue del relleno donde disponen los residuos, salen vacíos de esta zona y nuevamente son pesados ya sin carga, la diferencia de estos dos pesos corresponde a los residuos que ingresan al relleno (UAESP, 2019, 1m28s).

La estructura de cobro del servicio de aseo en Bogotá se rige por una ecuación tarifaria definida por la normatividad nacional, la cual se puede sintetizar en la siguiente fórmula matemática para pequeños generadores:

$$TU = CF + (CV\ x\ PMP)x\ f$$

Para los usuarios domiciliarios y los pequeños productores comerciales (segmento que agrupa a gran parte de las MiPymes gastronómicas), el cálculo de esta tarifa al Usuario (TU) no se fundamenta en el pesaje individual. La Resolución CRA 720 de 2015 estructura la tarifa dividiendo los costos de la ciudad en dos grandes bloques: un Costo Fijo (CF), que cubre la gestión comercial y el barrido de áreas públicas de forma prorrateada, y un Costo Variable (CV), que remunera la recolección, el transporte, el tratamiento de lixiviados y la disposición final en el Relleno Sanitario Doña Juana. Ante la imposibilidad operativa de medir y pesar la bolsa de cada restaurante de manera individual, el marco regulatorio multiplica el CV por un modelo de Producción Media Presuntiva (PMP).

Bajo este esquema, la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP) y los concesionarios toman el tonelaje total recogido en un Área de Servicio Exclusivo (ASE) y lo dividen matemáticamente entre los usuarios de dicha zona para establecer la PMP. Finalmente, a la sumatoria de estos costos se le aplica un factor (f) de contribución solidaria o subsidio, indexado al uso comercial del suelo o al estrato socioeconómico (UAESP, 2021).

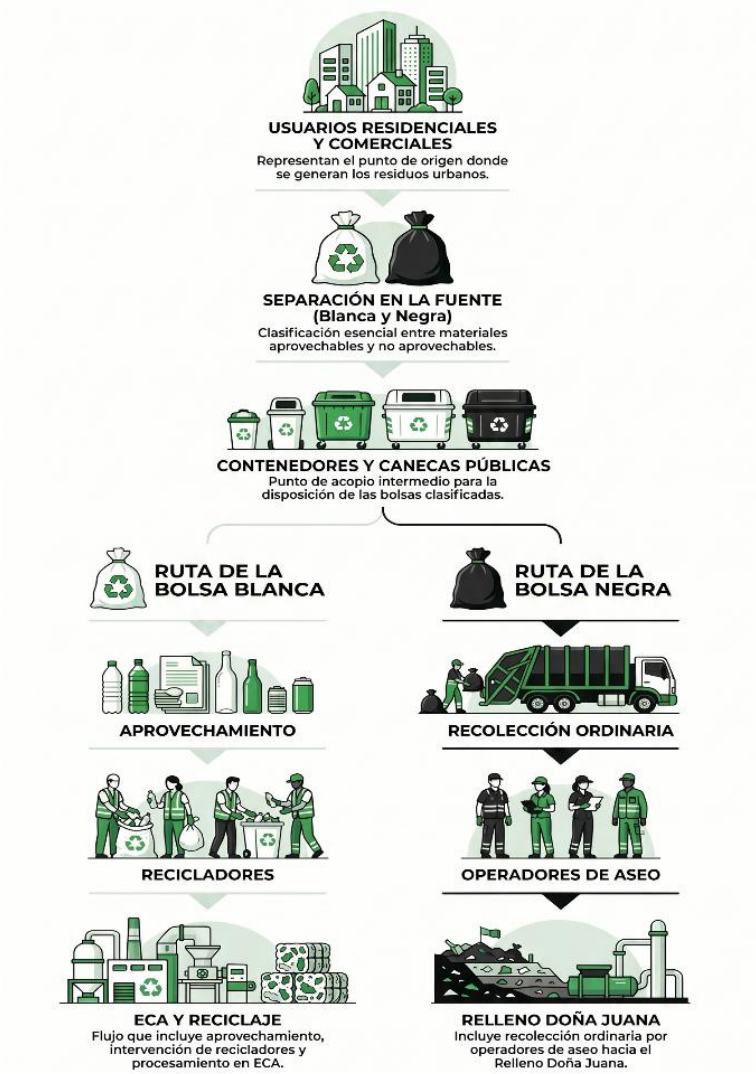
Consecuentemente, al establecerse el cobro con base en una PMP sectorial y no de la generación efectiva y real, el generador asume una tarifa estandarizada que limita la correspondencia entre el cobro asumido y las condiciones específicas de su gestión de residuos, ya que incorpora costos asociados a las dinámicas y desafíos logísticos propios del sistema distrital. El análisis documental sugiere que esta rigidez matemática elimina cualquier incentivo financiero para la separación en la fuente, dado que la reducción técnica de la biomasa en la cocina de una MiPyme no logra alterar su factor PMP, impidiendo que el esfuerzo ambiental de la empresa se traduzca en un ahorro directo en la factura de aseo. Otro panorama aplica para los grandes generadores como restaurantes de alta capacidad, hoteles o establecimientos pertenecientes a cadenas, quienes requieren otro análisis específico ya que enfrentan condiciones normativas distintas como la contratación de servicios privados de recolección, mayores costos logísticos y exigencias operativas particulares, delimitando así el alcance del mercado objeto de este estudio.

La Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP), entidad que tiene por objeto garantizar y supervisar la prestación de los servicios de recolección, disposición final y aprovechamiento de residuos sólidos, limpieza de vías y áreas públicas a través del diseño, coordinación y control de toda la operación, en la consolidación de sus datos operativos del primer bimestre del año 2026 refleja la inmensa carga térmica y material del modelo lineal actual. Durante los meses de enero y febrero, la Ciudad dispuso un gran total de 400.905 toneladas de residuos sólidos (UAESP 2026, marzo). Esta cifra incluye de manera agregada los flujos domiciliarios, la recolección de arrojo clandestino, el vaciado de canecas de parques, andenes, ciclo rutas y espacios públicos que forman parte del componente de limpieza urbana y que se integran con las rutas de barrido y, finalmente, el acopio de grandes generadores. Este volumen evidencia que la Ciudad opera bajo un metabolismo de alta entropía, donde

miles de toneladas diarias de recursos potenciales son enterradas sistemáticamente, generando un pasivo ambiental y social crítico en las zonas de influencia del relleno sanitario.

Figura 3

Flujo de gestión de residuos



Nota. Elaboración propia. Imagen generada con apoyo de inteligencia artificial mediante NotebookLM (Google, 2026) utilizando el siguiente prompt: "*Hacer una infografía únicamente con la información del esquema adjunto, usando colores verde, blanco y negro"*

En este punto, es importante destacar el papel fundamental que desempeñan los recicladores en el sistema de gestión integral de residuos de Bogotá, ya que se encargan de la recolección, clasificación, transporte y comercialización de materiales aprovechables generados por los usuarios, reduciendo la cantidad de residuos que llegan al RSDJ y favoreciendo el aprovechamiento de papel, cartón, plástico, vidrio y metales. La UAESP, a través de la Subdirección de Aprovechamiento, impulsa la inclusión de organizaciones de recicladores como operadores activos en el esquema del servicio público de aseo a través de diferentes servicios como el apoyo en procesos de formalización, el fortalecimiento de sus capacidades operativas y asegurando su participación en rutas selectivas y en las Estaciones de Clasificación y Aprovechamiento (ECA).

El análisis de la información documental permite identificar que, aunque Colombia ha avanzado en formulación de marcos regulatorios orientados hacia una gestión más circular de los residuos, persisten prácticas operativas propias de un modelo lineal, evidenciando la existencia de oportunidades de articulación entre las políticas públicas y su aplicación efectiva. A nivel nacional, la gestión de residuos se rige por el Decreto 1077 (2015), el cual establece las directrices del servicio público de aseo, y por la Resolución 2184 (2019), que estipula el código de colores para la separación en la fuente (blanco para aprovechables, verde para orgánicos y negro para no aprovechables). A nivel distrital, estas políticas se articulan mediante el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2020); sin embargo, estas directrices operan bajo una lógica orientada casi exclusivamente a la concientización ciudadana y carecen de la infraestructura habilitante requerida a gran escala. En la práctica, la Ciudad no cuenta con rutas de recolección selectiva universal y obligatoria para la fracción orgánica, forzando a que la biomasa separada en la fuente por los usuarios termine mezclándose nuevamente en el camión compactador.

A pesar de esta limitación estructural, existen esfuerzos institucionales para capturar el valor de los residuos. La UAESP ha desarrollado pilotos de recolección selectiva de materia orgánica enfocados en macro generadores específicos (UAESP, 2023), destacándose el trabajo en las Plazas de Mercado Distritales. En estos nodos comerciales de alta generación, el Distrito coordina rutas exclusivas para capturar los residuos orgánicos frescos y trasladarlos a plantas de compostaje públicas, como la ubicada en el sector de Mochuelo. Aunque exitosos como prueba de concepto técnico, estos pilotos representan una fracción marginal frente al volumen de las más de 400.000 toneladas bimestrales, demostrando que el Distrito posee el conocimiento operativo, pero carece de la escalabilidad financiera e institucional para abarcar a la totalidad de los generadores urbanos.

