

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

**Escuela de Posgrado**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN GESTIÓN  
AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

**HUELLA ECOLÓGICA DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LOS  
DISTRITOS URBANOS DE LA PROVINCIA  
DE TACNA**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**KAREN BRENDA MAQUERA LOZA**

**Para optar el Grado Académico de:**

**MAESTRO EN CIENCIAS (*MAGISTER SCIENTIAE*) CON MENCIÓN EN  
GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

**TACNA – PERÚ**

**2025**

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

**Escuela De Posgrado**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL Y  
DESARROLLO SOSTENIBLE**

**HUELLA ECOLOGICA DE RESIDUOS SOLIDOS DE LOS DISTRITOS URBANOS DE  
LA PROVINCIA DE TACNA**

Tesis sustentada y aprobada el 21 agosto del 2025; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE

:  .....

Dr. Nataniel Mario Linares Gutiérrez

SECRETARIO

:  .....

Dr. Daladier Miguel Castillo Cotrina.

MIEMBRO

:  .....

Msc. José Oswaldo Cazorla Galdós.

ASESOR

:  .....

Msc. José Oswaldo Cazorla Galdós.

**CERTIFICADO DE SIMILITUD**

Yo, M.sc. JOSE OSWALDO CAZORLA GALDOS, en mi condición de asesor acreditada con Resolución de Escuela de Posgrado N° 12585-2023-ESPG/UNJBG del 24 de mayo del 2023, del trabajo de tesis titulado: "HUELLA ECOLÓGICA DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LOS DISTRITOS URBANOS DE LA PROVINCIA DE TACNA", presentado por la Sra. Karen Brenda Maquera Loza, para optar el Grado Académico de Maestro en Ciencias (*Magíster Scientiae*) con mención en Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible.

Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajo de investigación y producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual TURNITIN, cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es 7%.

Por lo que CERTIFICO LA SIMILARIDAD de la tesis y está de acuerdo al nivel PERMITIDO, para continuar con los trámites correspondientes y para su publicación en el repositorio institucional.

Se emite el presente certificado a solicitud del interesado con fines de continuar con los trámites respectivos para la obtención del Grado Académico de Maestro en Ciencias (*Magíster Scientiae*) con mención en Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible.

Tacna, 24 de febrero 2025

FIRMA ASESOR  
Nombres y apellidos

.....  
M.Sc. José Oswaldo Cazorla Galdós  
DNI N° 01202887



FIRMA TESISTA  
Nombres y apellidos

.....  
Sra. Karen Brenda Maquera Loza  
DNI N° 70166251



## DEDICATORIA

A mis amados padres, Hugo y Luz, por ser mi mayor inspiración, por su amor incondicional y por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo y la perseverancia.

A mi querida hermana, Karla, por su apoyo constante y su compañía en cada etapa de mi vida.

A mi angelito Joel, que desde el cielo ilumina mi camino y me da fuerzas para seguir adelante.

Y especialmente, a mi amado esposo, Freddy, por ser mi pilar en cada momento de esta travesía, por su paciencia, su comprensión y su apoyo inquebrantable. Sin él, este logro no habría sido posible.

A todos ustedes, con todo mi amor y gratitud, dedico esta tesis.

## **AGRADECIMIENTOS**

Expreso mi más sincero agradecimiento a la Municipalidad Provincial de Tacna, Municipalidades distritales de Alto de la Alianza y Ciudad Nueva, por su valioso aporte en la provisión de información a través del Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos (SIGERSOL). Gracias a su transparencia y colaboración, fue posible acceder a datos fundamentales para la realización de este estudio, lo que ha permitido evaluar la huella ecológica de los residuos sólidos en la provincia de Tacna.

Asimismo, extiendo mi gratitud a mi asesor, por el tiempo dedicado, sus observaciones y aportes que enriquecieron significativamente este trabajo de investigación.

