

# Proposal for the Creation of Sustainable Cities Implementing Circular Economy in the city of Chepén

Ríos Varona Ricardo Fashin, Economista<sup>1</sup>, Abanto Calvanapon Sharon Nahomi, Economista<sup>2</sup>, Mendoza Castillo, Álvaro Larry Luis Felipe, Dr.<sup>3</sup> y Alegría Ferreyros Luis Fernando, Dr. (c)<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad Privada del Norte, Perú, [N00170289@upn.pe](mailto:N00170289@upn.pe), <sup>2</sup>Universidad Privada del Norte, Perú, [alvaro.mendoza@upn.pe](mailto:alvaro.mendoza@upn.pe)

<sup>3</sup>Universidad Privada del Norte, Perú, [N00169695@upn.pe](mailto:N00169695@upn.pe) y <sup>4</sup>Universidad Privada del Norte, Perú, [luis.alegria@upn.edu.pe](mailto:luis.alegria@upn.edu.pe)

**Abstract**– *The growing trend of urban areas that apply the linear economic model is a widespread concern, due to the excessive and inconsistent use of resources to produce goods and services. Since Chepén is no stranger to this reality, a proposal for the creation of sustainable cities using the circular economy approach in the city was established through basic, non-experimental, quantitative, and cross-sectional research. It was found 3 critical points were found that mainly afflict the city, for which a proposal for sustainable cities was proposed, which was validated economically and socially, resulting as a result the viability and sustainability of the proposal in both aspects. In addition, it was validated by means of the hedonic price model, demonstrating that citizens are willing to pay more for housing with sustainable characteristics. Finally, it is concluded that Chepén presents problems regarding Waste Management, Urban Inequality and Economic Competitiveness; therefore, it is proposed the construction of a sanitary landfill with a biogas plant, training on source segregation and circular economy (education and entrepreneurship) and the design of an incentive scheme to promote good environmental practices.*

**Keywords**– Circular economy, sustainable cities, public management, solid waste, hedonic pricing.

# Propuesta de Creación de Ciudades Sostenibles Aplicando Economía Circular en la ciudad de Chepén

Ríos Varona Ricardo Fashin, Economista<sup>1</sup>, Abanto Calvanapon Sharon Nahomi, Economista<sup>2</sup>, Mendoza Castillo, Álvaro Larry Luis Felipe, Dr.<sup>3</sup> y Alegría Ferreyros Luis Fernando, Dr. (c)<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad Privada del Norte, Perú, N00170289@upn.pe, <sup>2</sup>Universidad Privada del Norte, Perú, alvaro.mendoza@upn.pe

<sup>3</sup>Universidad Privada del Norte, Perú, N00169695@upn.pe y <sup>4</sup>Universidad Privada del Norte, Perú, luis.alegria@upn.edu.pe

**Resumen—** La tendencia creciente de las zonas urbanas que aplican el modelo económico lineal es una preocupación generalizada, debido al uso excesivo e incongruente de recursos para producir bienes y servicios. Dado que Chepén no es ajena a esta realidad, se establece plantear una propuesta de creación de ciudades sostenibles usando el enfoque de economía circular en la ciudad, mediante una investigación de tipo básica, no experimental, cuantitativa y de corte transversal. Se encontró 3 puntos críticos que aquejan principalmente a la ciudad, para los cuales se planteó una propuesta de ciudades sostenibles, que se validó económica y socialmente, obteniendo como resultado la viabilidad y sostenibilidad de la propuesta en ambos aspectos. Además, se validó mediante el modelo de precios hedónicos, demostrando que existe predisposición de los ciudadanos a pagar más por viviendas con características sostenibles. Finalmente, se concluye que Chepén presenta problemas respecto a Gestión de Residuos, Desigualdad Urbana y Competitividad de la Economía; por ello, se propone la construcción de un relleno sanitario que cuente con una planta de biogás, capacitaciones sobre segregación en la fuente y economía circular (educación y emprendimiento) y el diseño de un esquema de incentivos que fomenten las buenas prácticas ambientales.

**Palabras clave—** Economía circular, ciudades sostenibles, gestión pública, residuos sólidos, precios hedónicos.

## I. INTRODUCCIÓN

El ser humano siempre se agrupó en asentamientos -dada su reiterada búsqueda de mejores medios para subsistir- conocidos como ciudades. En ellas se encuentra cerca del 55 % de la población total y son generadoras de más del 80 % del PBI mundial [1]. Se estima que para 2050 los ciudadanos que residan en zonas urbanas se duplicarán, y aproximadamente 7 de cada 10 personas vivirán en ciudades [2], reflejando su gran capacidad de ser impulsoras del desarrollo social y económico [3]; no obstante, sus procesos productivos se fundamentan en el modelo económico “lineal”, que sigue la secuencia de extraer recursos, producir bienes y servicios, y, finalmente, desecharlos. Dicho modelo ha demostrado ser limitado por su dependencia a los recursos escasos, ocasionando que su permanencia sea insostenible, que, junto a la magnitud de la urbanización, son responsables de la degradación del medio ambiente [4]. Como evidencia de ello, las ciudades y su sistema de producción y consumo lineal han logrado ser las causantes de la emisión de más del 60 % de gases de efecto invernadero y de consumir dos tercios de la energía global [5]. En otras palabras, pese a su capacidad innegable de generación de riqueza, el modelo lineal ha alcanzado un punto de inflexión, en el cual, los beneficios son cada vez menores en comparación con la preocupante situación de los recursos naturales y su agotamiento, como también, con los derivados de la

contaminación: costos sociales [6]. Dentro de 30 años aproximadamente, las sociedades necesitarán de 3 planetas Tierra que absorban la contaminación y repongan los recursos que fueron consumidos por el modelo económico lineal [7]. Las ciudades poseen una gran responsabilidad frente a la contaminación y cambio climático [8]. La recuperación post pandémica presentó la posibilidad para empezar con la transición hacia un esquema que sea más sostenible y compatible con el desarrollo económico-social, y con el planeta, lo cual permita dar ese paso necesario y definitivo para la adopción de una economía resiliente [9], generando que la creación de ciudades sostenibles sea un foco de atención para empresarios, ciudadanos y gobernantes.

Una ciudad sostenible posee la facultad de otorgar a sus residentes una calidad de vida de excelente nivel, minimizar los impactos que puede producir en la naturaleza y preservar los activos físicos y ambientales para las actuales y futuras generaciones [10]. Asimismo, los gobiernos locales tienen la capacidad administrativa y fiscal que les posibilita efectuar las funciones urbanas respectivas acompañadas de una colaboración ciudadana [11]. Construir ciudades que funcionen de forma resiliente, saludable, inclusiva y sostenible plantea un enorme desafío. Ante ello, la economía circular (EC) se vuelve una alternativa atractiva que ofrece oportunidades para un mejor desarrollo que tenga como énfasis continuar brindando beneficios sin distinción a las sociedades [12]. La EC establece que la economía debe ser más semejante a los fenómenos que ocurren en la naturaleza: comprender al mundo como un organismo con una red de interacciones unidas entre sí evitando que nada esté aislado, y que presentan consecuencias en todos sus niveles [13]. Para ello, se debe separar las actividades de consumo de los recursos que son limitados y contar con un plan para la eliminación de residuos del sistema, partiendo desde el diseño de productos [14], logrando resiliencia a largo plazo y esquemas que otorguen oportunidades económicas generadoras de beneficios a nivel social y ambiental. Por ende, esta investigación tiene como objetivo plantear una propuesta de creación de ciudades sostenibles aplicando economía circular en la ciudad de Chepén; y como objetivos específicos: realizar un diagnóstico multidimensional, diseñar una propuesta de creación de ciudades sostenibles y validar la propuesta en términos económicos, sociales y de precios hedónicos. La Tabla 1 muestra un análisis de las investigaciones consultadas relacionadas a economía circular y gestión del desarrollo urbano, tomadas como antecedentes para el estudio.