De manera paralela, la disposición final masiva en Doña Juana ha llevado a la Ciudad a implementar estrategias de mitigación *in situ*. La biomasa enterrada, sometida a procesos de digestión anaerobia, genera lixiviados y grandes volúmenes de biogás. Para gestionar este impacto, la concesión encargada, Biogás Doña Juana, opera una planta de captura y quema controlada desde septiembre de 2009. La infraestructura actual orientada a la valorización energética busca transformar el metano capturado en electricidad, con un potencial de generación instalado que ronda los 15 megavatios (MW). No obstante, desde la perspectiva de optimización de procesos de la bioeconomía, generar energía quemando biogás en un relleno sanitario mixto constituye el eslabón de menor eficiencia dentro de la jerarquía de valorización de recursos.

Frente a las barreras del esquema formal para gestionar la biomasa urbana en el origen, el mercado local ha generado soluciones espontáneas que demuestran empíricamente el potencial económico latente de estos recursos. En la periferia de Bogotá, principalmente en zonas de transición rural-urbana (localidades como Usme, Ciudad Bolívar y el municipio vecino de Soacha), coexiste un circuito informal de

valorización basado en la alimentación porcina. Actores independientes recolectan de forma directa los residuos orgánicos de origen comercial (conocidos popularmente como "lavazas"). Este transporte directo hacia los predios de cría periféricos responde a una necesidad estricta de abastecimiento de bajo costo.

Lejos de ser una práctica meramente marginal, este circuito informal (aunque representa un riesgo sanitario y carece de tecnificación) constituye una prueba irrefutable de que la biomasa orgánica en Bogotá posee un valor de uso local inmediato. Se puede observar el contraste entre el esquema formal de aseo, que concibe la disposición de residuos como un servicio sujeto a cobro mientras que las dinámicas del ecosistema periférico identifican estos materiales descartados como una oportunidad de negocio para generar valor económico y productivo. El análisis de las condiciones operativas y regulatorias sugiere la conveniencia de avanzar hacia modelos formales e industrializados de aprovechamiento, capaces de transformar parte de los flujos de biorresiduos actualmente desaprovechados en recursos energéticos y materiales, contribuyendo así a una gestión distrital más eficiente y circular.

Modelo Estratégico de Bioeconomía implementado en Mataró – España

En el desarrollo de la Misión internacional llevada a cabo en el mes de noviembre de 2025 en Mataró, España, y que constituye el punto de partida de este artículo, se pudo observar cómo en esta ciudad se ha consolidado un sistema de bioeconomía circular urbana. Si bien el programa académico en sí mismo es una inmersión en el ecosistema de Economía Circular emprendedor de Cataluña, se aborda el modelo estratégico de bioeconomía a partir de dos ponencias: Floriach (2025) explica cómo el sistema TubVerd aprovecha los residuos urbanos para generar energía térmica y Prenafeta (2025) quien sostiene que la bioeconomía requiere enfoques sistémicos y colaborativos.

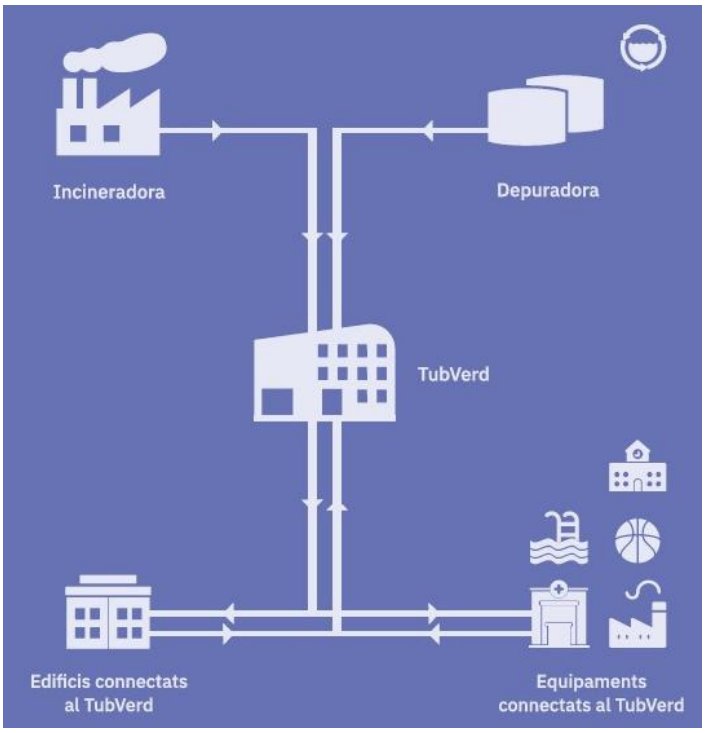
El modelo estratégico de bioeconomía implementado en Mataró ha sido diseñado para valorizar los desechos de la zona y generar energía térmica mediante infraestructura tecnológica avanzada y gobernanza pública – privada, respondiendo a un modelo estratégico híbrido, territorial y sistémico, donde convergen principalmente dos tipos de enfoques de bioeconomía, la conocida como tipo II, basada en conocimiento científico, uso de tecnología y sistemas de gestión eficientes e innovadores, y la tipo III, centrada en la sustitución de fuentes fósiles por recursos basados en biomasa.

Lo anterior se evidencia en el funcionamiento del sistema TubVerd, una red urbana de distribución de calor y frío operada por *Aigües de Mataró*, que transforma parte de la energía de los residuos urbanos en energía térmica, bajo la dirección de Albert Floriach.

Este sistema usa dos fuentes de calor principales, el vapor que proviene de la incineración del desperdicio de la fracción resto de los residuos, es decir, la combustión controlada de los residuos sólidos urbanos que no han sido separados previamente para reciclaje, que son tratados por el *Consorci Per Al Tractament De Residus Solids Urbans Del Maresme* (CTRSUM) y, en menor proporción, el biogás extraído en el proceso de digestión anaeróbica del lodo de la *Estació Depuradora d'Aigües Residuals de Mataró* (EDAR). El vapor y el biogás son transformados en la planta de producción de TubVerd en energía térmica. De otro lado, para la producción de frío se utiliza electricidad proveniente de una instalación de autoconsumo fotovoltaico y de la red como energía primaria, para luego almacenar el agua en un depósito situado en las instalaciones de TubVerd. Estas máquinas trabajan en horario nocturno aumentando así la eficiencia del proceso.

Figura 4

Sistema TubVerd



Nota. Sistema TubVerd [Figura] Tomado de TubVerd, 2025a (tubverd.aiguesmataro.com).

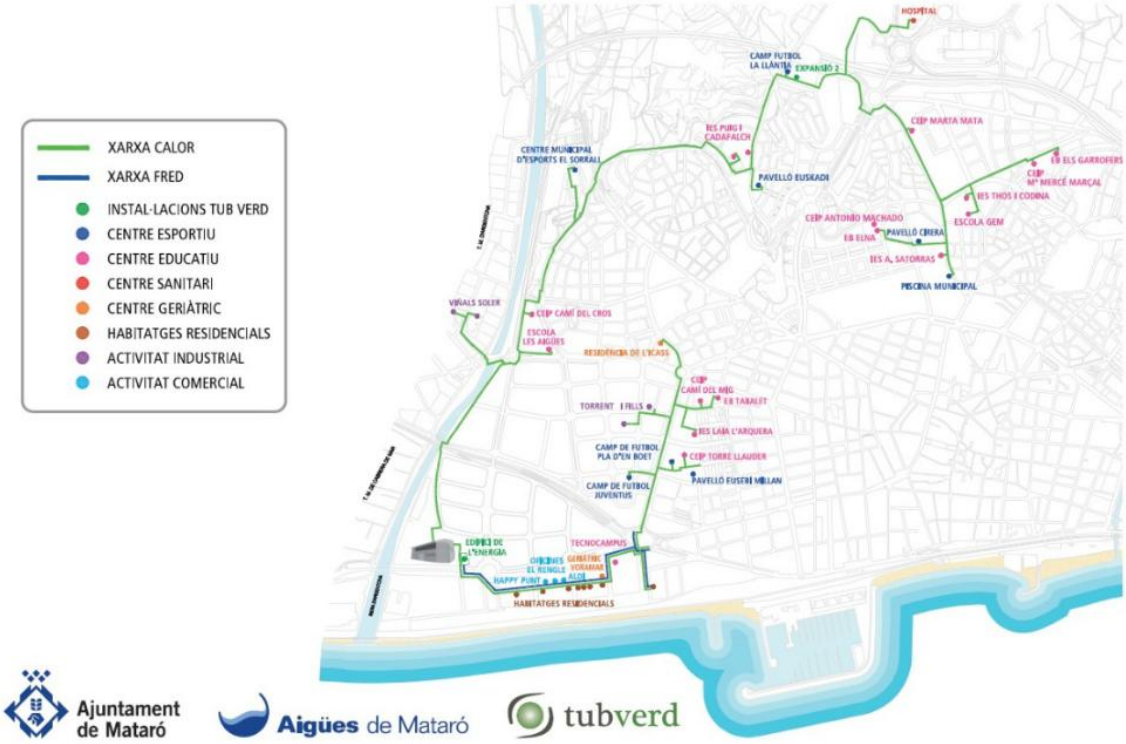
Este sistema constituye una referencia de competitividad empresarial evidenciando cinco factores relevantes: eficiencia en el uso de recursos, reducción de costos y riesgos, confiabilidad del servicio, diferenciación sostenible y generación de valor territorial al transformar residuos y subproductos urbanos en servicios energéticos útiles. Aunque técnicamente opera mediante la generación y distribución de energía térmica a través de una red de *district heating and cooling*, su principal valor gerencial radica en la integración eficiente de recursos disponibles, la reducción de dependencias operativas y la generación de beneficios económicos, ambientales y sociales.

