Circular Economy as an Instrument of Sustainable Public Management: Key Determinants of Performance in Municipal Solid Waste Management in Cajamarca, Perú

***Abstract*– The circular economy is an emerging paradigm for sustainable solid waste management; however, the factors associated with municipal performance in Latin America remain insufficiently understood. This study adopted a quantitative approach with correlational, explanatory, and comparative scope and a cross-sectional, non-experimental design. The sample comprised 122 officials involved in solid waste management in local governments of the province of Cajamarca, Peru. Three predictor dimensions (legal framework, institutional capacity, and operational management) and the dependent variable, sustainable management performance, were measured with a Likert-type scale. Data were analyzed in IBM SPSS Statistics, version 28, through Spearman correlations, multiple linear regression, and group comparisons. The model explained 46.8% of the variance in performance ($R^2 = 0.468$; $F(3, 118) = 34.62$; $p < 0.001$). Operational management ($\beta = 0.399$) and the legal framework ($\beta = 0.220$) were significant predictors, whereas institutional capacity ($\beta = 0.175$; $p = 0.068$) and officials' profiles made no significant contribution. The scales showed modest reliability (Cronbach's alpha between 0.59 and 0.67), which is acknowledged as a limitation. Based on these associations, an integrated circular management model is proposed as a working framework, grounded in public policy capacity, institutional theory, and multilevel governance, to strengthen operational efficiency, regulatory compliance, and intergovernmental coordination in local governments.**

***Keywords*– circular economy, solid waste management, multilevel governance, public policy capacity, legal framework, municipal performance.**

Economía Circular como Instrumento de Gestión Pública Sostenible: Determinantes del Desempeño en la Gestión de Residuos Sólidos Municipales en Cajamarca

***Resumen*– La economía circular constituye un paradigma emergente para la gestión sostenible de los residuos sólidos; sin embargo, los factores asociados al desempeño municipal en América Latina permanecen insuficientemente comprendidos. El estudio adoptó un enfoque cuantitativo, de alcance correlacional, explicativo y comparativo, con diseño transversal no experimental. Noventa y tres de estos participantes asistieron a los gobiernos locales en la provincia de Cajamarca, Perú (Tabla 1). El desempeño en la gestión sostenible se midió mediante tres dimensiones predictoras (marco legal, capacidad institucional y gestión operativa), utilizando una escala tipo Likert. Los datos se analizaron en IBM SPSS Statistics, versión 28 (IBM Corp., Armonk, NY), mediante correlaciones de Spearman, regresión lineal múltiple y comparaciones de grupos. El modelo explicó el 46.8% de la varianza en el desempeño ($R^2 = 0.468$; $F(3, 118) = 34.62$; $p < 0.001$). La gestión operativa ($\beta = 0.399$) y el marco legal ($\beta = 0.220$) fueron predictores significativos; la capacidad institucional ($\beta = 0.175$; $p = 0.068$) y el perfil de los funcionarios no contribuyeron significativamente. También se reconoce la modesta confiabilidad de las escalas (alfa de Cronbach entre 0.59 y 0.67) en este límite. El autor propone un marco integrado para la gestión circular basado en las asociaciones establecidas, que se sustenta en la capacidad de política pública, la teoría institucional y la gobernanza multinivel para mejorar la eficiencia operativa, el cumplimiento regulatorio y la coordinación intergubernamental dentro del gobierno local.**

***Palabras clave*– economía circular, gestión de residuos sólidos, gobernanza multinivel, capacidad de política pública, marco jurídico, desempeño municipal.**

I. Introducción

En un entorno de crecimiento urbano acelerado, la gestión sostenible de los residuos sólidos es uno de los temas más urgentes para los gobiernos locales. La economía circular ha surgido como un paradigma que reorienta el modelo lineal de producción y consumo hacia sistemas continentales regenerativos en los que los residuos se consideran nuevamente como insumos que se reintroducen en el circuito de producción [1], [2]. La transición hacia la economía circular también exige un marco legal e institucional que guíe y respalde las prácticas de gestión sostenible a nivel municipal; esto va acompañado de capacidades técnicas y operativas [3].

La gestión de residuos sólidos en las economías en desarrollo enfrenta desafíos específicos debido a la insuficiencia de recursos, la fragilidad institucional y la limitada integración de los marcos regulatorios [4], [5]. Los gobiernos municipales, al ser el nivel de gobierno que presta el servicio, normalmente trabajan con una capacidad técnica y financiera limitada, lo que reduce el desempeño de los sistemas de gestión [6]. En este contexto, la economía circular se presenta como la solución para optimizar la gestión de residuos mediante una provisión de infraestructura mucho más eficiente y sostenible (con instrumentos legales e institucionales adecuados) [7].

La literatura sobre gestión de residuos ha abordado el marco legal como una herramienta para incorporar la economía circular en el enfoque general, al definir y justificar las obligaciones de los actores [8], [9]. Los aspectos correlacionados con políticas de gestión sostenible exitosas incluyen regulaciones relativas a la responsabilidad ampliada del productor, mecanismos de control y sanción, y la coordinación entre niveles de gobierno [10]. La capacidad institucional de los municipios—definida como la disponibilidad de recursos humanos, financieros y organizacionales—condiciona la implementación efectiva de estas prácticas [11] en paralelo.

La investigación sobre la economía circular en la gestión de residuos ha examinado variables que promueven u obstaculizan las prácticas circulares, mientras que existe una multitud de barreras regulatorias [12], técnicas [12] y financieras [13]. Se han realizado diversos estudios que evalúan el desempeño de los sistemas de gestión municipal y su efectividad [14], [15]. Estas contribuciones han mejorado la comprensión del fenómeno, aunque una parte significativa se ha especializado en economías desarrolladas y, en lo que respecta al análisis empírico en términos de debatir si, junto con el marco legal, la capacidad institucional o la gestión operativa contribuyen más al desempeño en los municipios latinoamericanos, no se ha hecho mucho.

Por lo tanto, esto plantea la brecha que este estudio intenta cubrir. La literatura previa ha establecido por separado la importancia del marco legal, la capacidad institucional y la gestión operativa; sin embargo, la evidencia empírica sigue siendo concluyente respecto a su contribución relativa al desempeño general para la gestión sostenible de residuos sólidos en los municipios peruanos. Reconocer esa contribución es esencial para orientar el diseño de políticas públicas que promuevan la transición hacia una economía circular en la gestión municipal de residuos sólidos [3].

