

## Los factores socioambientales y la generación de puntos críticos de acumulación de residuos sólidos en el distrito de Trujillo, Perú (2023)<sup>1</sup>

*The Socio-environmental Factors and the Generation of Critical Points Due to Solid Waste Accumulation in the District of Trujillo, Peru (2023)*

 Deysi Paola Guerra-Blas <sup>a</sup>

 Juan Carlos Guerra-Blas <sup>b</sup>

 Malena Vanessa Grados Vásquez <sup>c</sup>

 Laura Isabel Gutiérrez Escarcena <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidad Nacional de Trujillo, Perú

<sup>b</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales. División de Impactos, Adaptación y Vulnerabilidades (DIIAV), Brasil

<sup>c</sup> Universidad Federal de Minas Gerais, Brasil

**Cómo citar:** Guerra-Blas, D. P., Guerra Blas, J. C., Grados Vásquez, M. V., & Gutiérrez Escarcena, L. I. Los factores socioambientales y la generación de puntos críticos de acumulación de residuos sólidos en el distrito de Trujillo, Perú (2023). *Revista Kawsaypacha: Sociedad Y Medio Ambiente*, (16). <https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202502.D009>



**Resumen:** El distrito de Trujillo enfrenta un problema de salud pública debido a la generación de puntos críticos de acumulación de residuos sólidos, lo que incrementa el riesgo de enfermedades, deteriora el entorno urbano y afecta la percepción de seguridad y bienestar de la población. El objetivo de este estudio es analizar los patrones espaciales de la generación de puntos críticos en Trujillo y su relación con factores socioambientales que expliquen su distribución. Se utilizó un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo-correlacional y diseño no experimental, combinando técnicas de teledetección, análisis espacial en Sistemas de Información Geográfica y trabajo de campo mediante encuestas.

<sup>1</sup> El presente artículo se basa en la tesis de la autora principal, Guerra Blas (2024), cuya metodología utilizada fue un modelo lineal generalizado (MLG). En este trabajo, se ha implementado la correlación de Spearman para las variables, lo que representa un cambio metodológico significativo.

El estudio se dirigió a pobladores mayores de 18 años del distrito de Trujillo, cuyos hogares se ubicaban dentro de un radio de 30 metros de los puntos críticos identificados. Se aplicaron 100 encuestas para evaluar el nivel de conocimiento ambiental y la imitación de prácticas inadecuadas en la disposición de residuos en los hogares. Para el análisis, se emplearon herramientas como QGIS y Google Earth Engine para obtener datos espaciales sobre la ubicación de mercados, áreas verdes y suelos libres. Los resultados revelaron que los residuos inorgánicos no aprovechables en los puntos críticos representan el 58.2%, seguido por los residuos orgánicos (35.4%), que predominan en la zona este del distrito. La correlación de Spearman mostró relaciones significativas entre la presencia de mercados, restaurantes y suelos libres con la acumulación de residuos orgánicos e inorgánicos. Asimismo, se evidenció que las zonas con menor nivel de conocimiento ambiental coinciden con una mayor acumulación de residuos sólidos, destacando la importancia de la educación ambiental en la reducción de puntos críticos.

**Palabras clave:** Factores socioambientales. Sistema de Información Geográfica. Puntos críticos. Residuos sólidos. Trujillo, Perú.

**Abstract:** The district of Trujillo faces a public health issue due to the emergence of critical points of solid waste accumulation, which increases the risk of disease transmission, degrades the urban environment, and negatively affects the population's perception of safety and well-being. The objective of this study is to analyze the spatial patterns of critical point generation in Trujillo and their relationship with socio-environmental factors that may explain their distribution. A quantitative approach was employed, specifically a descriptive-correlational, non-experimental design, combining remote sensing techniques, spatial analysis through Geographic Information Systems (GIS), and fieldwork based on household surveys. The study targeted residents over 18 years of age in the district of Trujillo, whose households were located within a 30-meter radius of the identified critical points. A total of 100 surveys were conducted to assess environmental awareness and the imitation of inadequate waste disposal practices at the household level. For the spatial analysis, tools such as QGIS and Google Earth Engine were used to obtain geospatial data regarding the location of markets, green areas, and vacant land. The results showed that non-recoverable inorganic waste accounted for 58.2% of the identified critical points, followed by organic waste (35.4%), which was mainly concentrated in the eastern area of the district. Spearman's correlation revealed significant relationships between the presence of markets, restaurants, and vacant land and the accumulation of organic and inorganic waste. Moreover, it was observed that areas with lower levels of environmental awareness were associated with a higher concentration of solid waste, highlighting the importance of environmental education in reducing critical points.

**Keywords:** Socio-environmental factors. Geographic Information System. Critical points. Solid waste. Trujillo, Peru.

## 1. Introducción

El crecimiento poblacional mundial proyectado será de más de 10 mil millones de personas para el año 2057 (Shah et al., 2021), lo cual contribuirá al aumento en la generación de residuos sólidos urbanos (RSU). Actualmente, se producen aproximadamente 2010 millones de toneladas de RSU anualmente a nivel global, con un manejo variado: el 37% se destina a rellenos sanitarios, el 33% se dispone a cielo abierto, el 19% se valora y el 11% se incinera; además, se estima que la generación de RSU se triplicará en menos de 30 años, especialmente en países de bajos ingresos (Kaza et al., 2018).

Los países enfrentan desafíos significativos para garantizar la sostenibilidad ambiental y mejorar el manejo de los RSU (Ayeleru et al., 2018). En América Latina, incluidos países como Perú, se han implementado políticas centradas en la reducción de residuos, educación ambiental y comprensión de factores como la migración y el desarrollo demográfico, que influyen en la generación de RSU (Sánchez et al., 2020).

En Perú, la gestión de residuos sólidos enfrenta problemas persistentes, como la presencia de puntos críticos de acumulación de residuos sólidos municipales (denominados en adelante PCs), que son áreas no autorizadas donde los residuos se acumulan temporalmente a la espera de la recolección municipal (Salas et al., 2018; Ministerio del Ambiente [MINAM], 2017). Específicamente en el distrito de Trujillo (norte de Perú), a pesar de las acciones del Servicio de Gestión Ambiental de Trujillo (SEGAT) para erradicar estos PCs mediante campañas de sensibilización y limpieza, la acumulación de residuos continúa, afectando la salud pública y el entorno urbano (SEGAT, 2016; Lukacs, 2023).

La generación de PCs no solo responde a una gestión deficiente de residuos (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos [EPA], 2020), sino también a factores sociales como el tamaño del hogar (Tassie, 2018) y la densidad de población (Izquierdo et al., 2022). A esto se suman factores socioambientales como el comportamiento y las prácticas cognitivas de la población (Cruz & Del Águila, 2020; Minelgaité & Liobikienė, 2019) y el nivel de conocimiento relacionado al manejo de residuos sólidos en los hogares (McAllister, 2015). Por último, influyen factores socioeconómicos como el ingreso del hogar y el gasto mensual del hogar en alimentos (Vera et al., 2017).

El objetivo de este estudio es analizar los patrones espaciales de la generación de PCs en el distrito de Trujillo y su relación con factores socioambientales que expliquen su distribución. A partir de este análisis, se busca identificar los factores más relevantes que contribuyen a la formación de PCs, con el fin de generar información útil para mejorar las estrategias de gestión y reducción de residuos sólidos en la región.