La distribución mediante una red centralizada permite atender de manera continua a edificios públicos y privados, mientras que los sistemas de transferencia, regulación y medición facilitan el control del consumo y la atención de demandas individuales. Para

los usuarios, el modelo reduce la necesidad de instalar calderas, bombas de calor y acumuladores, disminuye la contratación de potencia eléctrica y limita los riesgos asociados al uso de gas.

Figura 5

Red TubVerd



Nota. Red TubVerd [Figura] Tomado de TubVerd, 2025b (tubverd.aiguesmataro.com).

En términos estratégicos, la experiencia demuestra que la sostenibilidad puede convertirse en una fuente de competitividad cuando se traduce en menores costos operativos, optimización de activos, continuidad del servicio, reducción de riesgos y fortalecimiento de la legitimidad institucional.

Figura 6

Esquema operativo TubVerd



Nota. Elaboración propia. Imagen generada con apoyo de inteligencia artificial mediante NotebookLM (Google, 2026) utilizando el siguiente prompt: *"Generar una imagen mejorada del esquema adjunto"*

En definitiva, el sistema TubVerd se puede presentar como un modelo de bioeconomía territorial basado en la valorización de residuos mediante una infraestructura urbana sostenible, que maximiza la eficiencia energética, liderada por la empresa del sector público *Aigües de Mataró*, que además integra empresa privada y usuarios finales (ciudadanía), demostrando que es posible articular múltiples actores en esta cadena. Al sustituir el consumo de combustibles fósiles, como los derivados del petróleo o el gas natural, se convierte en una solución energética local respetuosa con el

ambiente que reduce las emisiones de gases de efecto invernadero en un 75%, lo que corresponde a 2.700 toneladas al año, según Floriach (2025).

A continuación, se presenta información resumen compartida por Albert Floriach durante su conferencia, que ofrece un listado de las ventajas del sistema TurbVed.

Figura 7

Ventajas del sistema TurbVed



Nota. Floriach (2025)

Esta figura nos permite ver que las ventajas del sistema TubVerd van más allá de las ambientales, evidencia cuáles son los beneficios sociales y económicos de su implementación y demuestra que la valorización de residuos se puede convertir en motor de sostenibilidad y competitividad.

La selección del modelo TubVerd, desarrollado en Mataró, se justifica por su capacidad para integrar técnicamente la separación, recolección, tratamiento y valorización de los residuos orgánicos, mediante una estructura administrativa de gobernanza híbrida que articula responsabilidades públicas y privadas. Esta

configuración resulta especialmente pertinente para Bogotá, donde la gestión de residuos involucra entidades distritales, operadores especializados, generadores privados y gestores de aprovechamiento. Su adaptación permitiría aprovechar las capacidades institucionales existentes, sin requerir la creación de una estructura completamente nueva, y establecer mecanismos de coordinación, seguimiento y corresponsabilidad entre los actores de la cadena. Por tanto, la experiencia de TubVerd ofrece una referencia técnicamente transferible y administrativamente viable para avanzar hacia un modelo de gestión de biorresiduos más articulado, eficiente y orientado a la economía circular en Bogotá.

Los equipamientos urbanos conectados mediante TubVerd en Mataró permiten establecer una analogía con el potencial de los clústeres gastronómicos locales de Bogotá, en los que se concentran flujos significativos de materia orgánica en zonas relativamente próximas. Así como en Mataró la conexión entre infraestructuras facilita el intercambio de energía y recursos, en Bogotá estos grupos podrían funcionar como nodos territoriales para organizar la separación, consolidación, recolección y aprovechamiento de biorresiduos. Esta proximidad favorecería la coordinación entre generadores y gestores, la optimización de rutas y costos logísticos y la creación de circuitos locales de valorización, siempre que exista una gobernanza que articule a los actores públicos y privados involucrados.

Lineamientos estratégicos para la gestión de biorresiduos en el sector gastronómico de Bogotá: protocolo de separación y articulación institucional

Teniendo como referencia el modelo de bioeconomía de Mataró, la presente propuesta plantea los lineamientos estratégicos preliminares para la gestión de biorresiduos en el sector gastronómico de Bogotá, previa mención de los hallazgos derivados del análisis de la información.

Hallazgos del diagnóstico de línea base

La viabilidad de esta propuesta se sustenta en un hecho concreto, Bogotá ya tiene la infraestructura, el operador y el marco jurídico para valorizar biogás a escala urbana. Biogás Colombia S.A.S. E.S.P., bajo el Contrato de Concesión N.° 137 de 2007, opera la única planta en Colombia conectada al Sistema Interconectado Nacional que transforma el metano capturado en el Relleno Sanitario Doña Juana en electricidad limpia (UAESP, 2025). Cada año, más de 2,2 millones de toneladas de residuos sólidos se depositan en el relleno; durante su descomposición anaerobia, la fracción orgánica, estimada en el 52% del total, genera un flujo continuo de biogás que es extraído mediante una red de 290 pozos verticales y más de 76 kilómetros de tuberías, produciendo un caudal estable superior a los 13.500 m³ diarios (Biogás Colombia, 2025). Los resultados del año 2025 confirman la madurez del modelo: 14 millones de kilovatios hora (kWh) generados, energía equivalente para más de 8.000 hogares, 560.000 toneladas de CO_2 evitadas y una contraprestación de $2.700 millones de pesos reinvertidos en las comunidades del área de influencia (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2026). Esta es la muestra de que la Ciudad cuenta con experiencias consolidadas de aprovechamiento energético, pero con una importante oportunidad de mejora ya que operan en la etapa final del ciclo, cuando los residuos ya han perdido gran parte de su valor potencial.

Teniendo en cuenta esta realidad, se proponen los lineamientos que articulan la gestión certificada en la fuente, la conformación de redes territoriales de recolección selectiva y el fortalecimiento de la infraestructura de valorización energética ya existente en la ciudad.

Lineamiento Técnico - Estandarización de Separación en la Fuente

El primer componente corresponde a la implementación de un Protocolo de separación gastronómica para la maximización de biogás, mediante el cual las MiPymes adoptan prácticas estandarizadas de clasificación de residuos orgánicos en la fuente y

responde al potencial de aprovechamiento específico de cada fracción orgánica, evitando su mezcla indiscriminada y maximizando su valor económico. Este protocolo de separación se sustenta directamente en la experiencia del Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias (IRTA) de Cataluña, observada en la misión académica de Mataró (2025) donde establece que la bioeconomía requiere enfoques sistémicos y colaborativos, y que la calidad del sustrato es el factor determinante del rendimiento en los procesos de valorización.

Aplicar este principio al contexto bogotano implica que las MiPymes gastronómicas clasifiquen sus residuos orgánicos según la Jerarquía de Valorización de Biorecursos; específicamente, este protocolo exige el aislamiento estricto de la fracción de frutas y verduras, que según la ANDI (2023) representa el 72% de sus residuos, y, por su composición y facilidad de biodegradación, pueden dirigirse a procesos de digestión anaerobia para la producción de biogás. Otras fracciones orgánicas, como los aceites usados, deben gestionarse mediante una ruta diferenciada, orientada a su transformación en biodiésel, mientras que las harinas y proteínas cocidas, por sus características fisicoquímicas, requieren procesos de codigestión controlada que permitan incorporarlas de manera segura y eficiente a otros sistemas de valorización. Esta clasificación permite conservar las propiedades de cada material, reducir la contaminación cruzada y establecer rutas diferenciadas de aprovechamiento, con mayores posibilidades de recuperación energética, generación de ingresos y eficiencia operativa para las MiPymes gastronómicas.