En coherencia con esta brecha, el objetivo general de la investigación es establecer la asociación entre el marco legal, la capacidad institucional y la gestión operativa en el desempeño de la gestión sostenible de residuos sólidos desde los municipios de la provincia de Cajamarca, Perú. En línea con este propósito, se definen cuatro objetivos específicos: primero, caracterizar los niveles de las dimensiones temáticas en la gestión de residuos; segundo, establecer si existe una correlación entre estas dimensiones y el desempeño; tercero, estimar el peso de cada dimensión mediante un modelo de regresión explicativa; cuarto, analizar las diferencias en función

del perfil de los funcionarios y de los distritos; y, proactivamente, intentar proponer un modelo integrado de gestión circular fundamentado en la teoría de la capacidad en políticas públicas, la teoría institucional y el enfoque de gobernanza multinivel, integrando dimensiones legales, institucionales y operativas hegemónicas. El valor añadido de este estudio es doble: primero, evidencia empírica desde un contexto latinoamericano, y segundo, una propuesta de políticas públicas de economía circular a escala local.

II. Marco Teórico

A. La economía circular en la gestión de residuos sólidos

La economía circular es un modelo para reemplazar la lógica lineal de extraer, producir y desechar por sistemas regenerativos que buscan mantener los productos, los equipos y los materiales en uso mediante la reutilización, el reciclaje y la recuperación. En la gestión de residuos sólidos (GRS), el paradigma indica que necesitamos diseñar sistemas que generen menos residuos y los utilicen de manera eficiente [1], [2].

El cierre del ciclo puede tener alcance local, regional o global y comprende múltiples dimensiones, desde el entorno regulatorio que define las reglas del sistema hasta las capacidades operativas que hacen posible su implementación [3], [8]. La evidencia acumulada indica que el éxito de estas iniciativas se apoya en la sinergia entre sus componentes normativos, institucionales y operativos [7].

Se han documentado los beneficios ambientales y económicos de la adopción de la economía circular, junto con las barreras para su implementación en la gestión de residuos [12], [13]. Entre las barreras identificadas figuran los recursos financieros limitados, las deficiencias técnicas, la fragmentación regulatoria y la falta de coordinación entre los actores [4]. En las economías en desarrollo estas barreras se agravan y afectan la capacidad de los municipios para emprender la transición circular [5], [6], por lo que se abordan mediante intervenciones que refuerzan simultáneamente las dimensiones normativa, institucional y operativa de la gestión [11]. Los esfuerzos nacionales para abordar la gestión de residuos desde la generación, la recolección y la recuperación en distintos entornos urbanos han sido investigados internacionalmente [16], [17], [18]; los estudios en economías en desarrollo han evidenciado los desafíos particulares de los gobiernos locales en la prestación del servicio [19], [20], [21]; y la transición hacia la economía circular se ha analizado también desde su dimensión normativa y regulatoria [22], [23].

B. El marco jurídico como instrumento de gestión sostenible

El marco jurídico es el instrumento mediante el cual se institucionalizan las prácticas de economía circular y se establecen las obligaciones y los incentivos de los actores del sistema de gestión de residuos. La literatura ha destacado el papel de la normativa en la definición de las reglas del juego, en la asignación de responsabilidades y en el establecimiento de mecanismos de control y sanción [8], [9]. Las regulaciones sobre la responsabilidad extendida del productor se han señalado como un instrumento eficaz para trasladar los costos de la gestión de los residuos a quienes los generan [10]. La claridad y la coherencia de los instrumentos jurídicos, así como su articulación entre niveles de gobierno, condicionan su eficacia para orientar la gestión sostenible [3].

La evidencia empírica ha mostrado que la existencia de un marco normativo claro y su aplicación efectiva se asocian con un mejor desempeño de los sistemas de gestión de residuos [14]. No obstante, la mera existencia de la normativa no garantiza su cumplimiento, pues la implementación depende de la capacidad de los mecanismos de control y de la voluntad de los actores [15]. En las economías en desarrollo, la confusión normativa y la debilidad de los mecanismos de control constituyen obstáculos frecuentes [13]. Examinar la contribución del marco jurídico al desempeño permite discernir su papel relativo frente a las demás dimensiones de la gestión [12]. La dimensión jurídica ha sido examinada en profundidad por la literatura reciente sobre legislación ambiental e instrumentos regulatorios [24], [25], [26], sobre la coordinación entre niveles de gobierno y la gobernanza multinivel [27], [28], y sobre la responsabilidad extendida del productor y los sistemas de gestión de residuos específicos [29], [30], [31], [32].

C. Capacidad institucional, gestión operativa y desempeño

La capacidad institucional de los municipios, entendida como la disponibilidad de recursos humanos, financieros y organizativos y la coordinación entre las áreas involucradas, condiciona la implementación de las prácticas de economía circular [6], [11]. La disponibilidad de personal técnico capacitado, el compromiso del liderazgo municipal y la estabilidad de los programas frente a la rotación de funcionarios se han identificado como componentes de esa capacidad [4]. La gestión operativa comprende los procesos de recolección, transporte y disposición de los residuos, la infraestructura y las actividades de monitoreo y sensibilización ciudadana [14], [15].

La relación entre estas dimensiones y el desempeño se fundamenta en la idea de que un sistema solo es eficaz cuando sus elementos normativo-institucionales y operativos están bien alineados [7], [9]. Esto significa que, desde esta perspectiva, la gestión operativa sería el proceso mediante el cual la capacidad institucional y el marco legal se transponen a resultados [1], y que, si bien se ha demostrado en la literatura que las dimensiones operativas se relacionan directamente con el desempeño, el marco legal y la capacidad institucional pueden o no afectar el desempeño de manera directa [2], aunque se espera que lo hagan de forma indirecta a través de la gestión operativa. Esta última es una hipótesis de mediación que el presente estudio no pone a prueba porque su diseño estima únicamente contribuciones directas.

El examen empírico de la contribución relativa de las tres dimensiones resulta pertinente para orientar las políticas de fortalecimiento de la gestión sostenible [3]. La relación entre capacidades de gestión y desempeño de los sistemas de residuos ha sido documentada en múltiples contextos [33], [34], [35]; la investigación en países en desarrollo ha subrayado la importancia de la infraestructura y de los recursos para la eficacia operativa [36], [37], [38]; y los enfoques recientes han incorporado la digitalización y la innovación tecnológica como facilitadores de la gestión circular [39].