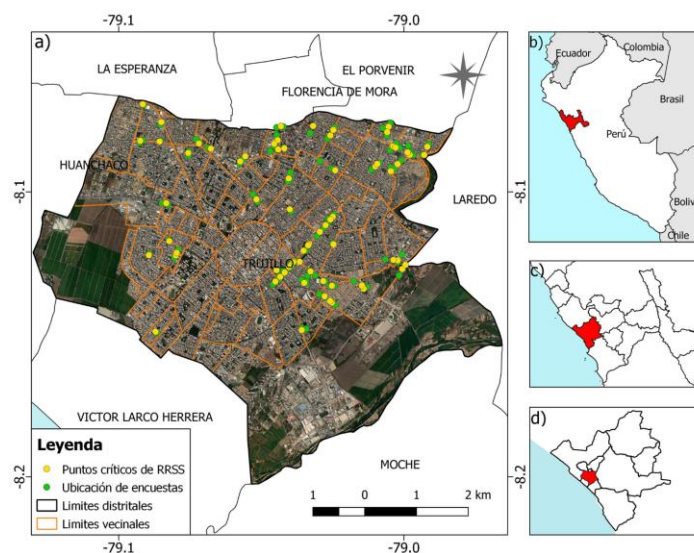
## 2. Metodología

La presente investigación empleó un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo-correlacional y diseño no experimental. La metodología integró técnicas de teledetección, análisis espacial mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) y trabajo de campo. El tamaño muestral fue definido según el criterio metodológico de Morales (2013), quien recomienda un mínimo de 100 individuos cuando se trabaja con poblaciones grandes; en este sentido, considerando una población estimada de 314 939 habitantes en el distrito (INEI, 2018), se optó por aplicar 100 encuestas a 100 pobladores distribuidos estratégicamente en diferentes zonas, a fin de asegurar una adecuada representatividad territorial.

### 2.1 Área de estudio

La zona de estudio abarca el distrito de Trujillo, perteneciente a la provincia de Trujillo, situada en el departamento de La Libertad (Figura 1). El distrito y el departamento corresponden a la categoría menor y mayor de una división administrativa en Perú (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2018). El clima del distrito está clasificado como cálido desértico (BWh) según el sistema Köppen-Geiger (Pohl et al., 2022), presenta temperaturas de hasta 26 °C en verano y precipitaciones mínimas de 1.2 mm por mes (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI], 2022). La temperatura media anual es de 20.3 °C y la altitud promedio es de 34 m s. n. m. (Municipalidad Provincial de Trujillo [MPT], 2017). Según el censo más reciente, Trujillo es el decimocuarto distrito más poblado de Perú, con 314 939 habitantes (INEI, 2018). Su índice de Desarrollo Humano (IDH) se clasifica en la categoría de rango alto, entre 0.6011 y 0.7883 (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2019).

**Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio**



Fuente: Elaboración propia con datos de la MPT (2023).

Nota: Figura 1. a) Área de estudio, correspondiente al distrito de Trujillo. La figura incluye también la ubicación geográfica del área dentro del contexto: b) Nacional. c) Provincial. d) Distrital. Los puntos amarillos señalan la localización de los PCs, mientras que los puntos verdes indican los hogares encuestados como parte de la recolección de datos de la presente investigación.

## 2.2 Identificación y caracterización de los PCs de acumulación de residuos sólidos

Durante el trabajo de campo realizado entre el 1 y el 30 de noviembre de 2023, se identificaron 79 PCs en el distrito de Trujillo. La georreferenciación de los PCs se realizó utilizando la aplicación móvil *Timestamp Camera Free* versión 4.5 (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA], 2019), que permitió obtener coordenadas en el sistema *Universal Transverse Mercator* (UTM) y registrar información relevante en cada observación.

Se consideró como PCs a las acumulaciones de Residuos Sólidos Municipales (RSM) con un volumen igual o superior a  $0.5 \text{ m}^3$ , según un criterio definido por los autores, siguiendo los lineamientos del Decreto Supremo 014-2017-MINAM (MINAM, 2017) y la Norma Técnica Peruana 900.058:2019 sobre el código de colores para el almacenamiento de residuos sólidos (Instituto Nacional de Calidad [INACAL], 2019) (Tabla 1). El volumen aproximado de residuos sólidos en cada punto crítico se calculó mediante fórmulas geométricas, como la del prisma y la pirámide (Chávez & Tesen, 2022). La identificación de los PCs se basó en una revisión de artículos científicos, tesis, reportes periodísticos y planes anuales de erradicación y prevención de RSM del SEGAT, lo que permitió trazar una ruta de localización de PCs en los 22 sectores vecinales del distrito de Trujillo (MPT, 2023).

**Tabla 1. Criterios para identificar los PCs de acumulación de residuos sólidos**

Criterios		Descripción
1	Contener residuos de origen municipal	<b>Residuos sólidos municipales</b> a. Inorgánicos aprovechables: papel, cartón, plástico, madera, metales, etc. b. Inorgánicos no aprovechables: residuos sanitarios y cerámica. c. Orgánicos: restos de alimentos y de poda. d. Peligrosos: pilas, medicinas vencidas, envolturas de plaguicidas, etc.
2	Acumulación temporal	Su acumulación debe ser de forma temporal reiterativa.
3	Ubicarse en vías y áreas públicas	Su ubicación debe ser en un espacio, vía o área pública que tenga interacción directa con la población.
4	Presencia de lixiviados	La presencia de lixiviados en un espacio público indica la descomposición y fermentación de restos orgánicos, lo que indicaría la presencia de residuos sólidos acumulados en un período de tiempo.

Fuente: Elaboración propia con datos del Decreto Supremo 014-2017-MINAM y la Norma Técnica Peruana 900.058:2019 sobre el código de colores para el almacenamiento de residuos sólidos municipales.

## 2.3 Obtención de datos de los factores socioambientales

Los datos de los factores socioambientales (Tabla 2) se obtuvieron mediante encuestas y herramientas de SIG como QGIS y Google Earth Engine (GEE) (Gorelick et al., 2017). Para las variables «nivel de conocimiento ambiental» e «imitación (repetición de conductas observadas) de prácticas inadecuadas» sobre la disposición final de residuos sólidos en los hogares, se aplicaron 100 cuestionarios a 100 pobladores mayores de 18 años del distrito de Trujillo, siguiendo la técnica de encuesta (Hernández et al., 2014). El cuestionario fue validado por un experto de la Escuela de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Trujillo (Novoa & Tamay, 2022). La selección de los pobladores encuestados se basó en la proximidad de sus hogares a los PCs identificados, considerando un radio de influencia de hasta 30 metros.

Las variables «área verde» y «suelo libre» se obtuvieron espacialmente mediante el procesamiento de imágenes satelitales Sentinel-2, nivel de procesamiento 2A ("*COPERNICUS/S2\_SR\_HARMONIZED*"). Estas imágenes fueron procesadas en la plataforma Google Earth Engine (GEE) (Gorelick et al., 2017). Se realizó la selección de imágenes entre los meses de enero a diciembre de 2022; se aplicó un filtro de nubes y cirros mediante *maskS2clouds* implementado en GEE. Se calcularon índices espectrales como el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) y el Índice de Vegetación Mejorado (EVI) (Tucker, 1979; Huete et al., 2002), y se realizó una clasificación no supervisada con una digitalización manual al final, para identificar áreas verdes y suelos libres en el distrito de Trujillo.

Finalmente, la variable «mercados y restaurantes» se representó espacialmente mediante la digitalización manual de puntos, utilizando imágenes satelitales de Google Earth como base. Luego del trabajo de campo, se realizó una corrección de las coordenadas de los datos recolectados, tanto de las encuestas como de los PCs, y finalmente, se elaboraron los mapas temáticos de PCs y de los factores socioambientales.



**Tabla 2. Técnicas e instrumentos para recopilación de datos de los factores socioambientales**

Factores	Técnica	Instrumentos	Referencia
Nivel de conocimiento ambiental	Encuesta	Cuestionario	(Hernández et al., 2014)
Nivel de imitación de prácticas inadecuadas relacionadas al manejo de residuos sólidos	Encuesta	Cuestionario	(Hernández et al., 2014)
Ubicación de mercados y restaurantes	Digitalización/ vectorización	Productos de imágenes satelitales de Google Terrain	(Recio, 2019)
Ubicación de áreas verdes	NDVI (medio, máximo, desviación estándar) EVI y clasificación no supervisada	Productos de imágenes satelitales Sentinel-2	(Morales et al., 2019)
Ubicación de suelo libre	Clasificación no supervisada	Productos de imágenes satelitales Sentinel-2	(Saucedo, 2023)

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Restaurantes y mercados fueron digitalizados en una sola capa, dado que el SEGAT los considera establecimientos de comercio y los incluye de manera conjunta en sus campañas de sensibilización.