Finalmente, a mi familia y amigos, cuyo respaldo incondicional y motivación constante han sido clave para alcanzar este logro.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTOS .....	v
RESUMEN .....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCION.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	2
1.1.    Identificación del problema .....	2
1.2.    Formulación del problema.....	4
1.2.1.    Problema general .....	4
1.2.2.    Problemas específicos.....	4
1.3.    Justificación e importancia de la investigación .....	4
1.3.1.    Justificación social.....	5
1.3.2.    Justificación económica.....	6
1.3.3.    Justificación técnica - ambiental.....	7
1.3.4.    Justificación académica .....	8
1.3.5.    Importancia de la investigación .....	9
1.4.    Objetivos.....	10
1.4.1.    Objetivo general.....	10
1.4.2.    Objetivos específicos .....	10
1.5.    Hipótesis .....	10
1.5.1.    Hipótesis general.....	10
1.5.2.    Hipótesis específicas.....	11
1.6.    Variables .....	11
1.6.1.    Identificación de las variables.....	11
1.6.2.    Definición conceptual de las variables .....	12
1.6.3.    Definición operacional de las variables .....	12
1.6.4.    Operacionalización de variables .....	13
1.7.    Limitaciones de la investigación.....	13

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	14
2.1.    Marco teórico del estudio .....	14
2.2.    Antecedentes del estudio .....	14
2.2.1.    A nivel internacional.....	14
2.2.2.    A nivel nacional.....	15
2.2.3.    A nivel local.....	17
2.3.    Bases teóricas.....	17
2.3.1.    Huella ecológica de residuos sólidos .....	17
2.3.2.    Distritos urbanos de Tacna .....	27
2.4.    Definición de términos.....	60
2.5.    Marco legal .....	61
2.5.1.    Marco legal nacional.....	61
2.5.2.    Marco legal a nivel municipal .....	67
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	69
3.1.    Tipo, nivel y diseño de la investigación .....	69
3.2.    Población y muestra de estudio .....	69
3.3.    Acciones y actividades para la ejecución del proyecto.....	70
3.4.    Materiales e instrumentos .....	72
3.5.    Técnicas e instrumentos para la recolección de datos .....	72
3.5.1.    Identificación de las variables.....	72
3.5.2.    Instrumentos de recolección de datos .....	72
3.6.    Validez y confiabilidad del instrumento.....	72
3.7.    Plan de recolección y procesamiento de datos.....	73
CAPÍTULO IV: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	74
DISCUSIONES .....	83
CONCLUSIONES.....	86
RECOMENDACIONES.....	88
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	89

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Beneficios de la Huella Ecológica en la Estrategia de Sostenibilidad</i> .....	21
Tabla 2 <i>Dimensiones para el Desarrollo Sostenible</i> .....	22
Tabla 3 <i>Población censada</i> .....	30
Tabla 4 <i>Población Urbana</i> .....	31
Tabla 5 <i>Población Rural</i> .....	32
Tabla 6 <i>Aspectos generales de los residuos domésticos</i> .....	33
Tabla 7 <i>Orígenes de los residuos sólidos no domiciliarios</i> .....	34
Tabla 8 <i>Generación total y per cápita de residuos especiales</i> .....	35
Tabla 9 <i>Contenedores de almacenamiento</i> .....	36
Tabla 10 <i>Cantidad de Contenedores superficiales a partir de 300 L</i> .....	36
Tabla 11 <i>Población censada</i> .....	42
Tabla 12 <i>Población Urbana</i> .....	43
Tabla 13 <i>Población Rural</i> .....	44
Tabla 14 <i>Generación de Residuos Sólidos Domiciliarios en el Distrito Alto de la Alianza</i>	45
Tabla 15 <i>Generación Total de residuos sólidos municipales del distrito Alto de la Alianza</i> .....	46
Tabla 16 <i>Población censada</i> .....	53
Tabla 17 <i>Población Urbana</i> .....	54
Tabla 18 <i>Población Rural</i> .....	55
Tabla 19 <i>Generación de Residuos Sólidos Domiciliarios en el distrito de Ciudad Nueva</i> ..	56
Tabla 20 <i>Distritos Urbanos</i> .....	70
Tabla 21 <i>Residuos sólidos municipales</i> .....	70
Tabla 22 <i>Generación de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos para cálculo de huella ecológica en el distrito de Alto de la Alianza (periodo 2016 - 2022)</i> .....	74
Tabla 23 <i>Generación de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos para cálculo de huella ecológica en el distrito de Ciudad Nueva (periodo 2016 - 2022)</i> .....	75
Tabla 24 <i>Generación de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos para cálculo de huella ecológica en el distrito de Tacna (periodo 2016 - 2022)</i> .....	76