TABLA I

REVISIÓN ESTRUCTURADA DE LITERATURA SOBRE ECONOMÍA CIRCULAR Y  
DESARROLLO SOSTENIBLE

| Objetivo principal                                                                                | Método empleado                                 | Principales hallazgos / Conclusión                                                                      | Aporte relevante al tema                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Proponer un modelo sostenible de gestión de residuos en comunidad tailandesa [15].                | Enfoque mixto                                   | La economía circular puede generar ingresos y empleo local mediante la autogestión comunitaria          | Demuestra viabilidad económica y social de la circularidad comunitaria                               |
| Evaluar aplicación práctica de economía circular en ciudad mediana (Ann Arbor, EE. UU.) [16].     | Revisión documental y estudio de caso           | Beneficios en salud, empleo y resiliencia al aplicar economía circular urbana                           | Confirma impacto positivo urbano al aplicar principios circulares en el hogar y en el sector público |
| Explorar factores sociopolíticos de transición circular en Quebec [17].                           | Estudio de caso y entrevistas                   | La cooperación público-privada genera ahorro económico y reducción de emisiones                         | Recalca rol estratégico de alianzas territoriales para transición circular                           |
| Sintetizar literatura sobre economía circular en el sector público [18].                          | Revisión sistemática y muestreo intencional     | Contratación pública verde impulsa circularidad en infraestructura y gestión de residuos                | Posiciona la contratación pública como acelerador clave en circularidad                              |
| Medir impacto regional de economía circular en España [19].                                       | Estudio de caso cualitativo                     | Identifica prácticas efectivas y limitaciones actuales en adopción circular                             | Señala baja incidencia actual pero potencial de crecimiento a futuro                                 |
| Diagnosticar barreras para adopción de economía circular en Ecuador [20].                         | Estudio mixto, documental y descriptivo         | Identifican falta de inversión y marco normativo como principales obstáculos                            | Diagnóstico clave para diseñar políticas circulares en países en desarrollo                          |
| Caracterizar modelos circulares de residuos en dos distritos de Lima [21].                        | Investigación aplicada, enfoque mixto           | Modelos empresariales circulares pueden integrarse a la gestión municipal                               | Demuestra rol de la gestión local para fomentar sostenibilidad urbana                                |
| Analizar impacto de economía circular en gestión ambiental y desarrollo urbano en La Molina [22]. | Investigación cualitativa (teoría fundamentada) | La economía circular potencia ODS y atrae inversión privada mediante APP                                | Verifica beneficios multiescalares de implementar economía circular desde el gobierno local          |
| Proponer modelo Smart City para gestión de residuos sólidos en Arequipa [23].                     | Estudio exploratorio                            | Propone gestión basada en gobernanza participativa y economía circular viable económicamente            | Aporta diseño contextualizado para replicabilidad en ciudades peruanas                               |
| Modelar precios hedónicos de vivienda en Brasil [24].                                             | Recolección de datos y regresión                | Modelos explican más del 90 % de variabilidad en precios por características del inmueble               | Permite replicar modelos para estudiar relación entre vivienda y factores como sostenibilidad        |
| Determinar factores que inciden en el precio de viviendas en Bogotá [25].                         | Modelo semiparamétrico SAR                      | El modelo tiene alto poder explicativo ( $R^2 = 0.846$ ), siendo clave el estrato y estado constructivo | Aporta metodología econométrica replicable en análisis urbano sostenible                             |

## II. METODOLOGÍA

Esta investigación es de tipo básica, no experimental [26]., cuantitativa [27]. y de corte transversal [28]. La investigación emplea el método deductivo, al partir de lo general a lo particular [29]. El diseño de la investigación es de una sola casilla, de tipo descriptivo-propositivo. Según la variable de estudio, la investigación es de tipo descriptivo, puesto que describe los elementos multidimensionales y se revisaron los indicadores en páginas web oficiales de entidades como INEI, Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (Sunass), Banco Mundial, Estadística de Calidad Educativa (ESCALE) y Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL); como presencialmente, acudiendo a la Municipalidad Provincial de Chepén y a las oficinas de Sedalib e Hidrandina; los cuales se registraron en la matriz tomada de la Guía Metodológica (GM) de la Iniciativa Ciudades Emergentes y Sostenibles (ICES) del BID, la cual se tomó como insumo para realizar el ejercicio de semaforización, que se usó como filtro para destacar -en un primer momento- los puntos críticos de la ciudad de Chepén. Posteriormente, se realizó el filtro de opinión pública, elaborando un formulario de encuesta (en base a la GM), adaptado a la realidad de la ciudad y destinado a la muestra calculada: 381 encuestados. **Se obtuvo dicha muestra aleatoria probabilística, utilizando la fórmula para las poblaciones finitas al 95 % de confianza** tomando la población de Chepén, de acuerdo con la proyección realizada, resultando así 53,017 habitantes, tomando la tasa de crecimiento poblacional brindada por INEI (0.3 %) [30]. La encuesta se sometió al análisis de 3 expertos en estadística, economía y sostenibilidad y al análisis del coeficiente Alfa de Cronbach, resultó ser 0.8, demostrando una alta fiabilidad, pues hubo homogeneidad en las respuestas [31]. Además, el instrumento fue sometido al Análisis de Varianza (ANOVA), se obtuvo que su valor fue de 0.000, valor menor al margen de error (0.05), confirmando la distribución normal de los valores.

Como último filtro se tomó: el criterio de los investigadores, quienes determinaron los indicadores en los cuales una intervención generará un mayor impacto en la sostenibilidad, empleando la matriz de interrelación (proporcionada por la GM), a través de puntuaciones asignadas otorgando valores como 1: poca o ninguna importancia; 2: igualmente importante y 3: más importante. Luego de la obtención de puntajes finales en la matriz, se convirtió a una escala de 1 a 5, para la cual se utilizó la fórmula 1.

$$V_n = (V_0 - Min_0) / \left( \frac{Max_0 - Min_0}{Max_n - Min_n} \right) + Min_n \quad (1)$$

Donde:

$V_n$ : Valor en la nueva escala

$V_0$ : Valor original

$Max_0$ : Valor máximo en la escala original

$Min_0$ : Valor mínimo en la escala original

$Max_n$ : Valor máximo deseado en la escala original

$Min_n$ : Valor mínimo deseado en la escala original

Con los resultados de los tres filtros, se realizó la priorización de los puntos críticos de la ciudad a través de una ponderación, otorgando pesos relativos a cada uno de los filtros: semaforización (60%), opinión pública (30%) y el criterio de los investigadores (10%); luego de ello, los resultados se jerarquizaron otorgándoles un orden de posición. De este modo, se determinó el diagnóstico multidimensional de la ciudad de Chepén.

Asimismo, el diseño de la investigación es propositivo, ya que se desarrolla una propuesta de creación de ciudades sostenibles, utilizando el árbol de fines y medios, para establecer las acciones estratégicas para Gestión de Residuos Sólidos, Reducción de la Desigualdad y Competitividad de la Economía. En base a ello, se desarrolló el diseño de la propuesta enfocado en las principales necesidades de la ciudad, los actores involucrados, como también, el alcance de actores ganadores y beneficiarios directos de la propuesta. Para determinar los costos se buscaron proyectos que tienen componentes similares a la propuesta, en los servicios de consulta avanzada del sistema Invierte.pe del MEF, del Sistema de Seguimiento de Inversiones (SSI), y del Sistema Electrónico de Contrataciones del Estado (SEACE); actualizando los valores nominales utilizando el último dato de inflación, aplicando la indexación de valores monetarios. Para validar a propuesta se desarrolló el Análisis de cadena de valor (Departamento Nacional de Inversión, 2019), la Matriz de Marco Lógico (Muñoz, 2014), el Balance de Oferta Demanda, Evaluación económica a fin de determinar si es viable a partir de la generación de ingresos por productos derivados de la propuesta. Asimismo, se realizará la evaluación desde el ámbito social, dada su relación con los beneficios que otorgará para la ciudadanía de Chepén y a la mejora del estándar de la calidad de vida.

Como último proceso de validación se recurrió al modelo de precios hedónicos, para lo cual se ejecutó un trabajo de campo para obtener distintas fuentes de información y asociación con el contexto del sector inmobiliario en la provincia de Chepén. Las tareas fueron llevadas a cabo de forma virtual (Trovit Casas, Casas Cari, La Encontré, Urbania, Adondevivir y Facebook Market Place) como presencial, para lo cual se necesitó recorrer los tres distritos que conforman la provincia de Chepén: Pacanga, Pueblo Nuevo y Chepén; y consultar a inmobiliarias de las zonas o empresas de corretaje. Para la evaluación de precios hedónicos, se determinó como variable dependiente al precio de la propiedad y se identificó 6 variables explicativas: área del terreno de la vivienda, habitaciones, servicios públicos, recojo de residuos sólidos, pistas y uso de energías renovables (paneles solares). Además, se consideraron datos sobre aspectos asociados a la gestión de residuos y servicios del cuidado del medio ambiente, los cuales se extrajeron del Sistema de Información Distrital para la Gestión Pública de INEI.