## 2.4 Procesamiento de datos

Se obtuvieron los PCs y las variables socioambientales asociadas; posteriormente, se realizó un análisis de distancia euclidiana e interpolación para los PCs, y se calculó la distancia euclidiana de los residuos orgánicos e inorgánicos no aprovechables y el total acumulado, debido a su predominancia. En cuanto a las variables socioambientales relacionadas con los PCs, se consideraron factores como la ubicación de mercados y restaurantes, áreas verdes y suelos libres. Estas capas (originalmente en formato shapefile) fueron rasterizadas con una resolución de 30 m x 30 m y se aplicó el análisis de distancia euclidiana mediante el módulo “*r.grow.distance*” de GRASS en QGIS (Neteler et al., 2012) (Figuras 6c, 6d, 6e; Figuras 7c, 7d, 7e).

Las variables «nivel de conocimiento ambiental» e «imitación de prácticas inadecuadas» en la disposición de residuos sólidos fueron categorizadas a partir de un cuestionario de ocho preguntas. Las cinco primeras evaluaron el conocimiento ambiental, asignando puntajes de 0 a 5, según el número de respuestas afirmativas, clasificando a los encuestados en niveles bajo, medio y alto. Las preguntas 6, 7 y 8 evaluaron la imitación de prácticas inadecuadas, con puntajes de 0 a 3, categorizando en niveles bajo, medio y alto.

La información se importó a QGIS desde un archivo CSV y se utilizó la interpolación IDW para estimar los valores de conocimiento ambiental e imitación de prácticas inadecuadas en áreas no encuestadas, con una resolución de 30 m x 30 m (Figuras 7a y 7b).

Se realizó un análisis espacial y estadístico utilizando R, donde los archivos ráster de variables ambientales obtenidos en el paso anterior fueron recortados a la extensión del

área de estudio, luego se generaron 5000 puntos aleatorios dentro del área para extraer los valores de cada ráster y combinarlos en una única *data frame*. Para evaluar la normalidad de las variables continuas, se aplicó la prueba de Shapiro & Wilk (1965), mediante la función *shapiro.test()* de R, considerando una distribución normal si el valor *p* fue mayor a 0.05.

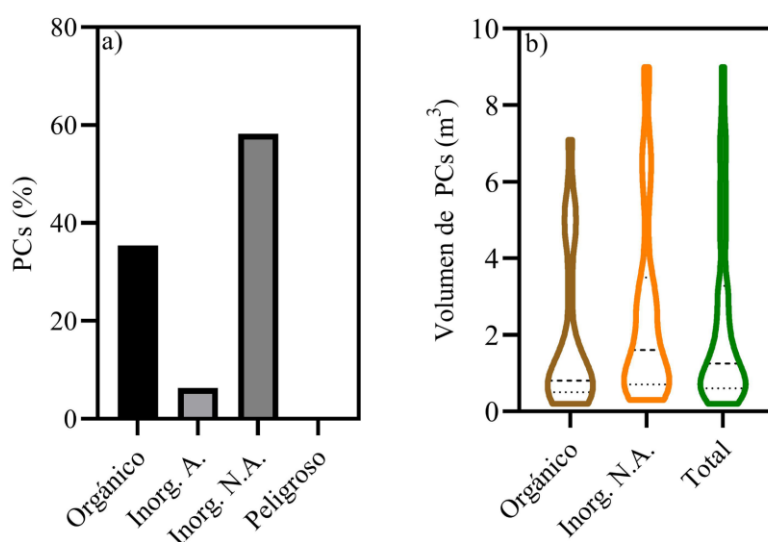
Finalmente, la relación entre los PCs y las variables socioambientales se evaluó utilizando la correlación de Spearman, adecuada para datos no paramétricos. Este enfoque integró datos espaciales y análisis estadísticos, proporcionando una comprensión detallada de las interacciones socioambientales en el área de estudio.

### 3. Resultados

#### 3.1 Caracterización y distribución de residuos sólidos municipales en PCs

La caracterización de los PCs en el distrito de Trujillo reveló que los residuos inorgánicos no aprovechables son los más frecuentes, predominando en el 58.2% de los PCs. Los residuos orgánicos representan el 35.4%, mientras que los residuos inorgánicos aprovechables se encontraron solo en el 6.3%. No se detectaron residuos peligrosos en ningún PC (Figura 2a).

**Figura 2. Distribución basada en tipo de residuo dominante y volumen de los PCs**



Fuente: Elaboración propia.

Nota: En a) se muestra la representación porcentual de PCs según su clasificación: Orgánico, Inorgánico Aprovechable (Inorg. A.), Inorgánico No Aprovechable (Inorg. N.A.) y peligroso. En b) se presenta un gráfico de violín que indica la distribución de los valores del volumen en  $m^3$  de PCs en tres categorías (Orgánicos, Inorg. N.A. y total de los dos.), las líneas punteadas indican las medianas de cada categoría.



La Figura 2b muestra la distribución de volúmenes ( $m^3$ ) de residuos sólidos en los PCs, diferenciando entre residuos orgánicos e inorgánicos no aprovechables. La mayoría de los PCs presenta volúmenes entre 0 y 2  $m^3$  (Figura 3a, 3b), como se observa en la amplitud de los gráficos de violín. Sin embargo, hay una dispersión considerable, con volúmenes máximos de 9  $m^3$  para los residuos inorgánicos no aprovechables y 7  $m^3$  para los orgánicos (Figura 3c).

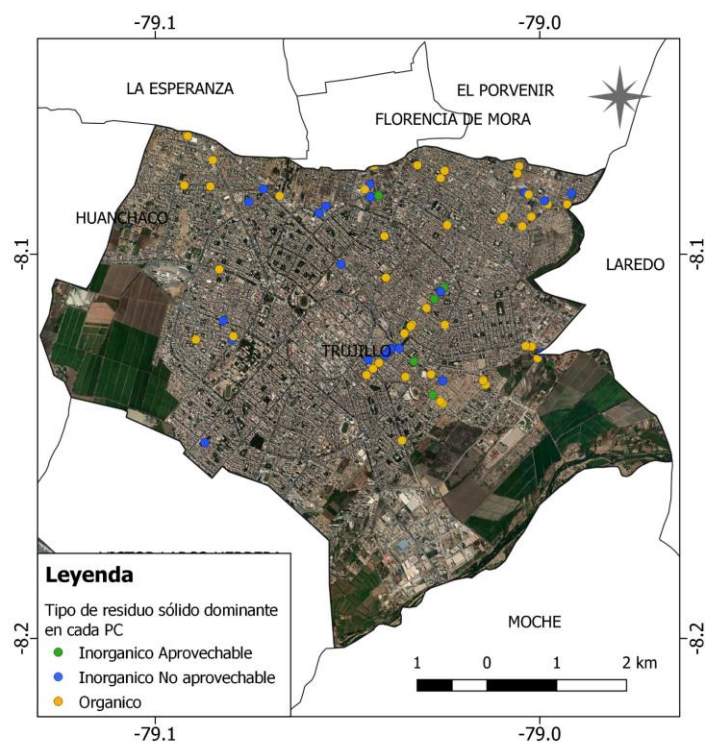
**Figura 3. Variabilidad de volúmenes de PCs de acumulación de residuos sólidos**



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Fotografías tomadas con el aplicativo móvil Timestamp Camera Free versión 4.5 (OEFA, 2019). Fotografías de residuos sólidos en tres PCs con diferentes volúmenes: a) Volumen mínimo de 0.2  $m^3$  en la Av. Antenor Orrego con calle Amdestand (oeste de Trujillo); b) Volumen medio de 1.3  $m^3$  en la calle 27 de setiembre, cerca de Florencia de Mora (norte de Trujillo); c) Volumen máximo de 9.0  $m^3$  en el sector Covicorti (suroeste de Trujillo).