D. Operacionalización de la economía circular en las dimensiones del estudio

La economía circular no se mide en este estudio como una variable independiente, sino que opera como el marco de referencia que da contenido a las cuatro dimensiones examinadas. El marco jurídico se refiere a los instrumentos normativos que institucionalizan la circularidad a escala local: la claridad de las normas sobre residuos, las ordenanzas municipales y los mecanismos de control y cumplimiento que la literatura identifica como condición de la transición circular [8], [9], [11]. La capacidad institucional recoge los recursos humanos, financieros y organizativos y la coordinación interna que hacen posible implementar prácticas circulares [4], [6]. La gestión operativa abarca los procesos de recolección, la infraestructura, el monitoreo y la sensibilización ciudadana, que son los medios por los que un municipio cierra el ciclo de los materiales [14], [15]. El desempeño en la gestión sostenible, finalmente, se expresa en resultados propios de la lógica circular: la cobertura del servicio, la segregación en la fuente, las tasas de reciclaje y el cumplimiento de metas ambientales [1], [7]. Con esta operacionalización, el estudio investiga cómo las condiciones legales, institucionales y operativas se correlacionan con el desempeño de la circularidad mediante la gestión municipal de residuos.

III. MÉTODO

A. Enfoque, diseño y muestra

Con base en el alcance de la metodología cuantitativa, este estudio fue descriptivo y se centró en la investigación relacional, explicativa y comparativa, de modo que, mediante un diseño no experimental, se realizaron estudios transversales. El universo de estudio está constituido por una muestra intencional no probabilística de ciento veintidós funcionarios y servidores públicos en la gestión ambiental de residuos sólidos de los municipios de la provincia de Cajamarca, Perú. La formación profesional y la experiencia de los participantes (por ejemplo, especialista en gestión ambiental, supervisor de saneamiento, gerente de área, inspector ambiental) variaron según los tamaños de sus respectivos distritos. La participación fue voluntaria; las respuestas se brindan luego del consentimiento informado y se garantiza la confidencialidad de las respuestas.

B. Instrumento y variables

Los datos se recopilaron mediante un cuestionario estructurado aplicado en una escala tipo Likert de cinco puntos que contenía cuatro dimensiones, cada una con seis ítems. Los ítems que evaluaban la claridad de las regulaciones, la legitimidad de la ordenanza local y el cumplimiento y los mecanismos de fiscalización conformaron medidas del marco jurídico. La capacidad institucional se evaluó observando la disponibilidad de personal técnico, recursos financieros, la coordinación entre organismos y la motivación del liderazgo. Los ítems relacionados con los planes operativos, los procedimientos de recaudación de ingresos, la infraestructura y el monitoreo, así como la sensibilización, se utilizaron para evaluar la gestión operativa. La variable dependiente de este estudio fue el desempeño en la gestión sostenible, medido con ítems sobre la prestación de servicios, la segregación en la fuente, las tasas de reciclaje y el logro de objetivos ambientales. Antes de los análisis, los ítems redactados en sentido negativo se codificaron de forma inversa. Las escalas demostraron una consistencia interna moderada (0.59 a 0.67), según lo determinado por el alfa de Cronbach (Tabla I). Estos valores están por debajo del punto de corte estándar de 0.70, en parte, debido a un número reducido de ítems por dimensión e incluyendo algunos ítems recodificados (en dirección opuesta); por lo tanto, como limitación del estudio, debemos tener en cuenta que la baja confiabilidad reduce las correlaciones; en consecuencia, las asociaciones se consideran estimaciones conservadoras. Por ello, la validación psicométrica completa (como el análisis factorial, la validez convergente y la validez discriminante) representa una tarea de investigación futura.

C. Análisis de datos

Se realizó un análisis en IBM SPSS Statistics, versión 28. Luego se calcularon las estadísticas descriptivas para las dimensiones y se verificó la normalidad mediante la prueba de Kolmogorov–Smirnov con corrección de Lilliefors. Dado que el desempeño y la gestión operativa no alcanzaron el rango normal, se determinaron asociaciones bivariadas mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman. Se empleó un modelo de regresión lineal múltiple con mínimos cuadrados ordinarios para estimar la contribución relativa del marco legal, la capacidad institucional y la gestión operativa al desempeño. Seleccionamos este modelo porque el tercer objetivo exige evaluar la contribución de cada dimensión controlando las demás, lo cual no contempla la correlación bivariada; el tamaño de la muestra [N=122] para 3 predictores supera de manera considerable la regla general ampliamente aceptada de diez a quince casos por predictor; y se acepta una desviación moderada de la normalidad en las variables dependientes. A continuación se reporta: el coeficiente de determinación, la prueba F, los coeficientes estandarizados, el tamaño del efecto f^2 de Cohen para todas las variables independientes y la multicolinealidad a nivel de grupo (con respecto a la tolerancia), el factor de inflación de la varianza como diagnóstico de multicolinealidad y se informa el estadístico de Durbin–Watson como diagnóstico de independencia de los residuos. Las diferencias por capacitación, tamaño del distrito y formación profesional se analizaron mediante la prueba U de Mann–Whitney y la prueba H de Kruskal–Wallis con el respectivo tamaño del efecto.

IV. RESULTADOS

A. Análisis descriptivo y de fiabilidad

Los funcionarios indicaron percepciones intermedias en las cuatro dimensiones (puntuaciones medias cercanas a 3 de 5), lo que refleja una evaluación neutral a moderada sobre el estado de la gestión de residuos en sus municipios. Donde el marco legal fue el más alto (media 3.03) y la capacidad institucional la más baja (media 2.96), en consonancia con las debilidades percibidas en los recursos y la capacidad organizativa.

La prueba de normalidad reveló que el desempeño y la gestión operativa se apartan de la distribución normal, lo que determinó la elección del coeficiente de Spearman. La Tabla I reúne los estadísticos descriptivos, los coeficientes de fiabilidad y los resultados de la prueba de normalidad.

TABLA I
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS, FIABILIDAD Y NORMALIDAD DE LAS DIMENSIONES (N = 122)

Dimensión	*M*	*DE*	*α*	KS	*p*
Marco jurídico	3,03	0,64	0,653	0,100	0,167
Capacidad institucional	2,96	0,69	0,670	0,091	0,254
Gestión operativa	2,98	0,59	0,590	0,126	0,037*
Desempeño (VD)	2,98	0,64	0,622	0,129	0,032*

Nota. M = media (escala 1–5); DE = desviación estándar; α = alfa de Cronbach; KS = estadístico de Kolmogórov-Smirnov con corrección de Lilliefors. * p < 0,05 indica desviación de la normalidad. VD = variable dependiente.