### III. RESULTADOS

*Diagnóstico multidimensional para determinar a la ciudad de Chepén como una posible ciudad sostenible*

El diagnóstico de la ciudad identificó los puntos críticos (ver Tabla 2); sin embargo, debido a su importancia, mayor nivel de viabilidad y repercusión, los puntos críticos seleccionados fueron: desigualdad urbana, gestión de residuos sólidos y competitividad de la economía.

TABLA 2  
RESULTADOS PROCESO DE PRIORIZACIÓN

| Temas                                   | Semaforización | Puntaje de la Semaforización | Opinión Pública | Calificación Investigadores | Diagnóstico | Posición |
|-----------------------------------------|----------------|------------------------------|-----------------|-----------------------------|-------------|----------|
| Agua                                    | 5              | 5                            | 3.3             | 3.4                         | 4.3         | 2        |
| Saneamiento y drenaje                   | 3              | 3                            | 3.2             | 2.9                         | 3.0         | 14       |
| Gestión de residuos sólidos             | 5              | 5                            | 3.2             | 3.4                         | 4.3         | 3        |
| Energía                                 | 3              | 3                            | 3.5             | 2.8                         | 3.1         | 12       |
| Calidad del aire                        | 3              | 3                            | 3.2             | 2.3                         | 3.0         | 16       |
| Mitigación del cambio climático         | 5              | 5                            | 2.2             | 3.4                         | 4.0         | 8        |
| Ruido                                   | 1              | 1                            | 2.6             | 2.1                         | 1.6         | 20       |
| Vulnerabilidad ante desastres naturales | 1              | 1                            | 2.0             | 2.1                         | 1.4         | 23       |
| Uso del suelo                           | 3              | 3                            | 3.4             | 3.4                         | 3.2         | 11       |
| Desigualdad urbana                      | 5              | 5                            | 3.2             | 3.8                         | 4.3         | 1        |
| Movilidad/ transporte                   | 3              | 3                            | 3.1             | 3.5                         | 3.1         | 13       |
| Capital humano                          | 5              | 5                            | 2.9             | 2.9                         | 4.2         | 6        |
| Competitividad de la economía           | 5              | 5                            | 2.9             | 3.0                         | 4.2         | 5        |
| Mercado laboral                         | 5              | 5                            | 2.5             | 2.9                         | 4.0         | 7        |
| Entorno fiscal                          | 1              | 1                            | 2.6             | 2.2                         | 1.6         | 19       |
| Conectividad                            | 5              | 5                            | 3.3             | 2.4                         | 4.2         | 4        |
| Educación                               | 3              | 3                            | 3.2             | 2.9                         | 3.0         | 15       |
| Seguridad                               | 1              | 1                            | 1.9             | 2.7                         | 1.5         | 22       |
| Salud                                   | 1              | 1                            | 2.9             | 2.9                         | 1.8         | 18       |
| Gobernanza                              | 1              | 1                            | 2.4             | 2.3                         | 1.5         | 21       |
| Impuestos y autonomía financiera        | 5              | 5                            | 2.2             | 2.6                         | 3.9         | 10       |
| Gestión de gasto público                | 3              | 3                            | 2.3             | 2.1                         | 2.7         | 17       |
| Sostenibilidad fiscal                   | 5              | 5                            | 2.4             | 2.7                         | 4.0         | 9        |

*Diseño de propuesta de creación de ciudades sostenibles aplicando el enfoque de economía circular en la ciudad de Chepén*

Alineada directamente con los ODS 7: energía asequible y no contaminante, ODS 8: trabajo decente y crecimiento económico, ODS 11: ciudades y comunidades sostenibles. La propuesta para la creación de ciudades sostenibles está conformada por tres secciones las cuales están interconectadas, reflejando la circularidad en cada uno de sus procesos (ver Figura 1): 1) Propuesta de Gestión de Residuos Sólidos (PGRS), se planea la construcción de un relleno sanitario para la ciudad de Chepén que cuente con un biodigestor anaeróbico.

Asimismo, se desarrollarán capacitaciones sobre segregación en la fuente a las familias de la ciudad, las cuales podrán separar sus residuos de manera apropiada. Con dicha separación se obtendrán tres tipos de residuos: residuos no aprovechables, que serán llevados al relleno sanitario para su disposición final; residuos orgánicos aprovechables, que se utilizarán para el biodigestor anaeróbico y se produzca biol y biogás. Con respecto al primero, este producto se regará a los campos agrícolas o parques y áreas verdes, ya que es un potente fertilizante orgánico. En este sentido, de la agricultura o de los parques y áreas verdes, se obtendrán residuos agrícolas y hojarasca, residuos que también serán aprovechados por el biodigestor anaeróbico y seguirán con el comportamiento circular de la propuesta, ya que todo se aprovechará. Por otro lado, el biogás permitirá la generación de energía eléctrica y energía térmica que podrán ser empleadas por los negocios o emprendimientos circulares. De este modo, la oferta y demanda de biol y biogás se dinamiza y expande a lo largo de la ciudad. Asimismo, se debe resaltar que con el biogás y el biol, la municipalidad de la ciudad comenzará a percibir ingresos, o en el caso de utilizar el biol para parques y áreas verdes, este significará un ahorro, debido a que la municipalidad no gastará en la compra de fertilizantes. El tercer tipo de residuo producto de la segregación en los hogares, los residuos inorgánicos aprovechables, servirán como insumos para la elaboración de nuevos productos y se creen negocios o emprendimientos circulares. 2) Propuesta de Reducción de la Desigualdad (PRD),

se brindarán guías y capacitación técnica sobre economía circular a mujeres, ya que está demostrado que ellas logran un efecto multiplicador de los conocimientos adquiridos en su hogar, además de su capacidad de emprendimiento y análisis, lo cual les otorga un valor agregado y garantiza la sostenibilidad de los negocios y su contribución con la economía local. De igual forma, se llevará a cabo la capacitación sobre economía circular a escolares de 4° y 5° de secundaria, para promover la cultura de la economía circular relacionado a empresa desde el colegio y ellos también continúen con la creación de negocios o emprendimientos circulares, debido a su ímpetu y creatividad. y 3) Propuesta de Competitividad de la Economía (PCE), en la cual se planea brindar incentivos tributarios al uso de energías renovables y a negocios circulares, lo que motivará a aquellos empresarios a optar por buenas prácticas ambientales e iniciar en negocios que benefician al medio ambiente. Estos incentivos podrán ser otorgados, dada la fuente de ingresos creada por los productos de biol y biogás. La siguiente medida es el fomento de la simbiosis industrial-empresarial de industrias como la de la caña de azúcar y arroz, de ellos, sus residuos servirán para generar herbicidas y fertilizante que se utilizará en la agricultura y áreas verdes o parques. Por el lado del desarrollo del ingenio alcohólico, este demandará mano de obra, creando empleo formal y de calidad. Además, se aprovechará la planta de tratamiento de agua, de la cual, el agua que sea tratada será destinada a regar los campos agrícolas y áreas verdes o parques, promoviendo así, el ahorro y la reutilización de este importante