Figura 4 muestra la distribución espacial de los tipos de residuos sólidos en los PCs del distrito de Trujillo, donde se observa que la zona este concentra la mayor cantidad de PCs, predominando los residuos orgánicos e inorgánicos no aprovechables. Además, en la zona central se localizan PCs con presencia de los tres tipos de residuos, lo que indica una mezcla de fuentes y tipos de acumulación. Los residuos orgánicos predominan en sectores específicos del este, como Vista Bella-Singapur-Chicago, Palermo Sur, Santa Teresa de Ávila, Mochica-San Fernando, Mochica Alta y Huerta Grande-Barrio por el Ex Camal Municipal. También se observan acumulaciones en algunas áreas del noreste, como La Rinconada; en el oeste, como El Alambre-AA. HH. 20 de Abril y Las Capullanas-Trupal; y en el suroeste, como La Alameda de San Andrés-Los Rosales.

**Figura 4. Mapa de distribución de los PCs por el tipo de residuo dominante**

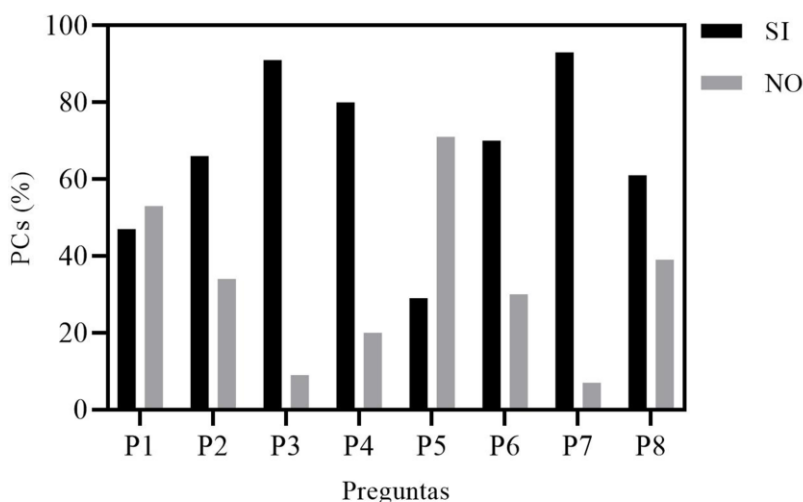
Fuente: Elaboración propia.

Los residuos inorgánicos no aprovechables se concentran en el este, en los sectores de la Portada de Moche, Santa María, San Vicente, El Bosque Semirústica-Mampuesto, Villa del Contador. También se observa en el noreste, por los sectores de La Intendencia, El Molino, Daniel Hoyle, Pesqueda-San Francisco de Asís, Chimú, Huerta Bella, así como en el noroeste, por San Isidro, San Luis, Semirústica Mampuesto, La Esmeralda-Virgen de la Puerta-Alto San Isidro, y por el oeste en San Salvador, Santa Inés, El Cortijo. Finalmente, los residuos inorgánicos aprovechables se distribuyen principalmente en el este y en algunos puntos dispersos del norte (Figura 4).

### 3.2 Factores socioambientales de los PCs de acumulación de residuos sólidos

En cuanto a los factores socioeconómicos asociados a los PCs, se analizan los resultados del cuestionario sobre las variables de nivel de conocimiento ambiental y la imitación de prácticas inadecuadas en el manejo de residuos sólidos (Figura 5).

**Figura 5. Respuestas del cuestionario sobre conocimiento ambiental y nivel de imitación de prácticas inadecuadas en el manejo de residuos sólidos**

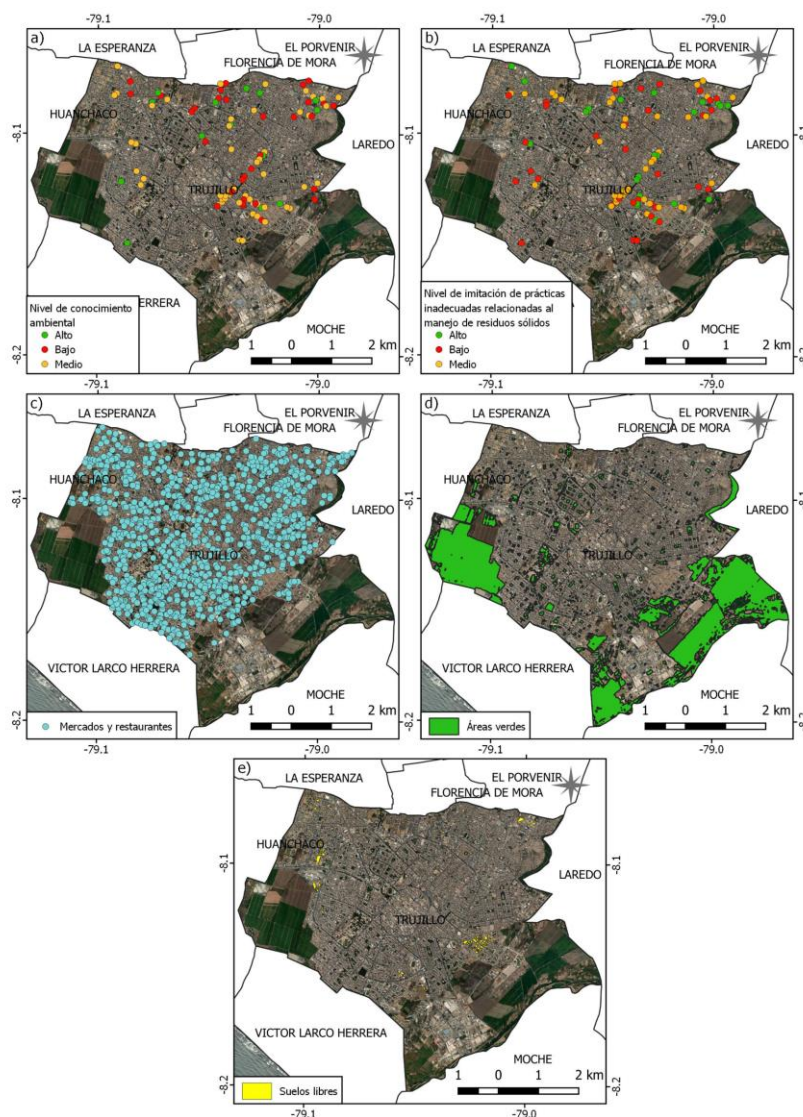


Fuente: Elaboración propia.

Nota: (P1) = ¿Ha escuchado o participado en algún programa educativo ambiental? (P2) = ¿Usted sigue en redes sociales alguna institución que trabaje temas ambientales, SEGAT o MINAM? (P3) = ¿Usted conoce las ventajas de tener un ambiente limpio? (P4) = ¿Usted conoce las consecuencias negativas de la acumulación de basura en la vía pública? (P5) = ¿Conoce usted lo que significa «segregación en la fuente»? (P6) = ¿Conoce usted el horario de recolección de basura en su sector? (P7) = ¿Existe en su zona algún punto de acumulación de bolsas de basura? (P8) = ¿Usted utiliza o ha utilizado algún punto crítico para colocar su basura?

Los resultados del cuestionario revelan que el 53% de los vecinos ha participado en programas educativos ambientales (P1), mientras que el 66% sigue a instituciones ambientales en redes sociales (P2). La gran mayoría, el 91%, está consciente de los beneficios de un ambiente limpio (P3) y el 80% reconoce las consecuencias negativas de la acumulación de basura en la vía pública (P4); sin embargo, solo el 29% conoce el término «segregación en la fuente» (P5), lo que evidencia la necesidad de mayor educación en este ámbito. Respecto al conocimiento sobre los horarios de recolección de basura, el 70% está informado (P6); además, el 93% confirma la presencia de PCs en su zona (P7). En cuanto al uso de los PCs (P8), el 61% de los vecinos los utiliza de manera regular, mientras que el 39% indicó que rara vez o nunca han depositado su basura en algún punto crítico.

También se analizaron los resultados de la distribución espacial de los factores socioambientales vinculados a estos PCs, donde las Figuras 6 y 7 muestran esta distribución.

**Figura 6. Factores socioambientales asociados a los PCs en el distrito de Trujillo**

Fuente: Elaboración propia.