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Metodología a seguir para el cálculo de la HE de los residuos</i> .....	24
Figura 2 <i>Distritos Urbanos de Tacna donde realizan reutilización de residuos</i> .....	27
Figura 3 <i>Distrito de Tacna</i> .....	28
Figura 4 <i>Distrito Alto de la Alianza</i> .....	40
Figura 5 <i>Distrito de Ciudad Nueva</i> .....	51
Figura 6 <i>Generación de residuos sólidos domiciliarios aprovechables (RSD_Apr, RSD), residuos sólidos domiciliarios no aprovechables (RSD_NoApr) y residuos sólidos no aprovechables (RS_NoApr) para los distritos de Alto de la Alianza (AL), Ciudad Nueva (CN) y Cerca</i> .....	77
Figura 7 <i>Toneladas de residuos sólidos domiciliarios aprovechables y no aprovechables (RSD_Apr, RSD_NoApr; respectivamente) y residuos sólidos no aprovechables (RS_NoApr) generadas en el mercado de Tacna a lo largo de los años (fuente SIGERSOL)</i> .....	78
Figura 8 <i>Huella ecológica de residuos orgánicos e inorgánicos para el distrito de Alto de la Alianza, Ciudad Nueva y Cercado de Tacna expresadas en hectáreas por factor de equivalencia</i> .....	79
Figura 9 <i>Huella ecológica total de residuos orgánicos e inorgánicos para el distrito de Alto de la Alianza, Ciudad Nueva y Cercado de Tacna expresadas en hectáreas por factor de equivalencia</i> .....	80
Figura 10 <i>Gráfica comparativa de huella ecológica de residuos sólidos de los distritos de Tacna expresados en porcentajes</i> .....	81

## RESUMEN

Esta investigación tiene finalidad de aportar soluciones concretas para abordar la creciente problemática de los residuos sólidos y caracterizar la huella ecológica de residuos sólidos de los distritos urbanos de la provincia de Tacna. Se presenta el análisis comparativo de la huella ecológica de residuos sólidos en Alto de la Alianza (AL), Ciudad Nueva (CN) y Tacna (CT), evidencia diferencias asociadas a densidad poblacional y actividades económicas. En 2023, la huella de residuos orgánicos fue cero en los tres distritos, dado que el 100 % es aprovechable según SIGERSOL. CT registró la mayor huella en papel, vinculada a su población y comercios especializados, mientras que el vidrio presentó valores bajos gracias al reciclaje empresarial. En plásticos, aunque CT tuvo los valores absolutos más altos, CN mostró mayor proporción relativa, asociada a sus características demográficas.

La selección de los distritos de Alto de la Alianza, Ciudad Nueva y Tacna, se realizó en base a los reportes de SIGERSOL entre 2016 y 2022; sin embargo, no todos los distritos registraron de manera completa sus datos de disposición final de residuos sólidos municipales. Para Tacna, en 2022 se reportó una disposición final de más de 16 mil toneladas de residuos domiciliarios, de los cuales más de 5 mil correspondieron a residuos no aprovechables. En el caso del distrito de Alto de la Alianza, se registró la mayor cantidad de residuos sólidos no aprovechables, alcanzando aproximadamente 1 434 toneladas en 2022. El análisis cronológico de Tacna evidenció un crecimiento sostenido en la generación de residuos domiciliarios aprovechables, que pasaron de 12 663 toneladas en 2016 a 16 661 en 2022. De manera similar, los residuos domiciliarios no aprovechables aumentaron de 2 616 toneladas en 2016 a 5 084 en 2022. Respecto a los residuos sólidos no aprovechables en general, se observó un incremento progresivo hasta 2020, cuando alcanzaron 3 567 toneladas. Sin embargo, en 2021 y 2022 se registró una marcada disminución, con apenas 10 toneladas reportadas en cada año.

**Palabras clave:** Residuos sólidos, huella ecológica, SIGERSOL.

## ABSTRACT

This research aims to provide concrete solutions to address the growing problem of solid waste and to characterize the ecological footprint of solid waste in the urban districts of the province of Tacna. A comparative analysis of the ecological footprint of solid waste in Alto de la Alianza (AL), Ciudad Nueva (CN), and Tacna (CT) shows differences associated with population density and economic activities. In 2023, the ecological footprint of organic waste was zero in all three districts, as 100 % is recoverable according to SIGERSOL. CT recorded the highest footprint in paper waste, linked to its population and specialized businesses, while glass showed low values due to corporate recycling practices. Regarding plastics, although CT had the highest absolute values, CN showed a higher relative proportion, associated with its demographic characteristics.