B. Análisis de correlación

El análisis de correlación, que responde al segundo objetivo, reveló asociaciones positivas y significativas entre las tres dimensiones predictoras y el desempeño en la gestión sostenible. La gestión operativa mostró la asociación más fuerte con el desempeño (ρ = 0,586), seguida de la capacidad institucional (ρ = 0,485) y del marco jurídico (ρ = 0,454). Las correlaciones entre las dimensiones predictoras, de magnitud moderada, sugieren que capturan aspectos relacionados pero distintos de la gestión; destaca la asociación entre la capacidad institucional y la gestión operativa (ρ = 0,665). La Tabla II presenta la matriz de correlaciones.

TABLA II
MATRIZ DE CORRELACIONES DE SPEARMAN ENTRE LAS DIMENSIONES (N = 122)

Dimensión	1	2	3	4
1. Marco jurídico	1,00	—	—	—
2. Capacidad institucional	0,346	1,00	—	—
3. Gestión operativa	0,461	0,665	1,00	—
4. Desempeño (VD)	0,454	0,485	0,586	1,00

Nota. Coeficientes de correlación de Spearman. Todas las correlaciones fueron significativas con p < 0,01. La fila 4 muestra la asociación de cada dimensión con el desempeño en la gestión sostenible.

C. Modelo de regresión múltiple

Para responder al tercer objetivo se ajustó un modelo de regresión lineal múltiple con el desempeño en la gestión sostenible como variable dependiente y las tres dimensiones como predictoras. El modelo resultó globalmente significativo y explicó el 46,8 % de la varianza del desempeño (R^2 = 0,468; F(3, 118) = 34,62; p < 0,001). La gestión operativa fue el predictor más fuerte (β = 0,399; p < 0,001), seguida del marco jurídico (β = 0,220; p < 0,01). La capacidad institucional no alcanzó la significación estadística convencional (β = 0,175; p = 0,068), por lo que su contribución directa, una vez controladas las otras dos dimensiones, no puede afirmarse con los datos disponibles. Los factores de inflación de la varianza inferiores a 2,4 descartan una colinealidad problemática y el estadístico de Durbin-Watson de 2,12 respalda la independencia de los residuos. La Tabla III presenta los coeficientes del modelo y sus estadísticos de ajuste.

TABLA III
MODELO DE REGRESIÓN MÚLTIPLE PARA EL DESEMPEÑO EN LA GESTIÓN SOSTENIBLE (N = 122)

Predictor	B (EE)	*β*	*t*	f^2
Constante	0,570 (0,243)	—	2,35	—
Marco jurídico	0,218** (0,080)	0,220	2,71	0,062
Capacidad institucional	0,161 (0,087)	0,175	1,84	0,029
Gestión operativa	0,430*** (0,111)	0,399	3,88	0,127
R^2 / R^2 ajustado	0,468 / 0,455			
F(3, 118) / p	34,62*** / < 0,001			
VIF (máx.) / DW	2,35 / 2,12			

Nota. Variable dependiente: desempeño en la gestión sostenible. B = coeficiente no estandarizado con error estándar (EE) entre paréntesis; β = coeficiente estandarizado; f^2 = tamaño del efecto de Cohen; VIF = factor de inflación de la varianza; DW = Durbin-Watson. La capacidad institucional presenta p = 0,068, no significativa al nivel convencional de 0,05. ** p < 0,01; *** p < 0,001.

D. Análisis comparativo

Conclusiones El análisis comparativo, que cumple el tercer objetivo de investigación, confirmó que el trasfondo de los funcionarios formación en economía circular (P=0.992), tamaño del distrito o su profesión no influye de manera estadísticamente significativa en el desempeño. Estos resultados de las variables fundamentales de la gestión sostenible se resumen en la Tabla IV, lo que indica que el desempeño en la gestión sostenible depende de factores estructurales del sistema de gestión más que del perfil individual de los funcionarios o del tamaño del distrito.

TABLA IV
COMPARACIÓN DEL DESEMPEÑO SEGÚN CAPACITACIÓN, TAMAÑO DE DISTRITO Y FORMACIÓN (N = 122)

Criterio	Grupos (n)	Prueba	Estadístico	*p*
Capacitación en EC	Sí (67) / No (55)	U	1901	0,764
Tamaño del distrito	Pequeño / Mediano / Grande	H	3,73	0,155
Formación	Ambiental / Derecho / Adm. / Otra	H	0,12	0,989

Nota. EC = economía circular; U = prueba U de Mann-Whitney; H = prueba de Kruskal-Wallis. Ninguna diferencia alcanzó significación estadística (p > 0,05). Tamaños del efecto reducidos: capacitación r = 0,03; tamaño ε^2 = 0,015; formación ε^2 < 0,01.

E. Propuesta: modelo integrado de gestión circular fundamentado en la gobernanza multinivel

El cuarto objetivo, de carácter propositivo, se concreta en un modelo integrado de gestión circular sustentado en tres marcos teóricos y formulado como un marco de trabajo derivado de las asociaciones observadas, no como un conjunto de relaciones causales comprobadas. El primer marco es la teoría de la capacidad de política pública, que fundamenta el papel de la gestión operativa, predictor más fuerte del desempeño, en tanto la capacidad de ejecución de los gobiernos locales condiciona que las intenciones se conviertan en resultados [40]. El segundo es la teoría institucional aplicada a la gobernanza ambiental, que respalda el marco jurídico como medio para estandarizar las prácticas circulares y dotar de legitimidad a la acción pública [41], [28]. El tercero es la gobernanza multinivel, que vincula la integración horizontal con la coordinación vertical entre los

niveles nacional, regional y local, identificada como condición de eficacia de las políticas de economía circular [18], [33], [42], [43], [44].

Estos marcos combinados permiten ir más allá de la visión lineal de la gestión de residuos y adoptar una perspectiva de sistemas, en la que los aspectos legales, institucionales y operativos se refuerzan mutuamente a lo largo de la transición circular [45]. La Tabla V desglosa el modelo en tres componentes, junto con su base teórica, la evidencia de este estudio que lo respalda y el mecanismo de acción. El componente de coordinación institucional se basa en la contribución directa y no significativa de la capacidad institucional y su alta correlación con la gestión operativa; mientras que el posible papel de esta última como vía indirecta es una hipótesis que requeriría un análisis de mediación que no se realizó en este estudio, por lo que este componente se incluye como condición habilitante más que como predictor verificado.