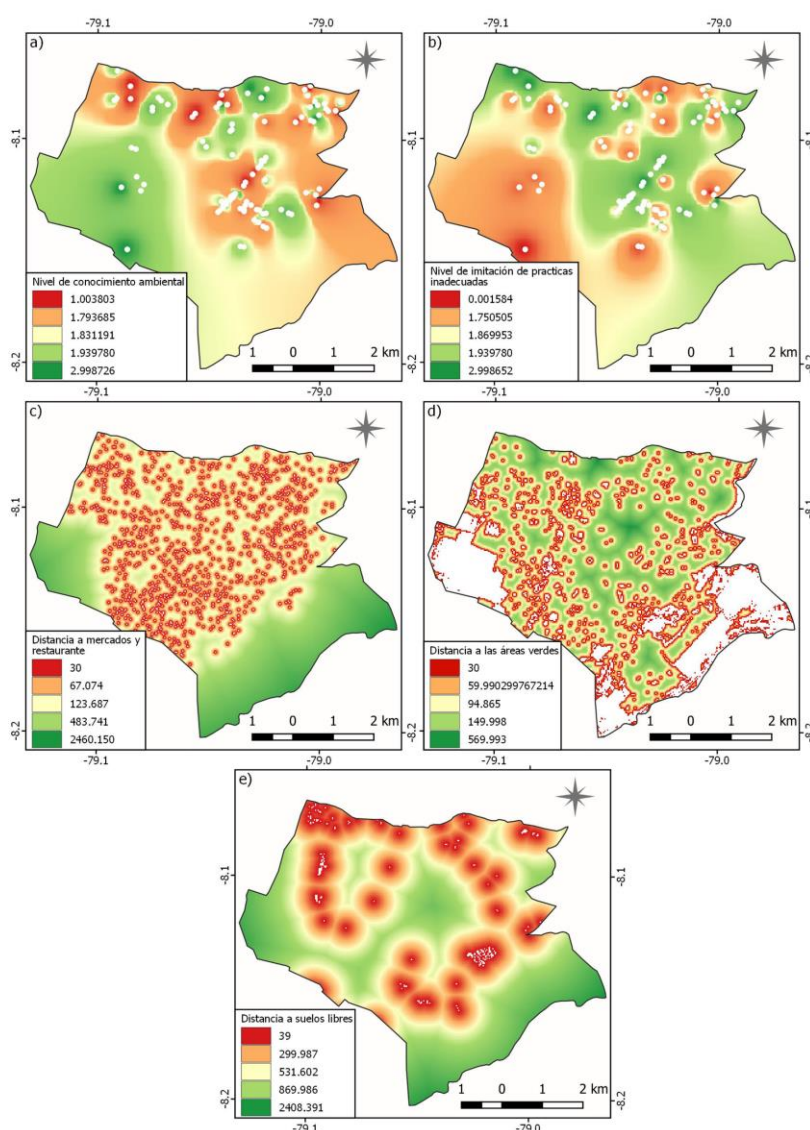
Nota: Mapa del distrito de Trujillo mostrando la distribución espacial de los factores socioambientales. a) Nivel de conocimiento ambiental de la población: bajo (puntaje 1-2), medio (puntaje 3-4) y alto (puntaje 5). b) Nivel de imitación de prácticas inadecuadas en el manejo de residuos sólidos: bajo (puntaje 1), medio (puntaje 2) y alto (puntaje 3). c) Localización de mercados y restaurantes. d) Distribución de áreas verdes. e) Ubicación de suelos libres. En los apartados a) y b), las categorías se basan en los puntajes obtenidos a partir de la encuesta aplicada a la población.

El nivel de conocimiento ambiental (Figura 7a) varía significativamente a lo largo del distrito, con tres categorías. Las zonas con menor conocimiento (marcadas en rojo) se concentran en el centro, este, noreste y noroeste, coincidiendo con áreas críticas de acumulación de residuos sólidos. Sin embargo, dentro de estas mismas áreas también se observan sectores con altos niveles de conocimiento (marcados en verde), especialmente en el oeste del distrito (Figura 7a). El nivel de adopción de prácticas inadecuadas (Figura 7b) es más alto en el centro-oeste de Trujillo y más bajo en el oeste, donde los niveles de conocimiento ambiental son mayores (Figura 7a). Estas prácticas, principalmente en



áreas residenciales y comerciales, incrementan la acumulación de residuos. La actividad comercial, que incluye la ubicación de mercados y restaurantes (Figura 6c, 7c), está distribuida por todo el distrito, excepto en el sureste y suroeste, generando mayores volúmenes de residuos sólidos, especialmente orgánicos, en las áreas con PCs. Las áreas verdes (Figura 6d, 7d) están dispersas por todo Trujillo, con mayor concentración en el sur y suroeste, ocupando superficies de hasta 2 km<sup>2</sup>, principalmente en terrenos privados. Finalmente, las áreas de suelo libre (Figura 6e, 7e) se ubican mayoritariamente en el centro, noreste y noroeste, y con frecuencia son usadas como sitios de acumulación de residuos sólidos, lo que contribuye a la formación de PCs en esas zonas.

**Figura 7. Espacialización mediante interpolación de los factores socioambientales asociados a los PCs en el distrito de Trujillo**

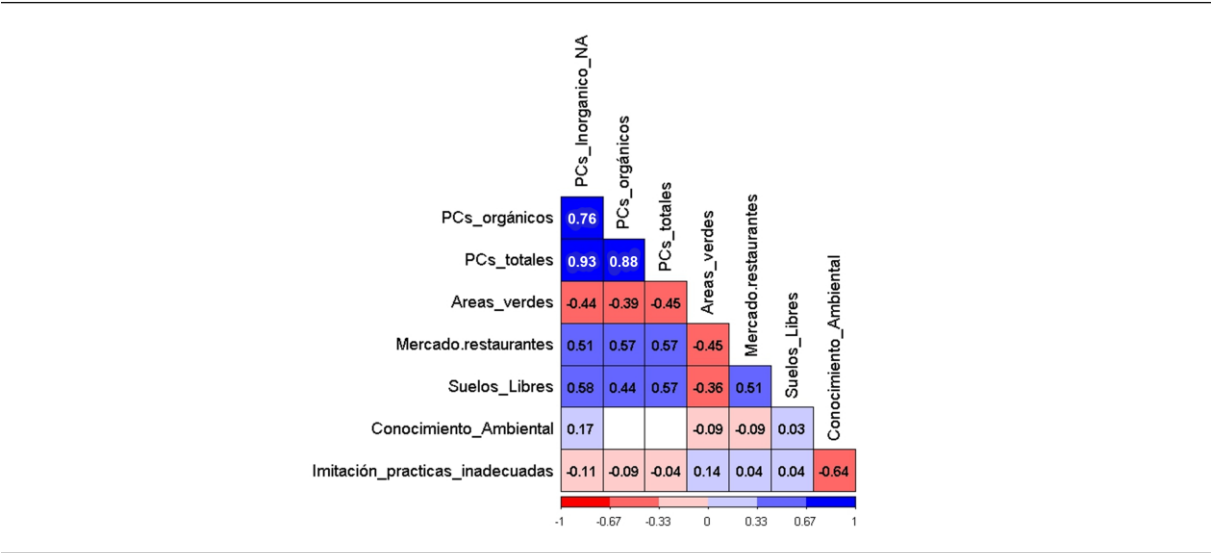


Fuente: Elaboración propia.

Nota: Mapa temático del distrito de Trujillo, mostrando la espacialización de los factores socioambientales: a) y b) muestran la ubicación espacial del nivel de educación ambiental y nivel de imitación de prácticas inadecuadas respecto al manejo de residuos sólidos, respectivamente. En c), d) y e) se muestra la espacialización de distancias euclidianas (en metros) de mercados y restaurantes, áreas verdes, y suelos libres, respectivamente.

La Figura 8 presenta el análisis de correlación de factores socioambientales asociados a los PCs. Se encontró una alta correlación entre los PCs de residuos orgánicos y los de residuos inorgánicos no aprovechables (0.76). Además, los PCs totales mostraron una correlación fuerte con los PCs de residuos orgánicos (0.88) e inorgánicos no aprovechables (0.93). La presencia de mercados y restaurantes está positivamente correlacionada con la generación de PCs de residuos inorgánicos no aprovechables (0.51), orgánicos (0.57) y totales (0.57). Asimismo, los suelos libres presentan una alta correlación con los PCs inorgánicos no aprovechables (0.58), orgánicos (0.44) y totales (0.57), y también están correlacionados con la ubicación de mercados y restaurantes (0.51), lo que sugiere que las áreas de comercio (restaurantes y mercados) cercanas a terrenos desocupados tienden a generar más residuos sólidos.