The selection of the districts Alto de la Alianza, Ciudad Nueva, and Tacna was based on SIGERSOL reports between 2016 and 2022; however, not all districts recorded complete data on the final disposal of municipal solid waste. In Tacna, for 2022, more than 16,000 tons of household waste were reported as final disposal, of which more than 5,000 tons corresponded to non-recoverable waste. In the case of Alto de la Alianza, the highest amount of non-recoverable solid waste was recorded, reaching approximately 1,434 tons in 2022. The chronological analysis of Tacna showed a sustained increase in the generation of recoverable household waste, rising from 12,663 tons in 2016 to 16,661 tons in 2022. Similarly, non-recoverable household waste increased from 2,616 tons in 2016 to 5,084 tons in 2022. Regarding non-recoverable solid waste in general, a progressive increase was observed until 2020, when it reached 3,567 tons. However, in 2021 and 2022, a marked decrease was recorded, with only 10 tons reported each year.

**Keywords:** Solid waste, ecological footprint, SIGERSOL.

## INTRODUCCION

La gestión de residuos sólidos se ha convertido en uno de los desafíos ambientales más apremiantes de nuestra era moderna. El constante aumento en la producción de desechos, combinado con prácticas inadecuadas de manejo, ha llevado a la acumulación desmedida de residuos sólidos en todo el mundo. Este fenómeno no solo representa una amenaza para la salud humana, sino que también tiene un impacto devastador en los ecosistemas y contribuye significativamente al cambio climático.

En este contexto, la huella ecológica de los residuos sólidos emerge como un indicador crucial para evaluar el impacto ambiental de nuestras actividades cotidianas. La huella ecológica no se limita solo a la cantidad de residuos generados, sino que abarca el análisis integral de su ciclo de vida, desde la extracción de materias primas hasta su disposición final. Esta perspectiva holística nos permite comprender la magnitud de nuestra contribución a la problemática de los residuos sólidos y ofrece la oportunidad de desarrollar estrategias efectivas para minimizar este impacto.

La presente tesis se sumerge en el análisis detallado de la huella ecológica de los residuos sólidos, explorando las dimensiones ambientales, sociales y económicas asociadas. A través de un enfoque interdisciplinario, se examinarán diferentes estrategias de gestión de residuos, evaluando su eficacia y proponiendo recomendaciones para una gestión más sostenible. Además, se buscará concientizar sobre la importancia de la responsabilidad individual y colectiva en la reducción de la huella ecológica de los residuos sólidos, promoviendo la adopción de prácticas más respetuosas con el medio ambiente.

Con el propósito de contribuir al conocimiento y la toma de decisiones informada, esta investigación se presenta como una herramienta valiosa para los tomadores de decisiones, profesionales del ámbito ambiental y la sociedad en general. A través de un análisis riguroso y propositivo, se busca aportar soluciones concretas para abordar la creciente problemática de los residuos sólidos y avanzar hacia un futuro más sostenible.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Identificación del problema

Todos los seres vivos requieren de recursos (alimento, energía y agua) al igual que el ser humano, sin embargo, este depende del estilo de vida. Por ejemplo, las personas que habitan en las ciudades desperdician agua, utilizan aparatos eléctricos, consumen alimentos nacionales e internacionales, los mismos, que utilizan motorizados consumen hidrocarburos y emplean empaques de plástico lo que genera el incremento de los gases de efecto invernadero, asimismo, se observa la alteración de patrones climáticos como el deshielo de glaciares y escasez de agua, los mismos que arriesgan la disposición de alimentos para la población mundial. Aunado a ello, las olas de calor son cada vez más letales registrando récord de temperaturas a nivel nacional y provocan incendios devastadores como ciclones tropicales, inundaciones y sequías teniendo impacto en el desarrollo socioeconómico y ambiental.