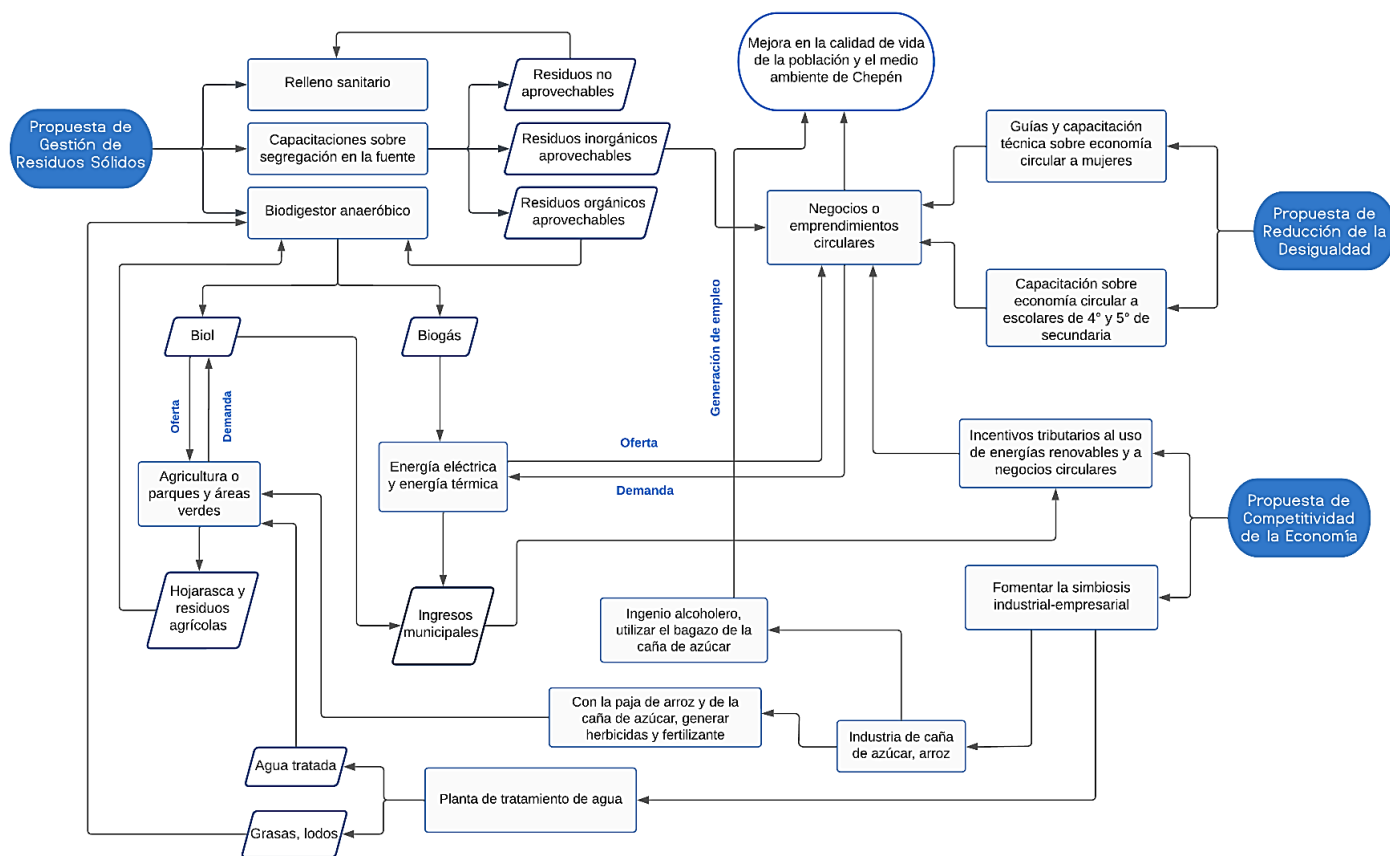


Fig. 1 Planteamiento de la propuesta de creación de ciudades.

recurso; también se obtendrán grasas y lodos, residuos adicionales que serán empleados para el biodigestor anaeróbico, con el fin de que -nuevamente- todo tipo de residuo (recurso) sea aprovechado y nada se desperdicie dentro de la propuesta circular que tiene como fin hacer de Chepén una ciudad sostenible fundamentada en la economía circular, a fin de lograr mejorar la calidad de vida de la población y el medio ambiente de la ciudad. Asimismo, se debe señalar que el monto de la inversión total de la propuesta asciende a S/36,347,923.32.

*Validar la propuesta de creación de ciudades sostenibles aplicando el enfoque de economía circular en la ciudad de Chepén*

Para validar a propuesta se desarrolló el Análisis de cadena de valor se halló: Una red circular interconectada de diversos agentes económicos que promueven el crecimiento sostenible y el aumento en la eficiencia de recursos, la innovación ecológica y el cambio cultural a largo plazo, que genere transacciones mutuamente rentables, mejore los procesos comerciales, técnicos y mejore la calidad de vida de la población y del medio ambiente de la ciudad de Chepén. Al desarrollar la Matriz de Marco Lógico [32]. Se obtuvo como **resultado final** la creación de un ambiente que permite la sinergia de diversos agentes económicos que fomentan el crecimiento sostenible, el aumento de procesos circulares y mejora de la cultura ambiental, que a

su vez genera crecimiento económico, mejora la calidad de vida de la población y del medio ambiente de Chepén. Como **resultado específico** se obtuvo una adecuada disposición de residuos sólidos, reaprovechamiento de residuos orgánicos e inorgánicos, una correcta cultura de segregación, las empresas emplean energías renovables e implementan tecnologías ecoeficientes y existe simbiosis industria. así mismo con el Balance de Oferta – Demanda se determinó que existe una gran brecha entre la oferta y la demanda de los de los servicios de recolección y transporte de 40,465.06 tn/año, disposición final de 46,514.93 tn/año, aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos 20,950.33 tn/año e inorgánicos de 10,250.03 tn/año, de acuerdo con los datos que se obtuvieron de la cual se obtuvo del sistema SIGERSOL.

#### *Estimación de costos*

En la Tabla 3 se muestra la estimación de costos de la propuesta se realizó a precios de mercado, desagregando los montos unitarios por periodo según las acciones estratégicas planteadas. Se identificaron costos de inversión, reinversión y post inversión, destacando como principales rubros en la inversión inicial la implementación de la planta de biogás y biol (S/ 11,354,835) y la infraestructura para disposición final (S/ 9,037,820) seguidos por los costos asociados a recolección y transporte (S/ 6,482,330), educación ambiental (S/ 1,078,999),

TABLA 3:  
COSTOS INCREMENTALES DE LA PROPUESTA A PRECIOS DE MERCADO

| Descripción                                              | Costo parcial | Etapas de inversión, operación y mantenimiento (S/.) |            |            |            |            |            |             |            |            |            | Total (S/.) |
|----------------------------------------------------------|---------------|------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|
|                                                          | Año 0         | Año 1                                                | Año 2      | Año 3      | Año 4      | Año 5      | Año 6      | Año 7       | Año 8      | Año 9      | Año 10     |             |
| I. Inversión                                             |               |                                                      |            |            |            |            |            |             |            |            |            |             |
| Almacenamiento y barrido                                 | 932,557       | -                                                    | -          | -          | -          | -          | -          | -           | -          | -          | -          | 6,482,330   |
| Recolección y transporte                                 | 6,482,330     | -                                                    | -          | -          | -          | -          | -          | -           | -          | -          | -          | 914,296     |
| Reaprovechamiento de residuos reciclables y para compost | 914,296       | -                                                    | -          | -          | -          | -          | -          | -           | -          | -          | -          | 9,037,820   |
| Disposición final                                        | 9,037,820     | -                                                    | -          | -          | -          | -          | -          | -           | -          | -          | -          | 11,354,835  |
| Implementación de Planta de Biogás, Biol                 | 11,354,835    | -                                                    | -          | -          | -          | -          | -          | -           | -          | -          | -          | 1,078,999   |
| Adecuada educación y cultura ambiental de la población   | 1,078,999     | -                                                    | -          | -          | -          | -          | -          | -           | -          | -          | -          | 2,130,695   |
| Gastos generales (10% de los costos de obras)            | 2,130,695     | -                                                    | -          | -          | -          | -          | -          | -           | -          | -          | -          | 2,130,695   |
| Utilidad (10% de los costos de obras)                    | 2,130,695     | -                                                    | -          | -          | -          | -          | -          | -           | -          | -          | -          | 1,065,348   |
| Expediente técnico y EIA (5% de los costos de obras)     | 1,065,348     | -                                                    | -          | -          | -          | -          | -          | -           | -          | -          | -          | 1,065,348   |
| Supervisión y liquidación (5% de los costos de obras)    | 1,065,348     | -                                                    | -          | -          | -          | -          | -          | -           | -          | -          | -          | 155,000     |
| Evaluación intermedia y ex post                          | 155,000       | -                                                    | -          | -          | -          | -          | -          | -           | -          | -          | -          | 36,347,923  |
| Total de inversión                                       | 36,347,923    | -                                                    | -          | -          | -          | -          | -          | -           | -          | -          | -          | 25,747,609  |
| II. Reinversión                                          | -             | -                                                    | -          | 6,737,683  | -          | 6,290,112  | 12,589,395 | -           | -          | 130,419    | -          | 128,023,559 |
| III. Post inversión                                      | -             | 11,973,693                                           | 12,368,487 | 11,621,219 | 12,130,221 | 12,525,014 | 11,777,747 | 13,314,603  | 13,709,398 | 14,104,191 | 14,498,986 | 190,119,091 |
| IV. Costo total con propuesta (I+II+III)                 | 36,347,923    | 11,973,693                                           | 12,368,487 | 18,358,902 | 12,130,221 | 18,815,126 | 24,367,143 | 13,314,603  | 13,709,398 | 14,234,610 | 14,498,986 | 18,331,698  |
| V. Costo total sin propuesta                             | -             | 18,331,698                                           | 18,331,698 | 18,331,698 | 18,331,698 | 18,331,698 | 18,331,698 | 18,331,698  | 18,331,698 | 18,331,698 | 18,331,698 | 6,802,111   |
| VI. Costos incrementales (IV-V)                          | 36,347,923    | -6,358,004                                           | -5,963,211 | 27,204     | -6,201,478 | 483,428    | 6,035,445  | - 5,017,095 | -4,622,300 | -4,097,088 | -3,832,712 | -           |

reaprovechamiento de residuos (S/ 932,557). El monto total estimado para estas intervenciones asciende a S/ 36,347,923. La reinversión contempla activos como papeleras, vehículos y plantas de compostaje en años específicos, mientras que la post inversión incluye costos operativos y de mantenimiento durante un horizonte de 10 años. Asimismo, se comparó esta situación con un escenario sin propuesta, caracterizado por la ausencia de inversión en infraestructura y gastos anuales de operación de S/ 18,331,698. Finalmente, se calcularon los costos incrementales para analizar la diferencia económica total entre ambos escenarios a lo largo del periodo evaluado. Estos costos representan la inversión inicial proyectada en el año 0, y constituyen la base económica sobre la cual se evaluará la viabilidad técnica y financiera de la propuesta.