TABLA V
MODELO INTEGRADO DE GESTIÓN CIRCULAR: FUNDAMENTO TEÓRICO, EVIDENCIA Y MECANISMO DE ACCIÓN

Componente	Fundamento teórico	Evidencia (este estudio)	Mecanismo de acción
Optimización operativa	Capacidad de política pública: la ejecución determina la traducción de intenciones en resultados	Predictor más fuerte ($\beta = 0{,}399$; $f^2 = 0{,}127$; $p < 0{,}001$)	Fortalecer procesos de recolección, infraestructura, monitoreo y sensibilización ciudadana
Consolidación normativa	Teoría institucional: la norma institucionaliza prácticas y legitima la acción pública	Predictor significativo ($\beta = 0{,}220$; $f^2 = 0{,}062$; $p < 0{,}01$)	Ordenanzas de economía circular, mecanismos de control y responsabilidad extendida del productor
Coordinación institucional	Gobernanza multinivel: la articulación entre niveles condiciona la eficacia de las políticas	Contribución directa no significativa ($\beta = 0{,}175$; $p = 0{,}068$); correlación con la gestión operativa $\rho = 0{,}665$	Coordinación nacional-regional-local; alianzas estratégicas; continuidad de programas

Nota. El modelo incorporó tres marcos teóricos con resultados empíricos del estudio; los coeficientes se relacionan con el modelo de regresión (Tabla III) y con la matriz de correlación (Tabla II). La secuencia de implementación enfatiza la optimización operativa y la consolidación regulatoria, ambas identificadas como impulsores potentes de la reforma, mientras que la coordinación institucional se incluye de forma transversal como condición habilitante con una vía de influencia potencialmente indirecta que no fue evaluada en este análisis.

V. DISCUSIÓN

Cajamarca: Los resultados indican que, en los municipios de Cajamarca, el desempeño en la gestión sostenible de residuos sólidos se relaciona más con la gestión operativa y el marco legal que con la capacidad institucional declarada por los funcionarios. Este resultado está en línea con la literatura que identifica las operaciones como un factor mediador mediante el cual las capacidades y las regulaciones se convierten en resultados [14], [15]. El predominio de la gestión operativa como impulsor sugiere que mejorar los procesos de recolección, la infraestructura y el monitoreo es el camino crítico para mejorar el desempeño [1]. Para ilustrar qué implica esta dimensión en el instrumento, los ítems tratan sobre si existen planes operativos, si hay procedimientos de recolección, si la infraestructura está disponible y si se realizan actividades de monitoreo y sensibilización; por lo tanto, el resultado sobre esto apunta a la calidad del servicio durante la operación regular.

El factor legal implica que la institucionalización de instrumentos regulatorios de la economía circular se vincula con logros mejorados. Hipotetizamos que el grado de certidumbre regulatoria, junto con la presencia de mecanismos de control, define las condiciones bajo las cuales los municipios se comportan de manera adecuada en términos de la gestión necesaria para hacer cumplir el cumplimiento [8], [9], respaldado por evidencia sobre responsabilidad extendida del productor y coordinación entre niveles de gobierno [10]. La capacidad institucional, por su parte, aunque asociada moderadamente con el desempeño, no aportó una contribución directa importante cuando se consideró en conjunto con las otras dimensiones. Cheong et al. [11] y su alta correlación con la gestión operativa permitieron formular la hipótesis de que su influencia opera a través de las operaciones; una hipótesis no probada por el estudio, ya que no se incluyó el análisis de mediación y también una que debe resolverse en futuros estudios.

Una matización importante es que no hay grandes diferencias según la capacitación, el tamaño del distrito y la educación profesional. Este hallazgo muestra que la gestión sostenible es un efecto de las condiciones estructurales del sistema, no de características personales ni del tamaño del distrito [6]. También implica que la capacitación aislada no mejorará significativamente el desempeño a menos que se combine con el fortalecimiento de las dimensiones operativas y regulatorias [13]. Junto con estas asociaciones, construye un nuevo modelo integrado de gestión circular y tres teorías que, de manera sucinta, proporcionan una interfaz entre sistemas racionales y naturales y especifican el contenido de la política de economía circular [3], [7].

La salida se introduce en una corriente de investigación que vincula las características de la gobernanza local con el desempeño de la gestión de residuos.

La evidencia existente respalda que la eficacia de la gestión pública se asocia con los resultados ambientales [46], [47], [48], y diversos estudios en economías emergentes han encontrado que los factores institucionales y regulatorios desempeñan un papel relevante en la efectividad de los sistemas de gestión [49], [50], [51]. Los componentes de sostenibilidad y economía circular se han incorporado recientemente a las políticas públicas de residuos [52], [53], [54]; una literatura creciente analiza los instrumentos jurídicos de la transición circular [55], [56], [57]; los estudios sobre reciclaje y recuperación han identificado los factores asociados al aprovechamiento de los residuos [58], [59], [60]; la investigación comparada sobre gobernanza municipal ha mostrado cómo se organizan los servicios de residuos [61], [62]; y otras investigaciones han examinado barreras y políticas para la gestión sostenible en distintos contextos [63], [64], [65], [66].

El estudio aporta evidencia empírica desde un contexto latinoamericano sobre los factores asociados al desempeño en

la gestión sostenible de residuos, junto con una propuesta aplicable. Sus limitaciones delimitan, no obstante, el alcance de los hallazgos. En primer lugar, la fiabilidad de las escalas es modesta y el instrumento carece de una validación psicométrica completa, por lo que las asociaciones deben interpretarse como estimaciones conservadoras y provisionales. Segundo, los coeficientes describen asociaciones condicionales y no efectos debido al diseño transversal y a su uso de un modelo de regresión con datos autoinformados; además, los efectos indirectos tampoco se probaron mediante el modelo. Tercero, es posible que los resultados no se generalicen bien más allá de una sola provincia debido al muestreo por conveniencia y a que las medidas de autoinforme son vulnerables a la deseabilidad social. Sin embargo, las limitaciones mencionadas pueden abordarse mediante una justificación basada en la psicometría del instrumento, indicadores objetivos de desempeño en lugar de autoinformes, muestras fuera de China y tamaños de muestra mayores para un mejor manejo estadístico, y diseños de investigación que permitan probar esta estructura del modelo.

VI. Conclusiones

La investigación concluye que, en la provincia de Cajamarca, la gestión sostenible de residuos sólidos por parte de los municipios se relaciona principalmente con la gestión operativa y con factores legislativos. Este hallazgo respalda que la implementación operativa y la consolidación regulatoria son dos factores relevantes relacionados con la gestión sostenible en contextos de economía circular, con una proporción significativa de la varianza del desempeño explicada por el modelo estimado.