Si bien en foros internacionales y nacionales plantean medidas de mitigación y adaptación al cambio climático con la finalidad de crear conciencia sobre las causas del problema, estas deben ser concretas para disminuir la huella ecológica. Por ello, es necesario que cada ser humano asuma un compromiso nacional e internacional, conociendo y reduciendo su impacto en el ambiente (huella ecológica) además de, modificar patrones de consumo y emplear acciones amigables con el planeta, siendo el cambiar hábitos y conductas predominante en educación ambiental. La educación como factor esencial contribuye a entender y adaptarse a las tendencias del cambio climático.

Bajo este concepto, Perú tiene una política nacional de educación ambiental y plan nacional de educación ambiental centrado en “enfoque ambiental” y transversal del currículo nacional, con la finalidad que se eduquen personas consientes de la problemática ambiental, adopten conductas y comportamientos armónicos con la naturaleza. Los procesos educativos

buscan la formación de personas con conciencia crítica, colectiva y la condición del cambio climático local y global. Además, el desarrollo de prácticas de conservación de biodiversidad, suelo y aire, uso sostenible de energía y agua, servicios ecosistémicos, consumo responsable, manejo adecuado de residuos sólidos con estilo de vida saludable y sostenible; practicas con énfasis en satisfacer las necesidades actuales sin arriesgar la atención de las necesidades de las próximas generaciones, en donde la dimensión económica, social, cultural y ambiental interactúen de forma simbiótica. La huella ecológica de Perú fue de 1,6 HaG/per en 1997 y 1,54 HaG/per en el 2007, cuyos factores con mayor impacto son el uso de cultivos y pastos (0,50 y 0,49 HaG/per). Con una BC de 3,86 HaG/per, cuya disponibilidad es de 0,36; 0,5; 2,68; 0,24; 0,08 HaG/per para cultivos, pastos, bosques, mar y terreno para construcción respectivamente (Domémech, 2010; Ewing et al., 2010). A pesar de que el país tiene la menor huella ecológica per cápita en Sudamérica, si se considera los contrastes internos dentro del país, no sería representativo para todos.

La huella ecológica de residuos sólidos es un indicador respecto de la eficiencia de los procesos de educación ambiental y sobre el impacto de la actividad humana sobre los recursos y servicios del ecosistema, es también una medida de presión que genera al planeta nuestra forma de vida y mide la cantidad de territorio necesario para producir, procesar y degradar lo que se desecha.

Actualmente, no se conoce si existe relación entre el tipo de localidad (urbano y rural) y la huella ecológica de residuos sólidos, siendo así fundamental para implementar acciones de mitigación y adaptabilidad al cambio climático por el tipo de localidad y, asimismo, implementar acciones educativas orientadas a construir hábitos de consumo ecológicamente sostenibles y amigables con el ambiente.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuáles son las características de la huella ecológica de residuos sólidos de los distritos urbanos de la provincia de Tacna?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a) ¿Cuál es la cantidad de disposición final de residuos sólidos domiciliarios aprovechables y no aprovechables en los distritos urbanos de la provincia de Tacna?
- b) ¿Cuál es la huella ecológica para residuos sólidos asociada a cada uno de los distritos urbanos de la provincia de Tacna?
- c) ¿Cómo varían las huellas ecológicas de residuos sólidos en los distritos urbanos de la provincia de Tacna?

## **1.3. Justificación e importancia de la investigación**

La investigación brindará un análisis de la huella ecológica de residuos sólidos respecto al tipo de localidad, y encontrar acciones adaptadas a cada realidad para reducir la huella ecológica.

A nivel teórico, la presente investigación busca contribuir a los conocimientos de huella ecológica, como área correspondiente de la gestión ambiental y desarrollo sostenible, el cual está orientado a promover la conservación de los recursos naturales en la localidad urbana y rural.

A nivel práctico, de acuerdo a los objetivos de la investigación se busca determinar la huella ecológica: residuos sólidos de acuerdo a la localidad de la provincia de Tacna y con los resultados que se obtendría se podrá tomar acciones para reducir el déficit ecológico.

### **1.3.1. Justificación social**

La presente investigación posee una justificación social significativa, ya que aborda la problemática del impacto ambiental generado por los residuos sólidos en diferentes tipos de localidades dentro la provincia de Tacna. Actualmente, el manejo inadecuado de los residuos sólidos representa una amenaza para la calidad de vida de la población, afectando la salud pública, la disponibilidad de recursos naturales y la sostenibilidad ambiental.