#### *Evaluación económica*

En este apartado se evaluará a la propuesta desde el enfoque económico, a fin de determinar si es viable a partir de la generación de ingresos por productos derivados de la planta de biogás, biol y por aumento en la recaudación tributaria por proveer un servicio integral de gestión de residuos sólidos. de manera que, con dichos beneficios monetarios, se procederá a realizar el flujo de caja económico y determinar si la propuesta es viable en términos económicos-financieros

Por último, para validar la propuesta en términos de rentabilidad, se realizó el flujo de caja (ver Tabla 4), con lo cual se concluye que la propuesta es viable desde el punto de vista económico, De tal modo, los indicadores estimados de la propuesta son correspondientes a valores positivos, siendo así que, el VAN asciende a S/7,256,389.66, lo cual significa que es rentable; la TIR es 20 %, que se traduce en que si es factible de realizar; y el IR S/ 1.20, lo cual representa que, por cada unidad monetaria invertida, la inversión aumenta 20 %, por tanto, se recupera dicho monto y adicionalmente un 20 %.

#### *Evaluación social*

Dado el carácter cualitativo de los beneficios propuestos y la dificultad para asignarles un valor monetario, se optó por la metodología de evaluación costo-efectividad, considerada la más adecuada para este tipo de intervención. El indicador de efectividad seleccionado comprende la producción total de residuos sólidos durante el horizonte de evaluación, así como la cantidad de beneficiarios a nivel provincial, lo que permitirá calcular el ratio costo-efectividad (CE). En ese sentido, el ratio CE para el indicador “producción total de residuos sólidos” es de S/ 372.02, mientras que el ratio CE para el indicador “número de beneficiarios” es de S/ 80.69. Esto implica que el financiamiento de la propuesta resulta más efectivo —al presentar una ratio menor— cuando se utiliza como indicador el número de ciudadanos beneficiados por la intervención. Para la evaluación social, se procedió a la conversión de los precios de mercado a precios sociales, aplicando los factores de corrección establecidos por el MEF, a fin de reflejar el verdadero costo para la sociedad del uso de bienes, servicios o factores productivos. Bajo este enfoque, se estimaron los costos sociales de la situación, sin propuesta: S/ 14,115,407.46 y con propuesta: S/ 27,987,900.96. Finalmente, se elaboró el flujo de caja a precios sociales, utilizando una Tasa Social de Descuento del 4 % [23], con el objetivo de medir la rentabilidad social de la propuesta. Se obtuvo el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) sociales, los cuales ascienden a S/ 27,106,588.12 y 19 %, respectivamente. Estos resultados evidencian que la propuesta es socialmente rentable y sostenible en el tiempo, permitiendo evaluar el impacto conjunto de los actores involucrados en términos del bienestar social promovido por el Gobierno Local.

TABLA 4  
FLUJO DE CAJA ECONÓMICO

| Año                                          | 0                  | 1                 | 2                 | 3                 | 4                 | 5                 | 6                 | 7                 | 8                 | 9                 | 10                |
|----------------------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Total de Ingresos</b>                     |                    | <b>23,803,098</b> | <b>24,601,857</b> | <b>25,428,814</b> | <b>26,285,027</b> | <b>27,171,596</b> | <b>28,089,664</b> | <b>29,040,423</b> | <b>30,025,109</b> | <b>31,045,011</b> | <b>32,101,470</b> |
| Total de Costos de Operación y Mantenimiento |                    | 11,973,693        | 12,368,487        | 11,621,220        | 12,130,221        | 12,525,014        | 11,777,747        | 13,314,603        | 13,709,398        | 14,104,191        | 14,498,986        |
| Depreciación Total                           |                    | 3,944,921         | 3,944,921         | 3,944,921         | 3,944,921         | 3,944,921         | 3,884,799         | 3,884,799         | 3,884,799         | 3,884,799         | 3,884,799         |
| EBIT                                         |                    | 7,884,484         | 8,288,450         | 9,862,674         | 10,209,886        | 10,701,661        | 12,427,118        | 11,841,021        | 12,430,912        | 13,056,021        | 13,717,685        |
| Impuestos                                    |                    | 2,325,923         | 2,403,650         | 2,860,175         | 2,960,867         | 3,103,482         | 3,603,864         | 3,433,896         | 3,604,965         | 3,786,246         | 3,978,129         |
| Utilidad Neta                                |                    | 5,558,561         | 5,884,799         | 7,002,498         | 7,249,019         | 7,598,179         | 8,823,254         | 8,407,125         | 8,825,948         | 9,269,775         | 9,739,556         |
| Depreciaciones                               |                    | 3,944,921         | 3,944,921         | 3,944,921         | 3,944,921         | 3,944,921         | 3,884,799         | 3,884,799         | 3,884,799         | 3,884,799         | 3,884,799         |
| <b>Flujo de Caja Operativo</b>               |                    | <b>9,503,482</b>  | <b>9,829,720</b>  | <b>10,947,419</b> | <b>11,193,940</b> | <b>11,543,100</b> | <b>12,708,053</b> | <b>12,291,924</b> | <b>12,710,747</b> | <b>13,154,574</b> | <b>13,624,355</b> |
| <b>Flujo de Caja de Inversión</b>            | <b>36,347,923</b>  | -                 | -                 | <b>6,737,683</b>  | -                 | <b>6,290,112</b>  | <b>12,589,395</b> | -                 | -                 | <b>130,419</b>    | -                 |
| <b>Flujo de Caja Económico</b>               | <b>-36,347,923</b> | <b>9,503,482</b>  | <b>9,829,720</b>  | <b>4,209,737</b>  | <b>11,193,940</b> | <b>5,252,988</b>  | <b>118,657</b>    | <b>12,291,924</b> | <b>12,710,747</b> | <b>13,024,155</b> | <b>13,624,355</b> |

TABLA 5  
FLUJO DE CAJA SOCIAL

| Año                                          | 0                  | 1                 | 2                 | 3                 | 4                 | 5                 | 6                 | 7                 | 8                 | 9                 | 10                |
|----------------------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Total de Ingresos</b>                     |                    | <b>18,328,385</b> | <b>18,943,430</b> | <b>19,580,187</b> | <b>20,239,471</b> | <b>20,922,129</b> | <b>21,629,042</b> | <b>22,361,125</b> | <b>23,119,334</b> | <b>23,904,659</b> | <b>24,718,132</b> |
| Total de Costos de Operación y Mantenimiento |                    | 9,219,744         | 9,523,735         | 8,948,339         | 9,340,270         | 9,644,261         | 9,068,865         | 10,252,244        | 10,556,236        | 10,860,227        | 11,164,219        |
| Depreciación Total                           |                    | 3,037,589         | 3,037,589         | 3,037,589         | 3,037,589         | 3,037,589         | 2,991,295         | 2,991,295         | 2,991,295         | 2,991,295         | 2,991,295         |
| EBIT                                         |                    | 6,071,053         | 6,382,106         | 7,594,259         | 7,861,612         | 8,240,279         | 9,568,881         | 9,117,586         | 9,571,803         | 10,053,136        | 10,562,617        |
| Impuestos                                    |                    | 1,790,961         | 1,850,811         | 2,202,335         | 2,279,868         | 2,389,681         | 2,774,975         | 2,644,100         | 2,775,823         | 2,915,410         | 3,063,159         |
| Utilidad Neta                                |                    | 4,280,092         | 4,531,295         | 5,391,924         | 5,581,745         | 5,850,598         | 6,793,905         | 6,473,486         | 6,795,980         | 7,137,727         | 7,499,458         |
| Depreciaciones                               |                    | 3,037,589         | 3,037,589         | 3,037,589         | 3,037,589         | 3,037,589         | 2,991,295         | 2,991,295         | 2,991,295         | 2,991,295         | 2,991,295         |
| <b>Flujo de Caja Operativo</b>               |                    | <b>7,317,681</b>  | <b>7,568,884</b>  | <b>8,429,513</b>  | <b>8,619,334</b>  | <b>8,888,187</b>  | <b>9,785,201</b>  | <b>9,464,781</b>  | <b>9,787,275</b>  | <b>10,129,022</b> | <b>10,490,754</b> |
| Flujo de Caja de Inversión                   | 27,987,901         | -                 | -                 | 5,526,035         | -                 | 5,157,892         | 10,324,522        | -                 | -                 | 108,227           | -                 |
| <b>Flujo de Caja Social</b>                  | <b>-27,987,901</b> | <b>7,317,681</b>  | <b>7,568,884</b>  | <b>2,903,477</b>  | <b>8,619,334</b>  | <b>3,730,295</b>  | <b>-539,321</b>   | <b>9,464,781</b>  | <b>9,787,275</b>  | <b>10,020,795</b> | <b>10,490,754</b> |