**Figura 8. Análisis de correlación de variables socioambientales asociado a los PCs en el distrito de Trujillo**



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Análisis de correlación de variables socioambientales asociado a los PCs en el distrito de Trujillo. Las variables consideradas incluyen: nivel de conocimiento ambiental de la población (Conocimiento\_ambiental), imitación de prácticas inadecuadas en el manejo de residuos (Imitación\_prácticas\_inadecuadas), localización de mercados y restaurantes (Mercado\_restaurantes), distribución de áreas verdes (Áreas\_verdes) y presencia de suelos libres (Suelos\_libres). La intensidad del color indica la magnitud y dirección de la correlación: azul para correlaciones positivas y rojo para negativas. Las celdas vacías representan correlaciones no significativas.

Por otro lado, la correlación entre conocimiento ambiental y la generación de PCs de residuos sólidos inorgánicos no aprovechables (0.17) y suelos libres (0.03) fue baja, lo que indica un impacto mínimo en la acumulación de residuos sólidos. Asimismo, la correlación entre la imitación de prácticas inadecuadas y áreas verdes (0.14), mercados y restaurantes (0.04), suelos libres (0.04), también fue baja. En contraste, la presencia de áreas verdes reduce significativamente la formación de PCs de residuos inorgánicos no aprovechables (-0.44), orgánicos (-0.39) y totales (-0.45).



Además, las áreas verdes tienen una relación negativa con la presencia de mercados y restaurantes (-0.45) y con los suelos libres (-0.36); la correlación entre conocimiento ambiental y áreas verdes (-0.09) y mercados y restaurantes (0.09) es baja. La correlación de prácticas inadecuadas y la generación de PCs de residuos inorgánicos no aprovechables (-0.11), orgánicos (-0.09) y totales (-0.04) tampoco es alta. Finalmente, se observó una fuerte correlación negativa entre la imitación de prácticas inadecuadas y el nivel de conocimiento ambiental (-0.64), lo que sugiere que un mayor nivel de conciencia ambiental puede reducir la adopción de prácticas inadecuadas en el manejo de residuos sólidos.

#### 4. Discusión

En este estudio se observó que el 58.2% de los residuos en los PCs corresponde a inorgánicos no aprovechables, el 35.4% a orgánicos y solo el 6.3% a inorgánicos aprovechables. Estos resultados difieren de la caracterización general de residuos sólidos en Trujillo, donde el 70.6% es materia orgánica y el 6% no aprovechable (Valiente et al., 2023). Esta discrepancia se debe a que el presente análisis se centró únicamente en los PCs, lo que resalta la necesidad de reducir los residuos desde la fuente y mejorar su almacenamiento temporal.

La alta proporción de residuos inorgánicos no aprovechables en los PCs refleja deficiencias en el sistema de disposición temporal, lo que plantea retos para la gestión adecuada de estos residuos. Este patrón también ha sido documentado en otras ciudades del norte del Perú, como Lambayeque (Teque, 2021).

En cuanto al volumen, la mayoría de los PCs presenta acumulaciones entre 0 y 2 m<sup>3</sup>, aunque algunos alcanzan hasta 9 m<sup>3</sup> de residuos inorgánicos no aprovechables y 7 m<sup>3</sup> de residuos orgánicos. Esta variabilidad sugiere la necesidad de estrategias diferenciadas de monitoreo e intervención, especialmente en zonas con mayores volúmenes (SEGAT, 2023). Además, el análisis cuantitativo del volumen acumulado puede mejorar el diseño de sistemas de vigilancia, complementando las evaluaciones cualitativas tradicionales (Villalobos et al., 2020).

Espacialmente, los PCs se concentran en las zonas este y noreste de Trujillo, coincidiendo con sectores de alta densidad poblacional y actividad comercial, como los mercados «Hermelinda» y «Ex-Mayorista» (MPT, 2024; INEI, 2018). Además, la presencia simultánea de distintos tipos de residuos sólidos en el centro y norte del distrito refleja la heterogeneidad en la disposición de residuos en los PCs, lo que subraya la necesidad de enfoques multiobjetivos para su gestión.

El análisis de correlación evidenció una fuerte relación entre la ubicación de mercados y restaurantes y la generación de PCs, en particular de residuos inorgánicos no aprovechables (0.51) y orgánicos (0.57). Estos resultados coinciden con investigaciones previas que vinculan la actividad comercial con mayores volúmenes de residuos sólidos

(Campos & Soto, 2014; Herrera et al., 2016; Soto & Huamán, 2022), lo que indica la necesidad de planes específicos de manejo para estas zonas.

Asimismo, se encontró una alta correlación entre la presencia de suelos libres y la localización de PCs (0.57), lo que sugiere que estos terrenos, al carecer de control y vigilancia, funcionan como sitios de disposición informal (SEGAT, 2023). Este hallazgo coincide con lo planteado por Dos Santos et al. (2023), quienes advierten que los terrenos vacíos en zonas urbanas representan un riesgo para la salud pública y ambiental, ya que su abandono facilita el depósito temporal de residuos y la proliferación de vectores de enfermedades.

El nivel de conocimiento ambiental actúa como un factor protector, evidenciado por una correlación negativa significativa con la imitación de prácticas inadecuadas en la disposición de residuos sólidos (-0.64) (Figura 8). Aumentar este conocimiento podría reducir las prácticas incorrectas de disposición de residuos sólidos, contribuyendo a mitigar la generación de PCs. Hallazgos similares fueron reportados por Chicaiza (2019) en Quito y Avalos y Clemente (2023) en Lima. Además, Armijo et al. (2012) señalan que las campañas sobre buenas prácticas de residuos pueden mejorar significativamente el conocimiento y manejo adecuado de los residuos sólidos.

Finalmente, las áreas verdes mostraron un efecto positivo en la reducción de la acumulación de residuos sólidos, con una correlación negativa en los PCs de residuos inorgánicos no aprovechables (-0.44) y orgánicos (-0.39). Esto indica que estos espacios, además de mejorar la calidad de vida, actúan como barreras frente a la formación de PCs. Quispe et al. (2019) respaldan este hallazgo al señalar que las áreas verdes favorecen la recuperación de espacios públicos y mitigan problemas ambientales urbanos como el almacenamiento temporal de residuos.

Este estudio destaca la relevancia de los factores socioambientales en la gestión de residuos sólidos en Trujillo; además, se recomienda reforzar la educación ambiental, promover la reutilización de residuos inorgánicos no aprovechables e implementar regulaciones sobre el uso de suelos libres para evitar su conversión en PCs. La combinación de estas acciones contribuiría a una gestión más eficiente y a la reducción de PCs en el distrito.

## 5. Conclusiones

Los residuos inorgánicos no aprovechables constituyen el 58.2% de los PCs en el distrito de Trujillo, lo que resalta la necesidad de mejorar las estrategias de reciclaje y manejo de estos residuos, que son los más frecuentes en la ciudad.

La actividad comercial, particularmente la presencia de mercados y restaurantes, está estrechamente vinculada con la formación de PCs de residuos orgánicos e inorgánicos. Además, los suelos libres, utilizados como depósitos de residuos sólidos, son áreas clave

que contribuyen a la acumulación de basura, lo que sugiere la necesidad de regulaciones en estos espacios.

El nivel de conocimiento ambiental de la población tiene un papel crucial en la reducción de prácticas inadecuadas de manejo de residuos sólidos. La relación inversa observada entre la imitación de prácticas inadecuadas y el conocimiento ambiental destaca la importancia de fortalecer la educación ambiental como estrategia para disminuir la acumulación de residuos sólidos.

El hallazgo de que la presencia de áreas verdes se asocia con una disminución significativa de los PCs, y sugiere que la conservación y expansión de estos espacios podría ser una medida eficaz para reducir la generación de residuos temporarios en zonas urbanas, contribuyendo al mejoramiento ambiental del distrito.