El desempeño se predijo mejor mediante la gestión operativa, seguido del marco legal; la capacidad institucional y el perfil de los funcionarios no hicieron contribuciones significativas. Esta configuración indica que los procedimientos operativos más adecuados, más la unificación de los instrumentos legales, mejorarían la gestión sostenible de residuos, en comparación con la capacitación individual provista por separado; la relevancia indirecta de la capacitación institucional permanece como una hipótesis para estudios con análisis de mediación.

El modelo integrado de gestión circular describe los elementos legales, institucionales y operativos utilizando tres marcos teóricos y los datos empíricos de este estudio; presenta una herramienta para apoyar los procesos analíticos para los gobiernos municipales y un instrumento recomendable para los responsables de la formulación de políticas respecto a la implementación local de la economía circular, con cierta cautela derivada de los bajos niveles de confiabilidad del instrumento desarrollado debido a su diseño transversal.

Los estudios futuros pueden emplear indicadores objetivos del desempeño de la gestión de residuos, revalidar la medición del instrumento en términos psicométricos, ampliar el alcance de los factores considerados e incluir diseños longitudinales para reflejar los cambios a lo largo del tiempo. Un examen empírico del modelo integrado utilizando técnicas de modelado con ecuaciones estructurales—que permitan probar tanto los efectos directos como indirectos entre sus componentes—serviría para transformarlo en una herramienta de gestión basada en evidencia para la transición circular en América Latina.

Referencias

[1] J. Li and G. Xu, "Circular economy towards zero waste and decarbonization," Circular Economy, vol. 1, no. 1, art. 100002, 2022, doi: 10.1016/j.cec.2022.100002.

[2] A. Xu, F. Qian, H. Ding, and X. Zhang, "Digitalization of logistics for transition to a resource-efficient and circular economy," Resources Policy, vol. 83, art. 103616, 2023, doi: 10.1016/j.resourpol.2023.103616.

[3] G. Di Foggia and M. Beccarello, "Designing circular economy-compliant municipal solid waste management charging schemes," Utilities Policy, vol. 81, art. 101506, 2023, doi: 10.1016/j.jup.2023.101506.

[4] E. Ayçin and S. Kayapinar Kaya, "Towards the circular economy: Analysis of barriers to implementation of Turkey's zero waste management using the fuzzy DEMATEL method," Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy, vol. 39, no. 8, pp. 1078-1089, 2021, doi: 10.1177/0734242x20988781.

[5] T.D. Nguyen, K. Kawai, and T. Nakakubo, "Drivers and constraints of waste-to-energy incineration for sustainable municipal solid waste management in developing countries," Journal of Material Cycles and Waste Management, vol. 23, no. 4, pp. 1688-1697, 2021, doi: 10.1007/s10163-021-01227-2.

[6] L. Chen and M. Gao, "Formal or informal recycling sectors? Household solid waste recycling behavior based on multi-agent simulation," Journal of Environmental Management, vol. 294, art. 113006, 2021, doi: 10.1016/j.jenvman.2021.113006.

[7] C. Emmanouil, D. Roumeliotis, A. Kostas, and D.G. Vagiona, "Assessment of Circular Economy Implementation in Municipal Waste Management Through Performance Indicators and Citizens' Opinion in a City in Western Greece," Sustainability, vol. 17, no. 5, pp. 2265, 2025, doi: 10.3390/su17052265.

[8] K.R. Mattson, J.B. Pettersen, and H. Brattebø, "Incineration economy: Waste management policy failing the circular economy transition in Norway," Resources, Conservation and Recycling, vol. 210, art. 107838, 2024, doi: 10.1016/j.resconrec.2024.107838.

[9] O. Johansson, "The End-of-Waste for the Transition to Circular Economy: A Legal Review of the European Union Waste Framework Directive," Environmental Policy and Law, vol. 53, no. 2-3, pp. 167-179, 2023, doi: 10.3233/epl-220064.

[10] M. Larrain, P. Billen, and S. Van Passel, "The effect of plastic packaging recycling policy interventions as a complement to extended producer responsibility schemes: A partial equilibrium model," Waste Management, vol. 153, pp. 355-366, 2022, doi: 10.1016/j.wasman.2022.09.012.

[11] N. Norouzi, "A Practical and Analytic View on Legal Framework of Circular Economics as One of the Recent Economic Law Insights: A Comparative Legal Study," Circular Economy and Sustainability, vol. 2, no. 3, pp. 961-986, 2022, doi: 10.1007/s43615-022-00147-z.

[12] P.A. Williams et al., "Review of Barriers to Effective Implementation of Waste and Energy Management Policies in Ghana: Implications for the Promotion of Waste-to-Energy Technologies," Waste, vol. 1, no. 2, pp. 313-332, 2023, doi: 10.3390/waste1020021.

[13] M.D.F. Freitas, F. de Almeida Oroski, and F.C. Alves, "Food waste-reducing platforms: unpacking the barriers and strategies to their implementation in Brazil," Journal of Material Cycles and Waste Management, vol. 26, no. 3, pp. 1690-1703, 2024, doi: 10.1007/s10163-024-01922-w.

[14] N. Valenzuela-Levi, "Poor performance in municipal recycling: The case of Chile," Waste Management, vol. 133, pp. 49-58, 2021, doi: 10.1016/j.wasman.2021.07.021.

[15] A. Gómez-Maldonado, L.C. Ospina-Espita, P. Rodríguez-Lesmes, and M.A. Rodríguez-Rodriguez, "Barriers and opportunities for waste pickers within solid waste management policy in Colombia," Waste Management, vol. 163, pp. 1-11, 2023, doi: 10.1016/j.wasman.2023.03.020.

[16] A. Maalouf and A. Mavropoulos, "Re-assessing global municipal solid waste generation," Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy, vol. 41, no. 4, pp. 936-947, 2023, doi: 10.1177/0734242x221074116.