Figura 8

Composición residuos en la fuente



Nota. Elaboración propia. Imagen generada con apoyo de inteligencia artificial mediante NotebookLM (Google, 2026) utilizando el siguiente prompt "*Hacer gráfico de bloques simple que muestre una caneca desglosada en porcentajes, resaltando en verde el 72% frutas y verduras (Alto potencial de biogás)*"

Esta clasificación no requiere infraestructura nueva en las cocinas, sino una reorganización operativa que garantice la pureza de la biomasa desde el origen; se apoya en el código ya vigente en Colombia (Resolución 2184 de 2019) y en la capacitación que el programa *Regenera* de la Secretaría Distrital de Ambiente ya ha desarrollado con 91 restaurantes en Usaquén y Chapinero (Secretaría Distrital de Ambiente, 2024).

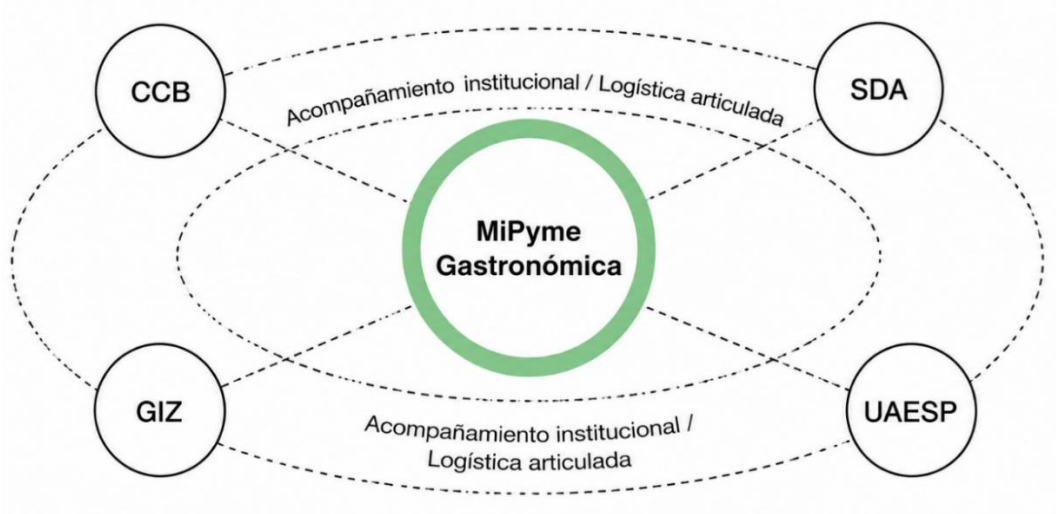
Lineamiento de Gobernanza – Articulación Institucional en Clústeres

La bioeconomía requiere enfoques sistémicos y colaborativos, por lo que una MiPyme no puede generar impacto actuando de forma aislada. Este lineamiento dicta la

integración del sector gastronómico a plataformas institucionales preexistentes, como el programa *Regenera*, liderado por la Cámara de Comercio de Bogotá (CCB), ANDI, Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), UAESP y la Corporación Alemana para la cooperación Internacional (GIZ). El objetivo es conformar redes territoriales de recolección selectiva que agrupen a los restaurantes en clústeres geográficos densos (como los pilotos desarrollados en Usaquén y Chapinero).

Figura 9

Articulación institucional



Nota. Elaboración propia. Imagen generada con apoyo de inteligencia artificial mediante NotebookLM (Google, 2026) utilizando el siguiente prompt: "*Hacer un diagrama de círculos concéntricos donde la MiPyme está en el centro, rodeada por los nodos institucionales (CCB, SDA, UAESP) conectados por líneas simples que representen "Acompañamiento" y "Logística*."

Esta articulación genera la economía de escala necesaria para justificar y sostener rutas logísticas exclusivas para la biomasa.

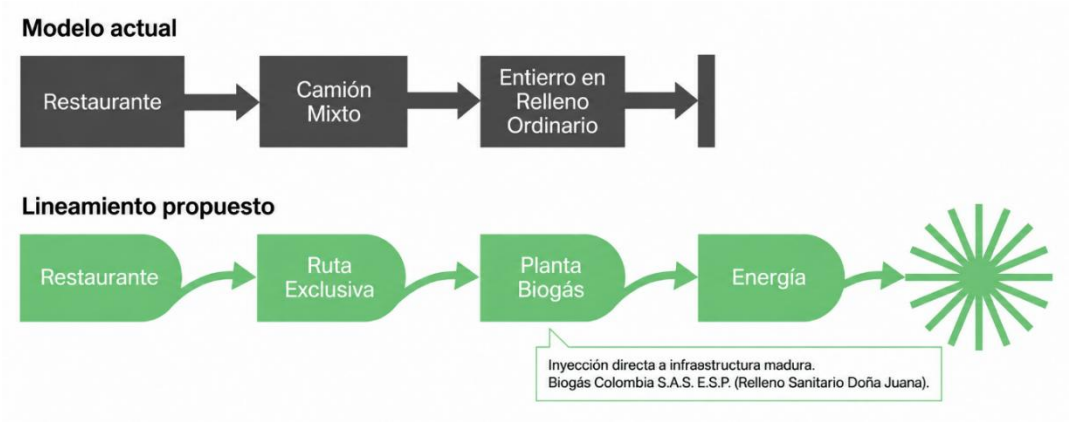
Lineamiento Operativo – Redireccionamiento Logístico hacia la Valorización

El flujo de biomasa de alta calidad capturado mediante la alianza institucional debe redirigirse preferencialmente hacia los sistemas de aprovechamiento energético ya

existentes en la ciudad, evitando su vertimiento en las celdas de disposición ordinaria. Este lineamiento exige inyectar la biomasa directamente en infraestructuras maduras, como la planta operada por Biogás Colombia S.A.S. E.S.P. en el Relleno Sanitario Doña Juana. Al conectar a la MiPyme como proveedora directa de insumo de alta pureza, se preserva el potencial energético del residuo y se maximiza la eficiencia del proceso de digestión anaerobia existente, aumentando la producción de energía por tonelada tratada.

Figura 10

Redireccionamiento logístico de los residuos



Nota. Elaboración propia. Imagen generada con apoyo de inteligencia artificial mediante NotebookLM (Google, 2026) utilizando el siguiente prompt: "*Hacer dos diagramas de flujo lineales paralelos. Arriba: El modelo lineal actual (Restaurante → Camión Mixto → Entierro en Relleno). Abajo: El lineamiento propuesto (Restaurante → Ruta Exclusiva → Planta Biogás → Energía).*"

En este sentido, la propuesta no requiere nuevas inversiones significativas en infraestructura, sino una optimización en la gestión del flujo de residuos, basada en la calidad del insumo.

Desde la Teoría de la Competitividad Basada en Recursos (Barney, 1991), el biorresiduo gastronómico correctamente gestionado bajo esta propuesta cumple los cuatro criterios de ventaja competitiva sostenible. Es valioso porque su conversión en

biogás de mayor calidad transforma los costos operativos de disposición de residuos, hoy un gasto puro para las MiPymes en una fuente de valor energético y económico para la operación del sector. Es raro porque ninguna MiPyme del sector ha formalizado este aprovechamiento a escala en Bogotá. Es difícil de imitar porque su valorización requiere una red logística colectiva, un protocolo técnico certificado y una gobernanza compartida que no puede replicarse de forma individual. Y es no sustituible porque la biomasa orgánica es un subproducto inherente e ininterrumpido de la operación gastronómica: mientras un restaurante cocine, producirá biorresiduos. Ninguna tecnología ni cambio en el modelo de negocio puede eliminar esa generación; solo puede transformarla.

Figura 11

Estructura conceptual de adopción del sistema de Mataró en el sector gastronómico de Bogotá



Nota. Elaboración propia. Imagen generada con apoyo de inteligencia artificial mediante *Claude* (Anthropic, 2026), a partir de la siguiente instrucción: "*Representar en un diagrama de flujo secuencial los cinco componentes del modelo: MiPyme gastronómica, protocolo técnico, alianza institucional, sistema existente y beneficios institucionales.*"

El encadenamiento propuesto responde al desajuste identificado en el diagnóstico y articula los aprendizajes de TubVerd con las capacidades existentes en Bogotá. La Producción Media Presuntiva (PMP) y el esquema tarifario vigente pueden limitar el incentivo de las MiPymes gastronómicas para separar y valorizar sus biorresiduos. Por ello, el modelo propone una fase previa de separación y clasificación en la fuente que permita mejorar la calidad de la biomasa destinada a la digestión anaerobia. La propuesta integra a las MiPymes, las instituciones, los operadores y los sistemas de tratamiento, asignando funciones específicas a cada actor y aprovechando la infraestructura energética existente. Con base en los referentes de Biogás Colombia, el modelo IRTA de Mataró, Regenera y el Plan Distrital de Desarrollo 2024–2027, se busca reorganizar el flujo de residuos sin crear infraestructura paralela, trasladando la captura de valor hacia el punto de generación. De esta manera, las MiPymes pueden convertirse en proveedoras de biomasa de calidad y sus cocinas en el primer eslabón de una cadena de bioeconomía circular para Bogotá.