### Análisis de Sensibilidad Ampliado

Con base en la simulación de Monte Carlo (10,000 iteraciones), incorporando incertidumbre en los cinco factores clave —precio del biogás, precio del biol, tasa de descuento social, cobertura de segregación en fuente y tasa de crecimiento de residuos orgánicos—, obtenemos los siguientes resultados concretos para el Valor Actual Neto (VAN) económico-social de la propuesta en Chepén:

TABLA 6  
RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN MONTE CARLO

| Estadístico                        | Valor en S/.   |
|------------------------------------|----------------|
| VAN promedio                       | 107,185,728    |
| Percentil 10 (escenario pesimista) | 20,354,580     |
| Percentil 90 (escenario optimista) | 208,449,426    |
| <b>Probabilidad de VAN &gt; 0</b>  | <b>95.94 %</b> |

Incluso en el peor 10 % de los casos (percentil 10), el proyecto genera un VAN positivo de más de S/ 20 millones, lo que indica alta robustez frente a la incertidumbre.

El valor esperado (S/ 107 millones) es considerablemente mayor que el VAN base reportado en el documento original (S/ 27.1 millones social), debido a que la simulación asume un horizonte de flujos constantes basados en el año 5 (pico de operación) y no incluye costos de reinversión puntuales (como en los años 3, 5, 6, 9). Esto representa un escenario idealizado pero útil para sensibilidad.

La probabilidad de éxito económico (VAN > 0) supera el 95 %, lo que refuerza fuertemente la viabilidad de la propuesta incluso bajo condiciones adversas.

La siguiente figura muestra la distribución del VAN social mediante simulación Monte Carlo.

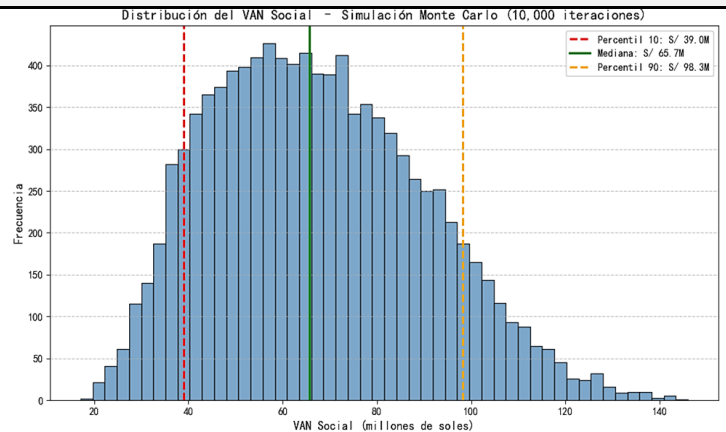


Fig. 2 Distribución del VAN Social.

TABLA 7  
ESCENARIOS DE REFERENCIA (CONSERVADOR VS. OPTIMISTA)

| Escenario   | Supuestos Clave             | VAN Estimado           |
|-------------|-----------------------------|------------------------|
| Conservador | Precio biogás = S/ 0.25/kWh | ~20 millones           |
|             | Precio biol = S/ 100/ton    |                        |
|             | Cobertura = 40 %            |                        |
|             | Tasa descuento = 6 %        |                        |
| Base        | Precio biogás = S/ 0.35/kWh | 27.1 millones (social) |
|             | Precio biol = S/ 150/ton    |                        |
|             | Cobertura = 60 %            |                        |
|             | Tasa descuento = 4 %        |                        |
| Optimista   | Precio biogás = S/ 0.50/kWh | ~208 millones          |
|             | Precio biol = S/ 200/ton    |                        |
|             | Cobertura = 80 %            |                        |
|             | Tasa descuento = 2 %        |                        |

En el escenario Conservador, el VAN es de ~S/ 20 millones: positivo y solo ligeramente menor al base, mostrando solidez aun con precios bajos y menor cobertura. En el Base, el VAN llega a S/ 27.1 millones y confirma la viabilidad del proyecto en condiciones intermedias. Finalmente, en el Optimista, asciende a ~S/ 208 millones, resaltando el alto potencial con precios favorables y mayor cobertura.

#### *Evaluación con precios hedónicos*

Se estimó el impacto de cada variable independiente sobre la variable dependiente de acuerdo con la estimación del modelo, el coeficiente R<sup>2</sup> ajustado es 0.7240, lo que indica que el modelo explica alrededor del 72 % de la variabilidad de los precios de las viviendas, dada las variaciones de las variables independientes. La prueba F fue de 56.9804 con un p=0.000000, valor menor al 5 %, con ello, se rechaza la hipótesis de una relación lineal inexistente, en otras palabras, la ecuación de regresión se acepta y con ello, la buena calidad del modelo. Por otro lado, si bien todas las variables explicativas son significativas, las que presentan mayor significancia corresponden a “AT” (p=0.0000), “KG” (p=0.0005), “HAB” (p=0.0017) y “PANSOL” (p=0.0022). Los resultados de la estimación econométrica pueden ser revisados en la Tabla 6.

Por ende, las variables individuales mencionadas anteriormente, son aceptables para la construcción del modelo. Asimismo, dado que el modelo (en conjunto) consiguió valores aceptables para los estadísticos R<sup>2</sup> ajustado y prueba F, se indica que es un modelo de buena calidad y que las variables explicativas que se seleccionaron sí influyen en los precios de las viviendas. El signo del coeficiente de cada variable, indica, en este caso, si el nivel de satisfacción tiende a aumentar o disminuir en función de la variación de cada variable, lo cual aplica para todas las que se analizaron. La ecuación se detalla a continuación:

$$PR = -675850.60 + 1171.95 * AT + 29200.17 * HAB + 10.21 * KG + 1020460.08 * PANSOL + 101695.50 * PIST + 155876.64 * SERV PUB3$$

En consecuencia, a los ciudadanos de la Provincia de Chepén les generará mayor satisfacción el tamaño del área del terreno del inmueble, el número de habitaciones que disponga, si cuenta con servicios públicos básicos, si se desarrolla apropiadamente el recojo de residuos sólidos en el distrito donde se encuentra ubicada la propiedad, y, sobre todo, el nivel de bienestar aumentará si la propiedad en venta utiliza energías renovables, como paneles solares. De esta manera, las variables identificadas son las que contribuirán con brindarle un mayor valor a la vivienda y las personas estarán dispuestas a aceptar pagar dicho incremento.

Se debe enfatizar en la importancia que tiene para la sociedad el hecho de que los inmuebles que están a la venta puedan utilizar energías renovables. Esto demuestra la gran oportunidad que posee el sector inmobiliario local para impulsar la sostenibilidad a través de la economía circular en Chepén.