[17] A. Bakchan and K.M. Faust, "Construction waste generation estimates of institutional building projects: Leveraging waste hauling tickets," Waste

Management, vol. 87, pp. 301-312, 2019, doi: 10.1016/j.wasman.2019.02.024.
[18] W.A. Bagwan, "Electronic waste (E-waste) generation and management scenario of India, and ARIMA forecasting of E-waste processing capacity of Maharashtra state till 2030," Waste Management Bulletin, vol. 1, no. 4, pp. 41-51, 2024, doi: 10.1016/j.wmb.2023.08.002.
[19] N. Serge Kubanza and M.D. Simatele, "Sustainable solid waste management in developing countries: a study of institutional strengthening for solid waste management in Johannesburg, South Africa," Journal of Environmental Planning and Management, vol. 63, no. 2, pp. 175-188, 2020, doi: 10.1080/09640568.2019.1576510.
[20] S. Banerjee and P. Sarkhel, "Municipal solid waste management, household and local government participation: a cross country analysis," Journal of Environmental Planning and Management, vol. 63, no. 2, pp. 210-235, 2020, doi: 10.1080/09640568.2019.1576512.
[21] Z. Ceylan, "Estimation of municipal waste generation of Turkey using socio-economic indicators by Bayesian optimization tuned Gaussian process regression," Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy, vol. 38, no. 8, pp. 840-850, 2020, doi: 10.1177/0734242x20906877.
[22] Y. Shang, M. Song, and X. Zhao, "The development of China's Circular Economy: From the perspective of environmental regulation," Waste Management, vol. 149, pp. 186-198, 2022, doi: 10.1016/j.wasman.2022.05.027.
[23] G. Kyriakopoulos, "Environmental Legislation in European and International Contexts: Legal Practices and Social Planning toward the Circular Economy," Laws, vol. 10, no. 1, pp. 3, 2021, doi: 10.3390/laws10010003.
[24] M.Z. Chishti, E. Dogan, and U. Zaman, "Effects of the circular economy, environmental policy, energy transition, and geopolitical risk on sustainable electricity generation," Utilities Policy, vol. 82, art. 101585, 2023, doi: 10.1016/j.jup.2023.101585.
[25] A. Armstrong and Y. Li, "Governance and Sustainability in Local Government," Australasian Business, Accounting and Finance Journal, vol. 16, no. 2, pp. 12-31, 2022, doi: 10.14453/aabfj.v16i2.3.
[26] A.L. Bîrgovan et al., "Enabling the Circular Economy Transition in Organizations: A Moderated Mediation Model," International Journal of Environmental Research and Public Health, vol. 19, no. 2, pp. 677, 2022, doi: 10.3390/ijerph19020677.
[27] T. Muraoka and C.N. Avellaneda, "Do the networks of inter-municipal cooperation enhance local government performance?," Local Government Studies, vol. 47, no. 4, pp. 616-636, 2021, doi: 10.1080/03003930.2020.1869545.
[28] E. Russell and I. Christie, "The Remaking of Institutions for Local Climate Governance? Towards Understanding Climate Governance in a Multi-Level UK Local Government Area: A Micro-Local Case Study," Sustainability, vol. 13, no. 24, pp. 13817, 2021, doi: 10.3390/su132413817.
[29] S.N. Bobylev and S.V. Solovyeva, "Circular Economy and its Indicators for Russia," The world of new economy, vol. 14, no. 2, pp. 63-72, 2020, doi: 10.26794/2220-6469-2020-14-2-63-72.
[30] M. Salem, K. Raab, and R. Wagner, "Solid waste management: The disposal behavior of poor people living in Gaza Strip refugee camps," Resources, Conservation and Recycling, vol. 153, art. 104550, 2020, doi: 10.1016/j.resconrec.2019.104550.
[31] S. Kafle, B.K. Karki, M. Sakhakarmy, and S. Adhikari, "A Review of Global Municipal Solid Waste Management and Valorization Pathways," Recycling, vol. 10, no. 3, pp. 113, 2025, doi: 10.3390/recycling10030113.
[32] Z. Kowalski, J. Kulczycka, A. Makara, R. Verhé, and G. De Clercq, "Assessment of Energy Recovery from Municipal Waste Management Systems Using Circular Economy Quality Indicators," Energies, vol. 15, no. 22, pp. 8625, 2022, doi: 10.3390/en15228625.
[33] B. Taouahria, "Predicting citizens municipal solid waste recycling intentions in Morocco: The role of community engagement," Waste Management Bulletin, vol. 2, no. 1, pp. 316-326, 2024, doi: 10.1016/j.wmb.2024.02.008.
[34] A. Singh, "Indicators and ICTs application for municipal waste management," Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy, vol. 40, no. 1, pp. 24-33, 2022, doi: 10.1177/0734242x211010367.
[35] D.S. Lee, "Restructuring municipal solid waste management and governance in Hong Kong: Options and prospects," Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy, vol. 38, no. 9, pp. 1047-1063, 2020, doi: 10.1177/0734242x20945185.
[36] A.T. Tesseme and S. Chakma, "Small scale bioreactor studies for sustainable municipal solid waste landfilling management in developing countries," International Journal of Environment and Waste Management, vol. 25, no. 2, art. 105350, 2020, doi: 10.1504/ijewm.2020.105350.
[37] R.C. Adhikari, "Investigation on Solid Waste Management in Developing Countries," Journal of Research and Development, vol. 5, no. 1, pp. 42-52, 2022, doi: 10.3126/jrdn.v5i1.50095.
[38] H. Appiah, P. Asamoah, and A.G. McDonald, "Waste-to-Energy Technologies and Their Role in Municipal Solid Waste Management," Recycling, vol. 11, no. 3, pp. 56, 2026, doi: 10.3390/recycling11030056.
[39] S. Veluru and R. Seeram, "Biotechnological approaches: Degradation and valorization of waste plastic to promote the circular economy," Circular Economy, vol. 3, no. 1, art. 100077, 2024, doi: 10.1016/j.cec.2024.100077.
[40] P. Eckersley and P. Tobin, "The impact of austerity on policy capacity in local government," Policy & Politics, vol. 47, no. 3, pp. 455-472, 2019, doi: 10.1332/030557319x15613701303511.
[41] K.M. Gustafsson and R. Lidskog, "Boundary organizations and environmental governance: Performance, institutional design, and conceptual development," Climate Risk Management, vol. 19, pp. 1-11, 2018, doi: 10.1016/j.crm.2017.11.001.
[42] O. Hensengerth and Y. Lu, "Emerging environmental Multi-Level Governance in China? Environmental protests, public participation and local institution-building," Public Policy and Administration, vol. 34, no. 2, pp. 121-143, 2019, doi: 10.1177/0952076717753279.
[43] J. Xu, "Conflicts in multi-level governance: an analysis of international climate policy implementation at the sub-national level," Global Public Policy and Governance, vol. 1, no. 4, pp. 401-420, 2021, doi: 10.1007/s43508-021-00029-4.
[44] G. Ferraro and P. Failler, "Biodiversity, multi-level governance, and policy implementation in Europe: a comparative analysis at the subnational level," Journal of Public Policy, vol. 44, no. 3, pp. 546-572, 2024, doi: 10.1017/s0143814x24000072.
[45] E. Haezendonck and K. Van den Berghe, "Patterns of Circular Transition: What Is the Circular Economy Maturity of Belgian Ports?," Sustainability, vol. 12, no. 21, pp. 9269, 2020, doi: 10.3390/su12219269.
[46] C.T.T.D. Tran and B. Dollery, "What Exogenous Factors Generate Municipal Inefficiency? An Empirical Investigation of the Determinants of Input Excess in Local Government," Public Performance & Management Review, vol. 44, no. 3, pp. 657-681, 2021, doi: 10.1080/15309576.2021.1873153.
[47] D. Meiklejohn, S. Moloney, and S. Bekessy, "Applying a Practice Lens to Local Government Climate Change Governance: Rethinking Community Engagement Practices," Sustainability, vol. 13, no. 2, pp. 995, 2021, doi: 10.3390/su13020995.
[48] D.E. Ross and H.J. Law, "Evolution of municipal solid waste management in North America," Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy, vol. 41, no. 7, pp. 1177-1187, 2023, doi: 10.1177/0734242x231173308.
[49] O. Gokkurt Baki and O.N. ERGUN, "Municipal Solid Waste Management: Circular Economy Evaluation in Turkey," Environmental Management and Sustainable Development, vol. 10, no. 2, pp. 79, 2021, doi: 10.5296/emsd.v10i2.18448.
[50] H. Wiesmeth and N. Starodubets, "The Management of Municipal Solid Waste in Compliance with Circular Economy Criteria: the Case of Russia," Economy of Region, vol. 16, no. 3, pp. 725-738, 2020, doi: 10.17059/ekon.reg.2020-3-4.
[51] D. Mmereki, K. Velempini, and L. Mosime-Serero, "Status of Municipal Solid Waste Management Policy Implementation in Developing Countries: Insights from Botswana," The Journal of Solid Waste Technology and Management, vol. 47, no. 1, pp. 46-55, 2021, doi: 10.5276/jswtm/2021.46.
[52] E. Beguedou, S. Narra, K. Agboka, D.M. Kongnine, and E. Afrakoma Armoo, "Review of Togolese Policies and Institutional Framework for Industrial and Sustainable Waste Management," Waste, vol. 1, no. 3, pp. 654-671, 2023, doi: 10.3390/waste1030039.
[53] J. Wu and Z. Yu, "The Impact of Market-Based Environmental Regulation on Carbon Emission Intensity: An Analysis Based on Policy Texts," Sustainability, vol. 17, no. 2, pp. 465, 2025, doi: 10.3390/su17020465.
[54] D. Sun, "Circular Economy and Municipal Solid Waste Management in China," Journal of Education, Humanities and Social Sciences, vol. 8, pp. 1756-1762, 2023, doi: 10.54097/ehss.v8i.4576.
[55] M. Boeve and I.M. de Waal, "Global Plastic Pollution and the Transition Towards a Circular Economy: Lessons from the EU's Legal Framework on Plastics," Environmental Policy and Law, vol. 53, no. 5-6, pp. 461-472, 2024, doi: 10.3233/epl-239016.