Ventajas de la Adopción de los Lineamientos Estratégicos Propuestos

Para definir las ventajas de la aplicación de los lineamientos propuestos en un potencial modelo de adopción de bioeconomía para las Mipymes gastronómicas, se muestra a continuación el listado de beneficios institucionales existentes y activos en Bogotá, organizados en tres categorías:

Tabla 2.

Beneficios institucionales para las MiPymes gastronómicas de Bogotá

Programa / mecanismo	Entidad(es)	Categoría	Cifra / alcance específico	Beneficiario directo
PREAD	Secretaría Distrital de Ambiente	Ahorro económico cuantificable	15% de descuento en impuesto predial (Decreto 352 de 2002; Acuerdo 105 de 2003); exención de 1 trámite de evaluación ambiental por año (Resolución 431 de 2025, art. 3)	MiPyme participante
Bogotá Al Punto – Microempresas	Bancóldex / SDDE	Ahorro económico cuantificable	Crédito hasta $35 millones COP por microempresa	MiPyme participante
Bogotá Al Punto – FNG	Bancóldex / SDDE	Ahorro económico cuantificable	Cobertura del 100% del costo de la garantía financiera	MiPyme participante
Incentivo IAT	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	Ahorro económico cuantificable	Valor variable por tonelada de residuo no aprovechable dispuesto en relleno, calculado en SMMLV según fórmula CRA	MiPyme (usuario del servicio de aseo); Distrito Capital y Relleno Sanitario Doña Juana
Evolución Productiva	Secretaría Distrital de Desarrollo Económico	Acceso a conocimiento y equipos	Entrega en especie de equipos + capacitación; sin monto fijo publicado	MiPyme / comerciante minorista de alimentos
Regenera	ANDI, CCB, SDA, UAESP, GIZ	Acceso a conocimiento y equipos	Acompañamiento técnico gratuito, actualmente a 91 restaurantes (Usaquén y Chapinero)	Sector gastronómico participante
NTC 6314:2019 (SAC)	ICONTEC / MinAmbiente	Diferenciación reputacional	Certificación de cumplimiento; sin valor monetario asociado	MiPyme (marca); consumidor final
Ventanilla de Negocios Verdes	Secretaría Distrital de Ambiente	Diferenciación reputacional	Reconocimiento e inclusión en el Ecodirectorio distrital; sin valor monetario asociado	MiPyme (posicionamiento); consumidor final

Nota. Elaboración propia con base en Secretaría Distrital de Ambiente (2024a, 2024b, 2025, s.f.-a, s.f.-b), ICONTEC (2019), Secretaría Distrital de Desarrollo Económico (2025a, 2025b, 2026), y Ley 1753 de 2015, art. 88 (Decreto 802 de 2022, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio).

Las principales barreras de acceso a los beneficios institucionales identificados son el desconocimiento de los programas, la complejidad de los requisitos y trámites, la limitada capacidad administrativa de las MiPymes y la falta de articulación entre las entidades y mecanismos disponibles. Por ello, la existencia de incentivos económicos, asistencia técnica y reconocimientos ambientales no garantiza su aprovechamiento efectivo, lo que hace necesario fortalecer el acompañamiento y la orientación para facilitar su acceso.

La implementación sistémica de los lineamientos propuestos activa una red de ventajas cuantificables y estratégicas, impactando positivamente tanto a la unidad de negocio individual como a la ciudad en su conjunto. A continuación, se identifican las ventajas categorizadas por el nivel de los grupos de interés (*stakeholders*).

Nivel Micro: Ventajas Competitivas para la MiPyme Gastronómica

Desde la Teoría de la Competitividad Basada en Recursos (RBV) postulada por Barney (1991), el biorresiduo gestionado bajo este modelo cumple con los cuatro criterios fundamentales para generar una ventaja sostenible: es un recurso valioso, raro en su aprovechamiento formal, difícil de imitar por su requerimiento de gobernanza compartida, y no sustituible por ser inherente a la operación. Al adoptar los lineamientos, se esperaría que las MiPymes obtuvieran:

Transformación de Costos y Ahorro Tarifario. La conversión del biorresiduo en biogás muta un gasto neto (disposición de basuras) en una fuente de valor. Se activa el acceso al Incentivo al Aprovechamiento y Tratamiento (IAT), el cual recompensa tarifariamente la reducción de residuos no aprovechables (Decreto 802 de 2022). Adicionalmente, el cumplimiento del protocolo permite acceder al Programa de Excelencia Ambiental Distrital (PREAD), habilitando exenciones administrativas y un descuento del 15% en el impuesto predial.

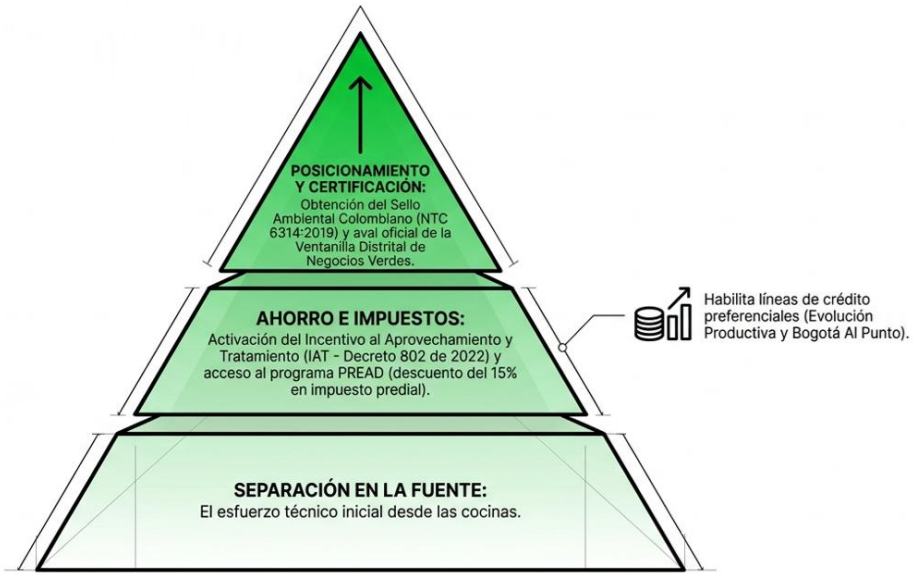
La materialización de estos beneficios económicos se encuentra firmemente respaldada por evidencia empírica en la literatura científica. Estudios exhaustivos sobre la adopción de modelos de economía circular, como los desarrollados por Rizos et al. (2016), demuestran empíricamente que en las Pequeñas y Medianas Empresas (MiPymes), la reducción de costos operativos y la eficiencia en el flujo de materiales son los principales habilitadores que convierten un esfuerzo ambiental en una ventaja competitiva real a corto plazo. En el contexto del sector gastronómico de Bogotá, esta premisa teórica se hace operativa: al implementar la separación estandarizada en la fuente, el restaurante no solo mejora su huella ecológica, sino que activa directamente las palancas fiscales y tarifarias del Distrito, transformando un centro de costos de disposición en un apalancamiento financiero.

Diferenciación Reputacional y Posicionamiento. La adopción del protocolo estandarizado posiciona al restaurante para obtener el Sello Ambiental Colombiano (NTC 6314:2019). Asimismo, el reconocimiento oficial mediante la Ventanilla Distrital de Negocios Verdes dota a la marca de un atributo de sostenibilidad altamente valorado por el mercado actual.

Acceso a Financiamiento y Conocimiento. A través de la alianza con *Regenera*, las MiPymes reciben acompañamiento técnico especializado gratuito. Paralelamente, se habilitan líneas de crédito preferenciales como *Evolución Productiva* y *Bogotá Al Punto* (SDDE y Bancóldex), las cuales facilitan la adquisición de tecnología o capital de trabajo bajo condiciones favorables.

Figura 12.