TABLA 8  
MODELO DE REGRESIÓN ESTIMADO

|                            |             |                       |             |        |
|----------------------------|-------------|-----------------------|-------------|--------|
| Dependent Variable: PR     |             |                       |             |        |
| Method: Least Squares      |             |                       |             |        |
| Sample: 1 129              |             |                       |             |        |
| Included observations: 129 |             |                       |             |        |
| Variable                   | Coefficient | Std. Error            | t-Statistic | Prob.  |
| C                          | -675850.6   | 109669.9              | -6.162590   | 0.0000 |
| AT                         | 1171.953    | 201.4651              | 5.817150    | 0.0000 |
| HAB                        | 29200.17    | 9087.871              | 3.213092    | 0.0017 |
| KG                         | 10.20595    | 2.848631              | 3.582757    | 0.0005 |
| PANSOL                     | 1020460.    | 326675.2              | 3.123776    | 0.0022 |
| PIST                       | 101695.5    | 48359.13              | 2.102923    | 0.0375 |
| SERV PUB3                  | 55876.64    | 22453.16              | 2.488587    | 0.0142 |
| R-squared                  | 0.737002    | Mean dependent var    | 257229.4    |        |
| Adjusted R-squared         | 0.724068    | S.D. dependent var    | 351944.8    |        |
| S.E. of regression         | 184873.9    | Akaike info criterion | 27.14547    |        |
| Sum squared resid          | 4.17E+12    | Schwarz criterion     | 27.30065    |        |
| Log likelihood             | -1743.883   | Hannan-Quinn criter.  | 27.20853    |        |
| F-statistic                | 56.98042    | Durbin-Watson stat    | 1.797341    |        |
| Prob(F-statistic)          | 0.000000    |                       |             |        |

#### IV. DISCUSIÓN

Según los resultados del diagnóstico, se obtuvo que Chepén presenta problemas críticos en cuanto a Gestión de Residuos, Desarrollo Urbano y Competitividad de la Economía, por lo que es fundamental presentar iniciativas gubernamentales que amparen y garanticen la sostenibilidad de una gestión integral de residuos sólidos, proyectos que permitan a las familias generar ingresos de contaminación cero e incentivos tributarios en pro del cuidado ambiental para empresas. Desde una perspectiva empresarial, [20] coinciden en que existen desafíos para adoptar la economía circular en Ecuador: las empresas no realizan inversión ambiental, ni actividades sobre sostenibilidad. En referencia a las leyes, se identificó que el país carece de normas y permisos ambientales. Se reconoció que es urgente y sumamente relevante diseñar estrategias que posibiliten al país lograr la circularidad.

Conforme al segundo objetivo específico, se diseñó un conjunto de actividades orientadas a mejorar el bienestar de la población y del medio ambiente. Se estableció la adquisición de equipamiento de infraestructura de reaprovechamiento, capacitación a empresas de la localidad sobre simbiosis industrial. Se resalta que las entidades del sector público desempeñan una participación clave para el desarrollo exitoso de la propuesta y esta pueda replicarse en demás territorios a nivel nacional. En esta línea, [18] determinaron que el sector público tiene el potencial de ser un mecanismo que acelere la transición hacia una economía circular, fomentando el desarrollo de proyectos circulares innovadores.

Del mismo modo, [21] propone que, desde las gestiones municipales, se incorporen modelos inspirados en los enfoques de economía circular con el fin de que se reduzcan, de manera significativa, los problemas socioambientales; además, ello contribuye a crear nuevas oportunidades de empleo. Estos hallazgos concuerdan con [22], que demostró que los funcionarios públicos tienen la responsabilidad de incorporar nuevos mecanismos de materia técnica-legal para incentivar la economía circular en sus planes gubernamentales, dado sus

beneficios sociales, económicos y ambientales. En ese sentido, [19], confirmaron que, el éxito de la adopción del modelo circular se basa en la planificación que deberá ser rigurosamente diseñada por los agentes del sector público en la aplicación de la economía circular.

Se demostró por medio de las evaluaciones económica y social, que la propuesta es viable, dado que, los indicadores VAN, TIR e IR son positivos, concordando con [23], quienes elaboraron una propuesta de “Smart City” enfocada en la gestión de residuos sólidos y estimaron la viabilidad económica; no obstante, sus resultados con relación a la rentabilidad social difieren de la presente propuesta, ya que su VAN Social es negativo. Se debe resaltar que, en el proyecto “Smart City” no se estimó el IR social, mientras que, para la propuesta de creación de ciudades sostenibles, este es calculado y alcanza el valor de 19 %.

La validación de la propuesta por la metodología de precios hedónicos a través de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), obtuvo que el modelo explica en 72 % la variabilidad de los precios de los inmuebles. Estos resultados reflejan que dichas variables explicativas sí generan un aumento en el precio de las viviendas. Ello se alinea con [24], que demostraron por medio del análisis de regresión que ciertos atributos, ayudan de forma significativa a fijar los precios de las propiedades en las ciudades brasileñas de Lajeado y Montenegro, por lo que, pueden ser variables en común para determinar el precio de viviendas en América Latina. Por otro lado, [25] al emplear un modelo de regresión (semiparamétrico) los atributos considerados en conjunto llegan a explicar considerablemente la designación de precios de las viviendas.

Se realizó un esquema que abarca soluciones circulares brindando propuestas a nivel de Gestión de Residuos Sólidos, Reducción de la Desigualdad y Competitividad de la Economía, las cuales se interconectan. Así pues, se sugiere la construcción de un relleno sanitario que cuente con una planta de biogás y biol, segregación en la fuente, elaboración de productos reciclados crear nuevas fuentes de ingresos, fomentar la simbiosis industrial-empresarial. El planteamiento de la propuesta y las consecuencias que se espera de la misma, se alinean con los hallazgos [15] quienes desarrollaron una gestión sostenible de residuos, por medio de la segregación en la fuente y la intermediación de funcionarios públicos y agentes privados, creando nuevas oportunidades de generación de ingresos y redes empresariales, que han contribuido con el aumento en el nivel de empleo de la comunidad. De igual modo, [16] demostraron que es posible crear una ciudad sostenible, por medio de la adopción de la economía circular. El sector público debe cumplir un rol principal para los proyectos, demandando bienes y servicios en línea con la sostenibilidad. Estos descubrimientos se relacionan con [17], pues manifiestan que, la sintonía entre los agentes económicos y su participación en la elaboración de proyectos circulares, modifican la manera en que se sobrellevan las problemáticas ambientales, optando por soluciones sostenibles ligadas a los contextos específicos de las ciudades, que benefician a la sociedad y a su entorno.

## V. CONCLUSIONES

El análisis de creación de ciudades sostenibles demostró que es necesario crear un relleno sanitario que cuente con un biodigestor anaeróbico para el aprovechamiento de residuos orgánicos, podrán producir biogás y biol. Asimismo, es importante segregación en la fuente capacitaciones jóvenes del 4° y 5° del nivel secundario mujeres, acerca de formas de generación de ingresos que contribuyan con el medio ambiente. Ello se justifica en que las mujeres generan un efecto multiplicador al llevar a sus hogares los nuevos conocimientos. Por último, se debe diseñar un programa de incentivos tributarios fomentará, la simbiosis industrial. brindándoles bienestar integral en base al planteamiento de las soluciones (interconectadas) en específico para los problemas definidos.

Se priorizó 3 puntos críticos, Desigualdad Urbana, Gestión de Residuos Sólidos y Competitividad de la Economía, se concluyó que necesita de medidas y nuevos proyectos que prioricen a los sectores seleccionados para trazar un camino hacia la circularidad, y, por tanto, a la sostenibilidad. Los funcionarios públicos deben participar de manera activa y significativa para llevar a cabo las acciones estratégicas en concordancia a cada punto crítico identificado, para que contribuyan con la evolución de Chepén a una ciudad sostenible.

Conforme al último objetivo específico, la elaboración del ratio costo-efectividad tomó dos indicadores: producción total de residuos sólidos y número de beneficiarios, se determinó que la propuesta, al tomar el primer indicador, tiene un costo-efectividad de S/. 372.02 y S/. 80.69 si se opta por el segundo indicador. La propuesta tiene más efectividad al utilizar indicador al número de ciudadanos que se beneficiarán con la propuesta. los indicadores VAN y TIR sociales, obtuvieron como resultados S/184,902.01 y 19 % respectivamente, además, el IR fue de S/ 1.01, constatando que la propuesta es viable, rentable, sostenible socialmente, es altamente resistente al riesgo y muy sensible a mejoras en precios y cobertura, lo que justifica políticas públicas que incentiven la adopción temprana de la segregación en fuente y la comercialización de biogás/biol. Por último, se validó la propuesta, por el modelo de precios hedónicos, demostrando que los ciudadanos presentan predisposición a pagar por una vivienda que cuenta con uso de energías limpias, lo cual los ayude a incrementar su nivel de bienestar. A nivel urbano, este resultado promueve desde el sector inmobiliario, la generación de ciudades sostenibles.

Para futuras investigaciones, se recomienda profundizar mediante un modelo espacial u otras técnicas de validación.