## Referencias

- Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos [EPA] (2020). *Mejores prácticas para la gestión de los residuos sólidos: Una Guía para los responsables de la toma de decisiones en los países en vías de desarrollo*. [https://www.epa.gov/sites/default/files/2021-02/documents/swm\\_guide-spanishreducedfilesize\\_pubnumber\\_october.pdf](https://www.epa.gov/sites/default/files/2021-02/documents/swm_guide-spanishreducedfilesize_pubnumber_october.pdf)
- Armijo, C.; Puma, C. A. & Ojeda B. S. (2012). El conocimiento de los habitantes de una ciudad mexicana sobre el problema de la basura. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 28, 29-37. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992012000500005&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992012000500005&script=sci_arttext)
- Avalos, N. B. & Clemente, D. V. (2023). *Estudio evaluativo de sectores potenciales de acumulación de residuos sólidos utilizando redes neuronales en el distrito de Carabayllo-Lima, 2023* [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica del Perú]. <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/7489>
- Ayleru, O.; Okonta, F. & Ntuli, F. (2018). Generación y caracterización de residuos sólidos municipales en la ciudad de Johannesburgo: un camino para la implementación de cero residuos. *Waste Management*, 79, 87-97. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.07.026>
- Campos R. & Soto S. (2014). Estudio de generación y composición de residuos sólidos en el cantón de Guácimo, Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 27(3), 122-135. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v27n3/a12v27n3.pdf>
- Chavez, D. & Tesen, M. (2022). *Puntos críticos de Residuos Sólidos y sus efectos en la salud pública en la zona urbana del distrito de Pucará, Jaén* [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero, carrera profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, Universidad Nacional de Jaén]. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/464>
- Chicaiza, J. A. (2019). *Estudio del impacto de la educación ambiental en la gestión de residuos sólidos domiciliarios en un barrio del sur de Quito* [Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniera Ambiental, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20346>
- Cruz, J., & Del Águila, B. (2020). Influencia de los factores socioculturales en el manejo de los residuos sólidos municipales en la ciudad de Requena, Loreto (Perú). *Ciencia Amazónica (Iquitos)*, 8(1), 111-122. <https://doi.org/10.22386/ca.v8i1.284>
- Dos Santos E.; Magalhães L. & Silva, C. (2023). Impactos ambientais provenientes de terrenos baldios em um bairro da cidade de Senhor do Bonfim-BA. *Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente*, 4(3), 1-15. <http://dx.doi.org/10.51189/coneamb2023/29233>

- Guerra Blas, D. P. (2024). *Puntos críticos por acumulación de residuos sólidos y los factores sociales, ambientales y culturales en el distrito de Trujillo, 2023* [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental, Facultad de Ingeniería Química, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional de Trujillo]. <https://hdl.handle.net/20.500.14414/20987>
- Gorelick, N.; Hancher, M.; Dixon, M.; Ilyushchenko, S.; Thau, D. & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: análisis geoespacial a escala planetaria para todos. *Remote Sensing of Environment*, 202, 18-27. <https://doi.org/10.1016/J.RSE.2017.06.031>
- Herrera M. J.; Rojas J. F. & Anchía D. (2016). Tasas de generación y caracterización de residuos sólidos ordinarios en cuatro municipios del área metropolitana de Costa Rica. *Revista Geográfica de América Central*, 57, 235-260. <https://doi.org/10.15359/rgac.57-2.9>
- Hernández, R.; Fernández, C. & Baptista, M. (2014). Metodología de la Investigación (Vol. 6). <https://www.esup.edu.pe/wpcontent/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20BaptistaMetodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Huete, A. R., Didan, K.; Miura, T.; Rodriguez, E. P.; Gao, X. & Ferreira, L. G. (2002). Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. *Remote Sensing of Environment*, 83(1-2), 195-213. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(02\)00096-2](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(02)00096-2)
- Instituto Nacional de Calidad [INACAL] (2019). *Norma Técnica Peruana 900.058:2019: Código de colores para el almacenamiento de RRSS*. <https://www.inacal.gob.pe/ntp900.058-2019.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI] (2018). Censos Nacionales 2017: XII de población y VII de vivienda: Crecimiento y distribución de la población. [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1530/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1530/libro.pdf)
- Izquierdo, L.; Kahhat, R. & Vázquez, I. (2022). Revisión de la influencia de variables socioculturales, ambientales y económicas para pronosticar la generación de residuos sólidos urbanos (RSU). *Sustainable Production and Consumption*, 33, 809-819. <https://doi.org/10.1016/J.SPC.2022.08.008>
- Kaza, S.; Yao, L.; Bhada-Tata, P. & Van Woerden, F. (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. <http://hdl.handle.net/10986/30317>
- Lukacs, S. (2023). La crisis de gestión de residuos en Trujillo: Un llamado de atención hacia la acción | Conexión ESAN. <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/la-crisis-de-gestion-de-residuos-en-trujillo-un-llamado-de-atencion-hacia-la-accion>
- McAllister, J. (2015). *Factors influencing solid-waste management in the developing world*. <https://digitalcommons.usu.edu/gradreports/528/>
- Ministerio del Ambiente [MINAM] (2017). *Decreto Supremo 014-2017-MINAM*. <https://www.minam.gob.pe/decreto014-2017.pdf>
- Minelgaité, A. & Liobikienė, G. (2019). El problema del comportamiento de no clasificación de residuos, comparación de clasificadores y no clasificadores de residuos en la Unión Europea: análisis transcultural. *Science of The Total Environment*, 672, 174-182. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2019.03.342>
- Morales, P. (2013). El Análisis Factorial en la construcción e interpretación de tests, escalas y cuestionarios. Madrid: Universidad Pontificia Comillas, 80. [https://www.researchgate.net/publication/242666956\\_El\\_Analisis\\_Factorial\\_en\\_la\\_construccion\\_e\\_interpretacion\\_de\\_tests\\_escalas\\_y\\_cuestionarios](https://www.researchgate.net/publication/242666956_El_Analisis_Factorial_en_la_construccion_e_interpretacion_de_tests_escalas_y_cuestionarios)
- Morales, V.; Castillo, M.; Piedra, L. & Foster, L. (2019). *Uso de SIG como herramienta para el levantamiento de información de las áreas verdes urbanas, en dos distritos de Costa Rica*. Gestión Ambiental Territorial y Arquitectura Sustentable. [https://www.researchgate.net/publication/336274207\\_Uso\\_de\\_los\\_SIG\\_como\\_herramienta\\_para\\_el\\_levantamiento\\_de\\_informacion\\_de\\_las\\_areas\\_verdes\\_urbanas\\_en\\_dos\\_distritos\\_de\\_Costa\\_Rica](https://www.researchgate.net/publication/336274207_Uso_de_los_SIG_como_herramienta_para_el_levantamiento_de_informacion_de_las_areas_verdes_urbanas_en_dos_distritos_de_Costa_Rica)
- Municipalidad Provincial de Trujillo [MPT] (2017). *Plan de prevención y reducción del riesgo de desastres de la provincia de Trujillo*. [http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca/6188\\_plan-de-prevencion-y-reduccion-del-riesgo-de-desastres-de-la-provincia-de-trujillo.pdf](http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca/6188_plan-de-prevencion-y-reduccion-del-riesgo-de-desastres-de-la-provincia-de-trujillo.pdf)
- Municipalidad Provincial de Trujillo (2023). *Proyecto de Plan de Desarrollo Territorial. Municipalidad Provincial de Trujillo*. <https://munitrujillo.gob.pe/plandet/proyecto.php?id=2>