Ventajas competitivas nivel micro



Nota. Elaboración propia. Imagen generada con apoyo de inteligencia artificial mediante NotebookLM (Google, 2026) utilizando el siguiente prompt: "*Hacer un gráfico con forma de pirámide. Base: Separación en la fuente → Medio: Ahorro tarifario (IAT) e Impuestos (PREAD) → Cúspide: Certificaciones (SAC) y Posicionamiento.*"

Nivel Macro: Ventajas Sistémicas para el Distrito y la Ciudadanía

La reconfiguración del modelo no solo beneficiaría a las organizaciones, sino que atendería la crisis termodinámica y de salubridad de la capital. Se esperaría que la adopción generalizada de estos lineamientos en los nodos comerciales genere impactos sistémicos críticos:

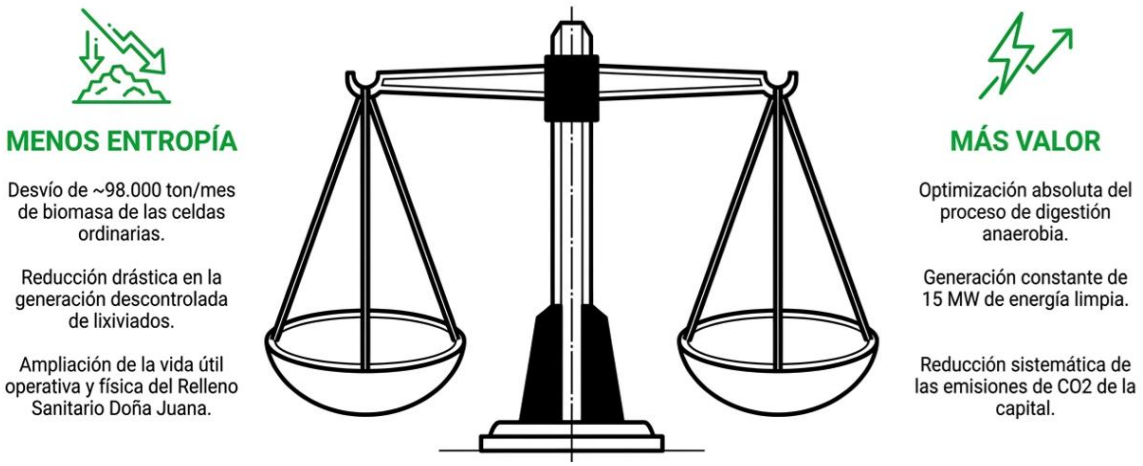
Maximización de la Generación Energética Limpia. Al proveer un sustrato orgánico segregado y de mayor pureza al operador Biogás Colombia S.A.S. E.S.P., se incrementa exponencialmente la eficiencia de la digestión anaerobia. Esto optimizaría la producción

de los 15 megavatios (MW) actuales, incrementando la inyección de electricidad limpia al Sistema Interconectado Nacional.

Reducción de la Carga Entrópica y Ampliación de Vida Útil. Desviar el 10% del volumen crítico (cerca de 98.000 toneladas mensuales estimadas de biomasa) de las celdas ordinarias disminuiría drásticamente la generación descontrolada de lixiviados. Esta mitigación puede prolongar la vida útil física y operativa del Relleno Sanitario Doña Juana, postergando la necesidad de buscar nuevos terrenos para el confinamiento de residuos.

Figura 13.

Ventajas sistémicas nivel macro



Nota. Elaboración propia. Imagen generada con apoyo de inteligencia artificial mediante NotebookLM (Google, 2026) utilizando el siguiente prompt: "*Hacer un gráfico conceptual de una balanza. En un plato: "Menos Entropía" (Menos lixiviados, menos carga en Doña Juana). En el otro plato: "Más Valor" (MW generados, reducción de CO2)*"

En conjunto, los hallazgos presentados en este capítulo muestran que la brecha entre el modelo lineal de gestión de residuos en Bogotá y un esquema de bioeconomía circular no es tecnológica ni financiera, sino de gobernanza: la ciudad ya cuenta con la

infraestructura de valorización energética, el marco normativo y la red institucional necesarios para capturar el valor de la biomasa gastronómica; lo que falta es el punto de conexión entre el generador, la MiPyme y ese sistema ya operativo. Los lineamientos descritos constituyen precisamente ese punto de conexión, y los beneficios sintetizados en la Tabla 2 confirman que su adopción no exige incentivos nuevos, sino la activación de instrumentos que Bogotá ya ha construido a lo largo de más de dos décadas de política ambiental distrital. Queda por explorar, sin embargo, hasta qué punto estas condiciones favorables se traducen en una adopción real y sostenida por parte de las MiPymes gastronómicas, pregunta que se retoma en la discusión final de este artículo, en el apartado Limitaciones y oportunidades futuras.

Discusión y Conclusiones

Discusión

Los hallazgos de esta investigación evidencian que la principal barrera para consolidar la bioeconomía en el sector gastronómico de Bogotá no es tecnológica ni financiera, sino estrictamente de gobernanza. Los datos constatan que la ciudad ya posee la infraestructura de valorización (Biogás Colombia) y una red robusta de incentivos (PREAD, IAT, Regenera). Sin embargo, la persistencia de una tarifa presuntiva (PMP) anula los incentivos individuales para la separación. Esta realidad operativa diagnosticada en Bogotá resulta plenamente coherente con lo reportado por la literatura científica respecto a los obstáculos de la circularidad a nivel global. Tal como sostienen Ferronato y Torretta (2019), en las economías emergentes la barrera más crítica para la gestión eficiente de residuos no suele ser la ausencia de infraestructuras tecnológicas, sino la fragilidad de la gobernanza institucional y la desconexión logística entre los eslabones de la cadena de valor.

Esta desconexión se agrava cuando se analiza el desincentivo económico generado por el esquema PMP. Al confrontar este hallazgo con investigaciones previas, Vence y López Pérez (2021) argumentan mediante evidencia empírica que los sistemas de fiscalidad estandarizada, que cobran promedios y no logran internalizar los costos reales de disposición individual, actúan como barreras estructurales insalvables para la competitividad. En el caso bogotano, el contraste confirma esta tesis: mientras el mercado siga socializando los costos de la ineficiencia logística mediante una tarifa plana, los incentivos ambientales aislados serán insuficientes para escalar el modelo bioeconómico en el sector restaurador. Al dimensionar este reto, resulta indispensable analizar las fuerzas macroeconómicas y estructurales que han moldeado estos

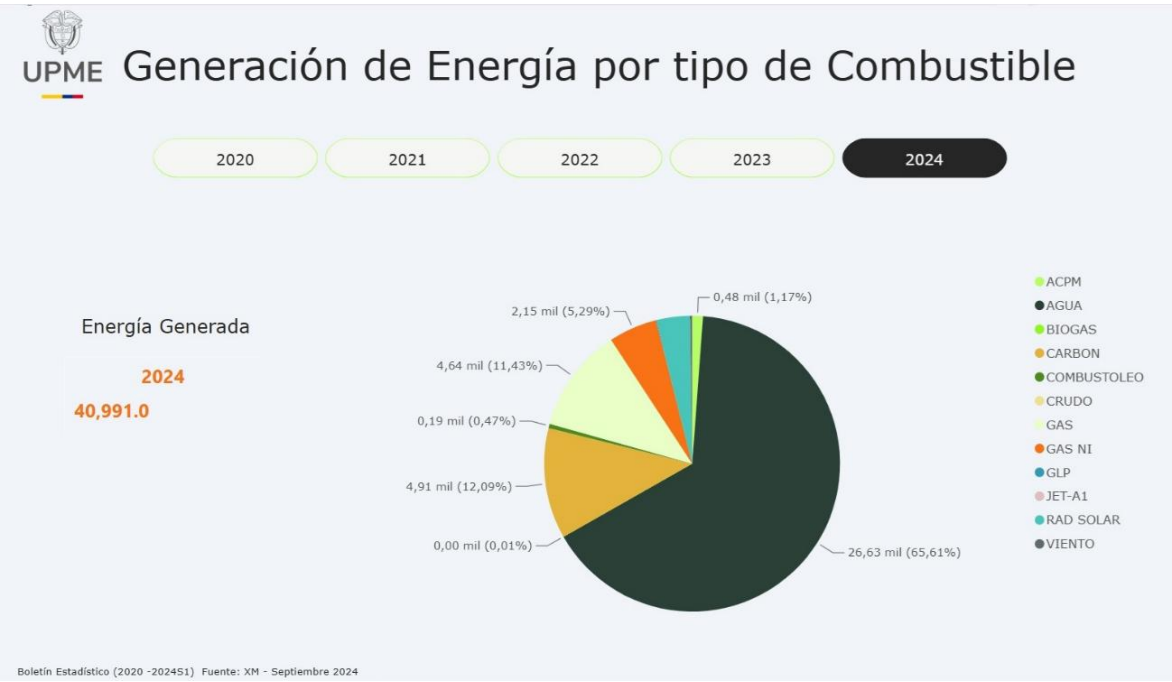
comportamientos institucionales, un aspecto que cobró especial relevancia durante la Misión Internacional llevada a cabo en Mataró, España.

Durante el desarrollo de dicha inmersión académica, y al analizar de primera mano el funcionamiento del sistema TubVerd, se hizo evidente una diferencia profunda entre las realidades operativas y geográficas de Cataluña y la capital colombiana. El modelo de Mataró nace de una necesidad ineludible: la escasez de fuentes primarias de energía limpia y la urgencia de reducir la dependencia de los combustibles fósiles para procesos térmicos. Esta restricción geográfica y económica obliga a sus instituciones y empresas a adoptar la circularidad no solo como un principio ambiental, sino como un imperativo de supervivencia energética. En este entorno, los residuos urbanos adquieren un valor incalculable, impulsando la innovación tecnológica y la articulación público-privada para exprimir hasta el último vatio de energía térmica contenida en la biomasa.