## REFERENCIAS

- [1] Banco Mundial, «Desarrollo Urbano: Panorama general,» 03 Abril 2023. [En línea]. Available: <https://www.bancomundial.org/es/topic/urbandevelopment/overview#1>.
- [2] UNDP Climate Promise, «Las ciudades tienen un rol clave en la lucha contra el cambio climático: he aquí el porqué,» 6 Junio 2024. [En línea]. Available: <https://climatepromise.undp.org/es/news-and->

stories/las-ciudades-tienen-un-rol-clave-en-la-lucha-contra-el-cambio-climatico-he-aqui-el#:~:text=Las%20ciudades%20acogen%20a%20m%C3%A1s%20de%20la,la%20poblaci%C3%B3n%20urbana%20se%20duplica%20para%202050..

- [3] F. Astaburuaga, F. Arteaga, C. Marshall y C. Millán, «Ciudades Circulares en América Latina y El Caribe,» Marzo 2023. [En línea]. Available: <https://www.enel.cl/content/dam/enel-cl/sostenibilidad/economia-circular/ciudades-circulares-contenido/Ciudades-Circulares-America-Latina-Caribe-2022.pdf>.
- [4] F. A. Aguilera Martínez, F. A. Sarmiento Valdés y J. J. Castiblanco Prieto, «Identificación de elementos transformadores en territorios de borde,» *Ediciones Comunicación Científica*, pp. 155-184, 2024.
- [5] Naciones Unidas, «Las ciudades y la contaminación contribuyen al cambio climático,» 10 Septiembre 2020. [En línea]. Available: <https://www.un.org/es/climatechange/climate-solutions/cities-pollution#:~:text=Las%20ciudades%20son%20uno%20de,la%20superficie%20de%20la%20Tierra..>
- [6] S. Tabellini, «Circular and Linear Economy: the key differences for a sustainable future,» 4 Junio 2025. [En línea]. Available: <https://www.sfridoo.com/en/blog/differences-between-circular-and-linear-economy/#:~:text=Problemas%20y%20limitaciones%20de%20la,circular%20C%20empezando%20por%20las%20empresas..>
- [7] D. Stagno, «Economía circular, ciudades circulares: una alternativa sostenible para América Latina y el Caribe,» 20 Febrero 2020. [En línea]. Available: <https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/ciudades-circulares-economia-circular-sostenibilidad-urbelac-europa-america-latina-caribe/>.
- [8] Naciones Unidas, «Las ciudades, “causa y solución” del cambio climático,» 18 Septiembre 2019. [En línea]. Available: <https://news.un.org/es/story/2019/09/1462322#:~:text=partes%20para%202030.-,Las%20ciudades%20consumen%20una%20gran%20parte%20del%20suministro%20energ%C3%A9tico%20mundial,el%20calentamiento%20de%20la%20Tierra..>
- [9] A. Adam, «Economía circular: ahora o nunca,» 17 Febrero 2021. [En línea]. Available: <https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/es/economia-circular-ahora-o-nunca/>.
- [10] Naciones Unidas, «Objetivo 11: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles,» [En línea]. Available: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/#:~:text=Al%20apostar%20por%20la%20sostenibilidad,sin%20da%C3%B1ar%20el%20medio%20ambiente..>
- [11] H. Terraza, D. Rubio y F. Vera, «Banco Interamericano de Desarrollo,» Octubre 2016. [En línea]. Available: <https://publications.iadb.org/es/de-ciudades-emergentes-ciudades-sostenibles>.
- [12] Barcelona School of Management, «Cápsula 1: ¿Qué es la economía circular?,» 13 Febrero 2025. [En línea]. Available: <https://www.bsm.upf.edu/es/noticias/capsula-1-que-es-la-economia-circular>.
- [13] Enel, «Economía Circular,» [En línea]. Available: <https://www.enelgreenpower.com/es/learning-hub/development/sostenible/economia-circular>.
- [14] Ellen Macarthur Foundation, «¿Qué es una economía circular?,» [En línea]. Available: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/temas/presentacion-economia-circular/vision-general>.
- [15] S. Janprasert y C. Suttawet, «The making of a sustainable self-managed community: A study of Si-Mum-Muang Market community's waste management and a model for applying in other communities,» *Kasetsart Journal of Social Sciences*, vol. 42, pp. 810-816, 2021.
- [16] J. Petoskey, M. Stults, E. Naples, G. Hardy, A. Quilici, C. Byerly, A. Clark, D. Newton, E. Santiago y J. Teener, «Envisioning a Circular Economy: The Journey of One Mid-Sized Midwestern City,» *Sustainability*, vol. 13, n° 6, pp. 1-18, 2021.
- [17] C. Chembessi, C. Beaurain y G. Cloutier, «Understanding the scaling-up of a circular economy (CE) through a strategic niche management (SNM) theory: A socio-political perspective from Quebec,» *Environmental Challenges*, vol. 5, pp. 1-11, 2021.
- [18] N. Klein, T. Ramos y P. Deutz, «Circular economy practices and strategies in public,» *Sustainability*, vol. 12, n° 10, pp. 1-14, 2020.
- [19] S. Scarpellini, P. Portillo-Tarragona, A. Aranda-Usón y F. Llana-Macarulla, «Definition and measurement of the circular economy's regional impact,» *Journal of Environmental Planning and Management*, vol. 62, pp. 2211-2237, 2019.
- [20] M. Bazán y G. Chele, «Análisis de los desafíos del Ecuador para su inserción en el modelo de economía circular,» 2021. [En línea]. Available: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/54117>.
- [21] F. Meléndez, «Geografía de los residuos en Lima (Perú): hacia la economía circular de los residuos orgánicos en los distritos de Santiago de Surco y San Juan de Miraflores,» 2021. [En línea]. Available: <https://tesis.pucp.edu.pe/items/1cb68ef4-ced5-4863-ada6-d1f2896e3ba1>.
- [22] M. Soto, «Economía circular y su impacto en la gestión ambiental y el desarrollo urbano sostenible del distrito de La Molina, 2021,» 2021. [En línea]. Available: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/80752>.
- [23] Campos Silvana, B. Gonzales y A. Peláez, «Propuesta de Modelo de Smart City para la Gestión,» 2020. [En línea]. Available: <https://repositorio.esan.edu.pe/items/23454ed0-567d-4dd4-9f27-709b3df0514c>.
- [24] S. Poeta, T. Gerhardt y M. Stumpf Gonzalez, «Análisis de precios hedónicos de viviendas,» *Revista ingeniería de construcción*, vol. 34, n° 2, pp. 215-220, 2019.
- [25] J. Toloza-Delgado, O. Melo-Martínez y J. Azcarate-Romero, «Determinantes del precio de la Vivienda nueva en Bogotá para el año 2019: una aproximación a través de un modelo semiparamétrico de regresión espacial,» *Ingeniería y Ciencia*, vol. 17, n° 34, pp. 23-52, 2019.
- [26] R. Hernández-Sampieri y C. Mendoza, «Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa,» 2018. [En línea]. Available: <https://bibliotecadigital.uce.edu.ec/s/L-D/item/793#c=&m=&s=&cv=>.
- [27] Universidad de Jaén, «Metodología Cuantitativa,» [En línea]. Available: [https://web.ujaen.es/investiga/tics\\_tfg/enfo\\_cuant.html](https://web.ujaen.es/investiga/tics_tfg/enfo_cuant.html).
- [28] J. Vázquez, «Diseño de Investigación,» [En línea]. Available: <https://www.anahuac.mx/mexico/biblioteca/sites/default/files/inline-files/disenodeinvestigaagos19.pdf>.
- [29] J. Aguilar, «El Método Deductivo. ¿Qué tengo que saber?,» 1 Julio 2024. [En línea]. Available: <https://proyectoacademico.com/el-metodo-deductivo-que-tengo-que-saber/#:~:text=El%20m%C3%A9todo%20deductivo%20parte%20de,tanto%20C%20un%20perro%20tiene%20coraz%C3%B3n..>
- [30] Instituto Nacional de Estadística e Informática, «La Libertad: Resultados Definitivos - Tomo 1,» Octubre 2018. [En línea]. Available: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1575/13T](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1575/13T).
- [31] Y. Corral, «Validez y Confiabilidad de los Instrumentos de investigación para la recolección,» *Revista de Ciencias de la Educación*, vol. 19, n° 33, pp. 228-246, 2009.
- [32] J. Muñoz, «Ministerio de Economía y Finanzas,» 2014. [En línea]. Available: [https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/capacidades/cur\\_sos\\_2014/set/atenci\\_medico\\_17\\_09/1\\_Salud\\_MML.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/capacidades/cur_sos_2014/set/atenci_medico_17_09/1_Salud_MML.pdf).