- Municipalidad Provincial de Trujillo (2024) *Superintendencia de Administración de Infraestructura de Mercados de Trujillo [SAIMT], Mercados*. <https://www.saimt.gob.pe/institucional/424-Mercados>
- Neteler, M.; Bowman, M. H.; Landa, M. & Metz, M. (2012). GRASS GIS: A multi-purpose open source GIS. *Environmental Modelling & Software*, 31, 12-130. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2011.11.014>
- Novoa, N. & Tamay, K. (2022). *Valoración económica ambiental del servicio recreativo Del Balneario de Puerto Malabrigo*, 2022. <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/18448/Novoa%20Vega%20y%20Tamay%20Lopez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2019). La fiscalización Ambiental en los Residuos Sólidos. <https://www.oefa.gob.pe/reporta-residuos-acumulacion-de-residuos-solidos-en-las-calles/>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD]. (2019). *El Reto de la Igualdad: Una lectura de las dinámicas territoriales en Perú*. [www.pnud.org.pe](http://www.pnud.org.pe)
- Pohl, A.; Wong, T.; Franc, A.; Sepulchre, P. & Scotese, C. (2022). Conjunto de datos de clima continental fanerozoico y clases climáticas de Köppen-Geiger. *Data in Brief*, 43, 108424. <https://doi.org/10.1016/J.DIB.2022.108424>
- Quispe, J.; Mamani, M.; Cano, D. & Tuesta, Y. (2019). Valoración económica de áreas verdes urbanas de uso público en el centro histórico de la ciudad de Puno, 2019. *Revista Ciencia, Tecnología e Innovación*, 17(19). [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2225-87872019000100007](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2225-87872019000100007)
- Recio, A. F. (2019). Procedimiento para la actualización del catastro minero utilizando las imágenes satelitales y la tableta electrónica. *HOLOS*, 4, 1-17. <https://doi.org/10.15628/HOLOS.2019.7344>
- Salas, R.; Goñas, H. & Sanchez, E. (2018). Factores que influyen en el manejo de los residuos sólidos municipales, Pomacochas Amazonas. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 2(1), 36. <https://doi.org/10.25127/aps.20181.382>
- Sánchez, M. del P.; Cruz, J. G. & Maldonado, P. (2020). Gestión de residuos sólidos urbanos en América Latina: un análisis desde la perspectiva de la generación. *Revista Finanzas y Política Económica*, 11(2), 321-336. <https://doi.org/10.14718/REVFINANZPOLITECON.2019.11.2.6>
- Saucedo, L. (2023). *Análisis de deforestación del distrito Huabal, Región Cajamarca, durante el periodo 2005-2020 y su proyección al año 2050 con teledetección* [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Forestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5608>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI] (2022). Pronóstico detallado: La Libertad. SENAMHI. <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=la-libertad&p=pronostico-detalle>
- Servicio de Gestión Ambiental de Trujillo [SEGAT] (2016). *Manual de Organización y Funciones*. [http://segat.gob.pe/admin/files/mof/20210715073730\\_MOF%20SEGAT%202016.pdf](http://segat.gob.pe/admin/files/mof/20210715073730_MOF%20SEGAT%202016.pdf)
- Servicio de Gestión Ambiental de Trujillo (2023). *Plan anual de puntos críticos recuperados, erradicados y potenciales prevenidos, de acumulación de residuos sólidos municipales en el distrito de Trujillo*. Subgerencia de Calidad Ambiental y Proyectos. Trujillo, Perú.
- Shah, A.; Srivastava, V.; Mohanty, S. & Varjani, S. (2021). Los residuos sólidos municipales como recurso sostenible para la producción de energía: revisión del estado del arte. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(4). <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.105717>
- Shapiro, S. S. & Wilk, M. B. (1965). *An analysis of variance test for normality (complete samples)*. *Biometrika*, 52(3/4), 591-611. <https://doi.org/10.2307/2333709>
- Soto C. P., & Huamán C. E. (2022). *Propuesta de un Plan de Manejo de Residuos Sólidos en el mercado 13 de enero del distrito José Luis Bustamante y Rivero en la provincia de Arequipa*, 2021. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/12510>
- Tassie, K. (2018). Conducta de generación y gestión de residuos sólidos domésticos en el caso de la ciudad de Bahir Dar, Estado Regional Nacional de Amhara, Etiopía. *Cogent Environmental Science*, 4(1). <https://doi.org/10.1080/23311843.2018.1471025>



Teque C. R. (2021). *Diagnóstico y caracterización de los residuos de construcción y demolición (RCD) generados en el distrito de San José-Lambayeque-2020* [Tesis de licenciatura, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil Ambiental, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. <https://orcid.org/0000-0002-3653-1394>

Tucker, C. J. (1979). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*, 8(2), 127-150. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(79\)90013-0](https://doi.org/10.1016/0034-4257(79)90013-0)

Valiente, Y. M.; Diaz V. F. A.; Rojas V. W. & González G. G. (2023). Gestión de residuos sólidos municipales en el distrito de Trujillo, Perú. *Revista Venezolana de Gerencia*, 28 (Edición Especial 10), 1527-1540. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.28.e10.40>

Vera, J., Oindo, B., & Bosire, E. (2017). Modelización de la generación de residuos sólidos domésticos en Urban Estates utilizando datos socioeconómicos y demográficos, ciudad de Kisumu, Kenia. *Scholars Journal of Arts, Humanities and Social Sciences*, 5(5), 468-477. <https://doi.org/10.21276/sjahss>

Villalobos Z. R., Tenorio J. D., & Buleje J. (2020). Evaluación del riesgo producido por puntos críticos de residuos sólidos en el distrito de Comas utilizando el método Grey Clustering. ResearchGate. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27302.68161>

#### **Declaración de posibles conflictos de intereses**

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

#### **Rol en la investigación según la clasificación (CRediT):**

- **Deysi Paola Guerra Blas**  
Conceptualización, conservación de datos, investigación, administración de proyectos, validación, visualización, redacción-borrador original.
- **Juan Carlos Guerra Blas**  
Conceptualización, análisis formal, metodología, administración del proyecto, validación, visualización, redacción-borrador original, revisión y edición.
- **Malena Vanessa Grados Vásquez**  
Administración del proyecto, validación, redacción-revisión y edición.
- **Laura Isabel Gutiérrez Escarcena**  
Administración del proyecto, supervisión.

#### **Deysi Paola Guerra Blas**

Ingeniera ambiental formada en la Universidad Nacional de Trujillo (UNT) en Perú. Capacitada en teledetección y Sistemas de Información Geográfica (SIG) para el análisis territorial, por la Universidad de Buenos Aires (UBA). Como investigadora independiente, ha centrado su trabajo en el análisis de datos espaciales aplicados a la gestión ambiental y la conservación de recursos naturales. Actualmente, cursa una maestría en el Instituto de Astronomía, Geofísica y Ciencias Atmosféricas de la Universidad de São Paulo (Brasil).

**Correo:** dguerrab@unitru.edu.pe

#### **Juan Carlos Guerra Blas**

Magíster en Teledetección por la Universidad Federal de Rio Grande do Sul (Brasil) y especialista en Teledetección aplicada a Recursos Naturales por la Universidad de Buenos Aires (UBA). Biólogo formado en la Universidad Nacional de Trujillo (Perú), actualmente cursa el doctorado en el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE, Brasil).

**Correo:** juan.carlos@inpe.br



**Malena Vanessa Grados Vásquez**

Magister en Enfermedades Tropicales e Infecciosas por la Universidad del Estado de Amazonas, Brasil. Actualmente, cursa el doctorado en Bioquímica e Inmunología en la Universidad Federal de Minas Gerais, Brasil. Bióloga con experiencia en el uso de sistemas de información geográfica (SIG) y análisis de datos en salud. Con experiencia en el análisis molecular de enfermedades infecciosas de interés para la salud pública.

**Correo:** mgradosvasquez@gmail.com

**Laura Isabel Gutiérrez Escarcena**

Doctora en Ingeniería Química Ambiental y título profesional de Ingeniero Químico por la Universidad Nacional de Trujillo, Perú (UNT). Con experiencia docente en la Escuela de Ingeniería Ambiental de la misma universidad.

**Correo:** lgutierreze@unitru.edu.pe

**Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente.**

N° 16 julio – diciembre 2025. E-ISSN: 2709 – 3689

---

**Cómo citar:** Guerra-Blas, D. P., Guerra Blas, J. C., Grados Vásquez, M. V., & Gutiérrez Escarcena, L. I. Los factores socioambientales y la generación de puntos críticos de acumulación de residuos sólidos en el distrito de Trujillo, Perú (2023). *Revista Kawsaypacha: Sociedad Y Medio Ambiente*, (16). <https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202502.D009>

---