En contraste, Colombia goza de una inmensa ventaja comparativa en su matriz energética, la cual es mayoritariamente hidroeléctrica frente a una participación casi nula del biogás, como se puede observar en la siguiente gráfica.

Figura 14.

Generación de energía por tipo de combustible en Colombia, 2024



Nota. Reproducido de *Generación de energía por tipo de combustible*, por Unidad de Planeación Minero Energética, 2024. (upme.gov.co)

Esta abundancia de energía limpia y relativamente económica ha generado, paradójicamente, una especie de "maldición de los recursos" en términos de gestión ambiental. Al tener garantizado el suministro eléctrico a través de fuentes hídricas, la ciudad y sus nodos económicos no han sentido la urgencia crítica de explorar y diversificar nuevas fuentes de generación a partir de recursos no convencionales, como la biomasa. Esta ventaja estructural ha retrasado la priorización de proyectos de valorización energética profunda y ha relegado la buena disposición de las basuras a un tema de salubridad y paisajismo, más no de seguridad o eficiencia energética.

Como consecuencia de este aletargamiento institucional, la adopción de la circularidad en los nodos económicos de Bogotá avanza a un ritmo inferior al de su potencial real. La falta de presión sistémica por generar energía ha permitido que el modelo lineal de disposición final en el Relleno Sanitario Doña Juana perdure durante décadas, normalizando el entierro masivo de recursos valiosos. No obstante, las proyecciones de estrés hídrico y el agotamiento de la vida útil del relleno sanitario indican que esta zona de confort es insostenible a largo plazo.

Es precisamente en este punto de inflexión donde la transferencia de conocimiento del modelo Mataró adquiere su mayor relevancia para el contexto bogotano. Se constata que transferir el punto de intervención hacia el origen del residuo (la cocina de las MiPymes) y articular a los actores a través de los lineamientos estratégicos propuestos, es el eslabón faltante para cerrar la brecha entre las políticas públicas y la ejecución operativa. El sector gastronómico, al implementar estos lineamientos, tiene la oportunidad de anticiparse a los inminentes cambios regulatorios, transformando un pasivo ambiental en una ventaja competitiva pionera para la ciudad.

Conclusiones

La gestión de los recursos biológicos en los entornos urbanos ha dejado de ser un problema exclusivamente ecológico para convertirse en un desafío central de la estrategia de operaciones y la rentabilidad corporativa. El desarrollo de esta investigación ha permitido trazar una línea de análisis clara que expone las falencias del modelo actual en Bogotá y propone una vía pragmática hacia la competitividad a través de la bioeconomía.

Hallazgos diagnósticos comprobados

El punto de partida de este recorrido investigativo se centró en el diagnóstico del esquema lineal que rige a la capital colombiana, un modelo que demuestra una alta ineficiencia metabólica. Las cifras consolidadas evidencian que aproximadamente 98.414 toneladas mensuales de materia orgánica se pierden de manera sistemática en las celdas mixtas del Relleno Sanitario Doña Juana. Esta inmensa fuga de biomasa representa un pasivo crítico para la ciudad, impulsado de manera significativa por las operaciones comerciales y gastronómicas que, al estar sujetas a una estructura tarifaria presuntiva, carecen de incentivos reales para modificar sus patrones de descarte.

Ante la magnitud de este estancamiento, la investigación fijó su mirada en referentes internacionales de alta eficiencia, encontrando en el Modelo de Mataró, España, una hoja de ruta conceptual invaluable. El análisis profundo del sistema TubVerd y los enfoques de estandarización del Instituto IRTA permitió comprobar que la gestión eficiente de la biomasa no depende únicamente de la adquisición de tecnologías de punta, sino que requiere, de manera indispensable, de una infraestructura urbana interconectada y un modelo de gobernanza híbrido público-privado. La experiencia catalana demostró empíricamente que la bioeconomía prospera cuando la valorización de los residuos se asume como una estrategia integral orientada a la generación de energía y eficiencia territorial, principios que contrastan fuertemente con la visión fragmentada que actualmente impera en Bogotá.

Expectativas de implementación

Tomando como puente estas lecciones internacionales, el núcleo de esta investigación logró aterrizar dichos conceptos a la realidad del ecosistema empresarial local. Los lineamientos estratégicos propuestos a lo largo del documento (la estandarización técnica en las cocinas, la articulación de gobernanza mediante plataformas institucionales, y el redireccionamiento logístico hacia infraestructuras de

biogás) configuran una estructura conceptual altamente viable. El valor fundamental de estos lineamientos radica en su pragmatismo: no exigen la construcción de nueva infraestructura física ni un endeudamiento público masivo, sino que operan como un "parche" de eficiencia que conecta las capacidades instaladas existentes del Distrito con el punto exacto de generación de la biomasa en las MiPymes. Es un rediseño de flujos, no de activos físicos.

Como resultado de esta estructuración, el estudio concluye que la adopción de estos lineamientos estratégicos otorga a las MiPymes gastronómicas una potencial ventaja competitiva real y sostenible. Al visualizar y gestionar el biorresiduo bajo el rigor de la Teoría de la Competitividad Basada en Recursos (RBV), se espera que los restaurantes dejen de ser el eslabón pasivo de una cadena de desperdicio y se posicionen como agentes activos en un mercado de bioenergía. Las organizaciones que asuman esta transformación potencialmente podrán acceder a la red de beneficios tangibles que el Distrito ya ofrece —tales como ahorros tarifarios, alivios tributarios y certificaciones de prestigio—, logrando el objetivo final propuesto: transformar la obligatoriedad de la sostenibilidad en un motor comprobable de rentabilidad e innovación operativa.

Limitaciones y Oportunidades Futuras

Una limitación pertinente de este estudio es su alcance conceptual basado en fuentes secundarias y análisis documental, lo que restringe la medición empírica del impacto financiero a nivel microeconómico en un restaurante específico. A partir de esta investigación, surge la oportunidad de desarrollar una hoja de ruta cuantitativa que simule un plan piloto en un clúster gastronómico específico (como Usaquén o Chapinero), midiendo el Retorno de Inversión (ROI) directo generado por la disminución del Costo Variable en la factura de aseo.

Referencias

Anthropic. (2026). *Claude* [Modelo de inteligencia artificial]. https://claude.ai

Asociación Nacional de Empresarios de Colombia [ANDI]. (2023). Guía de gestión integral de residuos sólidos para el sector restaurador. Cámara de la Industria de Alimentos. https://andi.com.co/Uploads/ANDI_Resumen-ejecutivo-GIRS_V5_638560384962385842.pdf

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2003). Acuerdo 105 de 2003. Por el cual se adecuan las categorías tarifarias del impuesto predial unificado al Plan de Ordenamiento Territorial y se establecen y racionalizan algunos incentivos. Concejo de Bogotá D.C.

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2026, marzo 18). ¿Sabías que en Bogotá los residuos se transforman en energía? Bogota.gov.co. https://bogota.gov.co/mi-ciudad/habitat/biogas-genero-la-energia-electrica-para-mas-de-8000-hogares-en-bogota

Congreso de la República de Colombia. (2015). Ley 1753 de 2015. Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 "Todos por un nuevo país". Diario Oficial No. 49.538.

Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. Journal of Management, 17(1), 99–120. https://doi.org/10.1177/014920639101700108

Bernal, C. A. (2010). Metodología de la investigación (4.ª ed.). Pearson Educación. https://bibliotecadigital.utn.edu.ec/files/original/fb0b0cfee2ae990609933d17c6890848960051aa.pdf

Biogás Colombia S.A.S. E.S.P. (s.f.). BioGas: mejor aire para Bogotá, energía limpia para el mundo. Recuperado el 29 de junio de 2026, de https://www.biogas.com.co/

Bugge, M. M., Hansen, T., & Klitkou, A. (2016). What is the bioeconomy? A review of the literature. Sustainability, 8(7), 691. https://doi.org/10.3390/su8070691

Carpintero, Ó., & Martínez-Alier, J. (2006). La bioeconomía de Georgescu-Roegen. Icaria Editorial.

Cadavid, L. S., Mosos, W., & Agudelo, A. C. (2013). Potencial de biogás de residuos de frutas y verduras provenientes de restaurantes de Palmira. Acta Agronómica, 62(3). Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.

Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico [CRA]. (2015). Resolución CRA 720 de 2015: Por la cual se establece el régimen de regulación tarifaria al que deben someterse las personas prestadoras del servicio público de aseo. Diario Oficial No. 49.739.