[56] O.V. Mikichurova and I.V. Vlialko, "Circular law as a legal basis for a circular economy," IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, vol. 915, no. 1, pp. 012022, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/915/1/012022.

[57] M. Michalovič, "Legal regulation facilitating the transition to a circular economy in the legal system of Slovakia," Journal of Agricultural and Environmental Law = Agrár- és Környezetjog, vol. 19, no. 36, pp. 57-80, 2024, doi: 10.21029/jael.2024.36.57.

[58] S. Rijal, Y.H. Huang, and H.Y. Lin, "An Integrated Approach to Municipal Solid Waste Recycling Performance Evaluation by Incorporating Local Demographic Features," Sustainability, vol. 13, no. 18, pp. 10446, 2021, doi: 10.3390/su131810446.

[59] S.V. Dharia, A.J. Khushwah, C.M. Choudhari, and M.S. Kavre, "Optimum source segregation bin for household solid waste and waste plastic recycling," Journal of Material Cycles and Waste Management, vol. 25, no. 4, pp. 2312-2325, 2023, doi: 10.1007/s10163-023-01689-6.

[60] F.A.P. Correa, S.B. Sguarezi, and S.A.B.X.d. Melo, "Performance of the Public Prosecutor in the Recycling of Solid Urban Waste: a Literature Review," Revista de Gestão Social e Ambiental, vol. 16, no. 2, pp. e02957, 2022, doi: 10.24857/rgsa.v16n2-006.

[61] R. Gradus, E. Dijkgraaf, and T. Budding, "Political and financial factors motivating privatisation, its reverse and corporatisation of municipal waste collection," Local Government Studies, vol. 50, no. 4, pp. 718-740, 2024, doi: 10.1080/03003930.2024.2330647.

[62] D. Septianingrum, K. Mizuno, and H. Herdiansyah, "Extended Producer Responsibility for Waste Management Policy," Jurnal Penelitian Pendidikan IPA, vol. 9, no. 5, pp. 2686-2692, 2023, doi: 10.29303/jppipa.v9i5.3469.

[63] M. Meyersohn, "Plastic Packaging Waste Management: A Case in Implementation of Extended Producer Responsibility Policies in Minnesota," Journal of Science Policy & Governance, vol. 24, no. 01, 2024, doi: 10.38126/jspg240110.

[64] J. Qu, W. Ding, and J. Li, "Can Government Budget Management Reconcile Environmental Governance with Sustainable Economic Development?," Sustainability, vol. 17, no. 8, pp. 3720, 2025, doi: 10.3390/su17083720.

[65] Y.M. Yusop and N. Othman, "Linking the Malaysia's Solid Waste Management Policy Instruments with Household Recycling Behavior," International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development, vol. 8, no. 4, 2019, doi: 10.6007/ijarped/v8-i4/6567.

[66] D.E. Ighravwea and I.E. Edemb, "Municipal Waste Management Sustainability in Developing Countries: An Analysis of Research Directions," The Journal of Solid Waste Technology and Management, vol. 46, no. 3, pp. 328-341, 2020, doi: 10.5276/jswtm/2020.328.