Decreto 352 (2002, 15 de agosto). Por el cual se compila y actualiza la normativa sustantiva tributaria vigente, incluyendo las modificaciones generadas por la aplicación de nuevas normas nacionales que se deban aplicar a los tributos del Distrito Capital, y las generadas por acuerdos del orden distrital. Alcaldía Mayor de Bogotá. https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=5437

Decreto 802 (2022, 18 de mayo). Por el cual se sustituye el capítulo 7, al título 2, de la parte 3, del libro 2, del Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio, Decreto 1077 de 2015, en lo referente al incentivo al aprovechamiento de residuos sólidos. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=186866

Decreto 1077 (2015, 26 de mayo). Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Diario Oficial n.º 49.523. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77771

Estrategia de la Bioeconomía de Cataluña 2030 (EBC2030). Generalitat de Catalunya. https://agricultura.gencat.cat/web/.content/01-departament/plans-programes-def/estrategia-bioeconomia/estrategia-bioeconomia-2030.pdf

Ferronato, N., & Torretta, V. (2019). Waste mismanagement in developing countries: A review of global issues. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 16*(6), 1060. https://doi.org/10.3390/ijerph16061060

Floriach, A. (2025, noviembre). Transformación global y nuevas reglas de juego [Presentación de Power Point no publicada]. Programa internacional en economía circular, Mataró, España.

Global Bioeconomy Summit. (2018). Communiqué 2018: Innovation in the global bioeconomy for sustainable and inclusive transformation.

Georgescu-Roegen, N. (1975). Energy and economic myths: Institutional and analytical economic essays. Pergamon Press.

Georgescu-Roegen, N. (2017). Bioeconomía: una nueva mirada a la naturaleza de la actividad económica. Revista de Economía Crítica, (23), 195-207. https://www.upo.es/revistas/index.php/rec/article/view/10048 (Obra original publicada en 1971).

Google. (s.f.). [Relleno Sanitario Doña Juana, Bogotá, Colombia] [Mapa]. Recuperado el 27 de junio de 2026, de google.com

Google. (2026). *NotebookLM* [Modelo de inteligencia artificial]. http://notebooklm.google.com

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). Metodología de la investigación (5.ª ed.). McGraw-Hill. https://we.riseup.net/assets/446931/Metodologia+de+la+investigaci%C3%B3n+5ta+Edici%C3%B3n.pdf

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (2019). Etiquetas ambientales tipo I. Sello ambiental colombiano (SAC). Criterios ambientales para servicios de alimentación (restaurantes, catering y bares) (NTC 6314:2019). ICONTEC.

Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., y Van Woerden, F. (2018). What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. World Bank Publications. https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317

Keegan, D., Kretschmer, B., Elbersen, B., & Panoutsou, C. (2013). Cascading use: A systematic approach to biomass utilisation. Biofuels, Bioproducts and Biorefining, 7(2), 193-208. https://doi.org/10.1002/bbb.1351

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (Minciencias, 2020). Bioeconomía para una Colombia potencia viva y diversa: Hacia una sociedad impulsada por el conocimiento. Gobierno de Colombia. https://minciencias.gov.co/sites/default/files/estrategia_nacional_de_bioeconomia_2020.pdf

Prenafeta, F. (2025). A brief introduction to bieoeconomy. [Presentación de Power Point no publicada]. Programa internacional en economía circular, Mataró, España.

Resolución 720 (2015, 9 de julio). Por la cual se establece el régimen de regulación tarifaria al que deben someterse las personas prestadoras del servicio público de aseo. Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. Diario Oficial n.º 49.739.

Resolución 2184 (2019, 26 de diciembre). Por la cual se modifica la Resolución 668 de 2016 sobre uso racional de bolsas plásticas y se adoptan otras disposiciones. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Diario Oficial n.º 51.181. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/resolucion-2184-de-2019.pdf

Rizos, V., Behrens, A., van der Gaast, W., Hofman, E., Ioannou, A., Kafyeke, T., Flamos, A., Rinaldi, R., Papadelis, S., Hirschnitz-Garbers, M., & Topi, C. (2016). Implementation of circular economy business models by small and medium-sized enterprises (SMEs): Barriers and enablers. *Sustainability, 8*(11), Artículo 1212. https://doi.org/10.3390/su8111212

Rodríguez, A., et al. (2017). Bioeconomía: el futuro sostenible. Revista Facultad Nacional de Agronomía, 70(3), 8301–8310.

Secretaría Distrital de Ambiente. (2024a). Regenera: proyecto acelerador de economía circular para el sector gastronómico de Bogotá. Alcaldía Mayor de Bogotá.

Secretaría Distrital de Ambiente [SDA]. (2024b, diciembre 5). Nace "Bogotá Región Circular", alianza estratégica para la transición hacia la economía circular. Alcaldía Mayor de Bogotá. https://www.ambientebogota.gov.co/noticias-de-ambiente1/-/asset_publisher/CWsNLtoGa4f6/content/nace-bogota-region-circular-alianza-estrategica-para-la-transicion-hacia-la-economia-circular

Secretaría Distrital de Ambiente. (2025, 16 de diciembre). Secretaría de Ambiente de Bogotá reconoce 283 empresas en el aniversario 25 del Programa de Excelencia Ambiental - PREAD. Alcaldía Mayor de Bogotá. https://www.ambientebogota.gov.co/noticias-de-ambiente1/-/asset_publisher/CWsNLtoGa4f6/content/secretaria-de-ambiente-de-bogota-reconoce-283-empresas-en-el-aniversario-25-del-programa-de-excelencia-ambiental-pread

Secretaría Distrital de Ambiente. (s.f.). *Ventanilla distrital de Negocios Verdes.* Alcaldía Mayor de Bogotá. https://ambientebogota.gov.co/ventanilla-distrital-de-negocios-verdes

Secretaría Distrital de Desarrollo Económico. (2025a, 23 de noviembre). Bogotá Al Punto – FNG. Alcaldía Mayor de Bogotá. https://desarrolloeconomico.gov.co/bogota-al-punto-fondo-nacional-de-garantias/

Secretaría Distrital de Desarrollo Económico. (2025b, 5 de diciembre). Bogotá Al Punto – Microempresas. https://desarrolloeconomico.gov.co/bogota-al-punto-microempresas/

Secretaría Distrital de Desarrollo Económico. (2026, 19 de marzo). Bogotá abre 1.641 cupos para fortalecer negocios de comerciantes minoristas de alimentos con 'Evolución Productiva'. https://desarrolloeconomico.gov.co/bogota-abre-1-641-cupos-para-fortalecer-negocios-de-comerciantes-minoristas-de-alimentos/

Secretaría Distrital de Desarrollo Económico. (2025a, 23 de noviembre). Bogotá Al Punto – FNG. https://desarrolloeconomico.gov.co/bogota-al-punto-fondo-nacional-de-garantias/

Tubverd (2025a, octubre). Sistema TubVerd [Figura]. https://tubverd.aiguesmataro.com/es/el-proyecto/que-es

Tubverd (2025b, octubre). Red TubVerd [Figura]. https://tubverd.aiguesmataro.com/es/el-proyecto/alcance

UAESP. (23 de octubre de 2019) #Entérate Así es el sistema de básculas del relleno sanitario Doña Juana – UAESP [Archivo de Video]. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=xo4v-JkD2Cs&t=11s

Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP). (s.f.). *Documento técnico de soporte: Modificación del Decreto 620 de 2007*. Secretaría Distrital del Hábitat.

Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (2026a, junio). Esquema de aseo [Figura]. https://www.uaesp.gov.co/content/subdireccion-recoleccion-barrido-y-limpieza

Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos [UAESP]. (2021). ABC de la tarifa de aseo en Bogotá. Alcaldía Mayor de Bogotá. https://www.uaesp.gov.co/noticias/abc-de-la-tarifa-de-aseo-en-bogota

Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos [UAESP]. (2023, 17 de mayo). La ruta selectiva de orgánicos aprovecha los residuos de las plazas de mercado. Alcaldía Mayor de Bogotá. https://www.uaesp.gov.co/noticias/la-ruta-selectiva-de-organicos-aprovecha-los-residuos-de-las-plazas-de-mercado

Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos [UAESP]. (2025). Biogás — Tratamiento y aprovechamiento del biogás en el Relleno Sanitario Doña Juana. https://uaesp.gov.co/content/biogas

Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos - UAESP (2026, marzo). Informe de disposición final de residuos sólidos - Relleno Sanitario Doña Juana febrero 2026. Bogotá D.C.

Unidad de Planeación Minero Energética. (2024). *Generación de energía por tipo de combustible: Boletín estadístico 2020–2024S1*. https://www.upme.gov.co/indicadores-y-graficos/

Vence, X., & López Pérez, A. (2021). Taxation for a circular economy: New instruments, reforms, and architectural changes in the fiscal system. *Sustainability, 13*(8), 4581. https://doi.org/10.3390/su13084581

Wernerfelt, B. (1984). A resource-based view of the firm. Strategic Management Journal, 5(2), 171–180.