Al analizar la huella ecológica de los residuos sólidos, según el tipo de localidad (urbana y rural), se busca identificar las diferencias en los patrones de generación y gestión de residuos, considerando factores como el acceso a infraestructura de reciclaje, la educación ambiental y las políticas locales. Esta información permitirá diseñar estrategias adaptadas a cada contexto, fomentando acciones responsables en la gestión de residuos, reduciendo la contaminación y promoviendo un ambiente más saludable para la comunidad.

Desde una perspectiva de beneficio colectivo, los resultados de esta investigación servirán como una herramienta para la sensibilización ciudadana y la formulación de políticas públicas eficaces, incentivando una mayor participación de la sociedad en la reducción de la huella ecológica. Además, la investigación contribuirá a la promoción de hábitos sostenibles, tales como la separación de residuos en la fuente, el aprovechamiento de materiales reciclables y la implementación de prácticas de economía circular en la comunidad.

En el ámbito de la equidad ambiental, este estudio busca disminuir la brecha en la gestión de residuos entre localidades urbanas y rurales, garantizando que ambas comunidades cuenten con estrategias viables y accesibles para mitigar su impacto ecológico.

Por lo tanto, la investigación no solo tiene un valor académico y científico, sino que también tiene un impacto directo en la sociedad, al generar información clave para mejorar la calidad ambiental, la salud pública y la sostenibilidad en la provincia de Tacna.

### **1.3.2. Justificación económica**

La presente investigación tiene una justificación económica relevante, ya que el manejo ineficiente de los residuos sólidos no solo genera impactos ambientales negativos, sino que también conlleva costos elevados para la sociedad, afectando tanto a los gobiernos locales como a los ciudadanos.

En primer lugar, el análisis de la huella ecológica de los residuos sólidos permitirá evaluar el impacto económico que representa su generación y disposición en las localidades urbanas y rurales de la provincia de Tacna. Asimismo, el identificar patrones de generación y gestión de residuos permitirá optimizar los recursos destinados a su tratamiento y disposición final, reduciendo los costos operativos de recolección, transporte y eliminación.

De igual manera, con los resultados obtenidos se podrán proponer estrategias de valorización de residuos, promoviendo modelos de economía circular que incentiven el reciclaje, la reutilización y el aprovechamiento de materiales. Esto puede generar oportunidades económicas mediante la creación de empleos en sectores como la gestión sostenible de residuos, el reciclaje industrial y la producción de nuevos materiales a partir de desechos.

Al mismo tiempo, la investigación contribuirá a la reducción del déficit ecológico, lo que a largo plazo disminuirá los costos asociados a la remediación ambiental y problemas de salud pública derivados de una mala gestión de residuos. Una reducción en la contaminación y la degradación ambiental se traduce en menores gastos en atención médica y en una mejor calidad de vida para la población, lo que también impacta positivamente en la productividad económica.

Desde una perspectiva gubernamental, la implementación de estrategias basadas en los resultados del estudio permitirá una distribución más eficiente del presupuesto público,

destinando recursos a programas de educación ambiental, incentivos para la reducción de residuos y la mejora de infraestructuras de reciclaje.

Finalmente, una gestión adecuada de los residuos sólidos puede mejorar la atracción de inversiones y el desarrollo sostenible en la provincia de Tacna, al consolidar un modelo de ciudad más limpia y eficiente en el uso de recursos.

Por lo tanto, este estudio no solo tiene un impacto ambiental y social, sino que también representa una oportunidad para generar beneficios económicos, optimizar recursos y fomentar un desarrollo sostenible basado en la eficiencia y la responsabilidad ecológica.

### **1.3.3. Justificación técnica - ambiental**

La presente investigación tiene una justificación técnica-ambiental fundamentada en la necesidad de evaluar y mejorar la gestión de los residuos sólidos en la provincia de Tacna, a través del análisis de su huella ecológica según el tipo de localidad.

Desde un enfoque técnico, este estudio permitirá la aplicación de métodos cuantificables y sistemáticos para determinar el impacto ambiental de los residuos sólidos generados en zonas urbanas y rurales. Se utilizarán indicadores específicos de huella ecológica que facilitarán la medición del consumo de recursos naturales y la capacidad del ecosistema para asimilar los desechos producidos.

A través del análisis técnico de los datos obtenidos, se podrán identificar tendencias en la generación de residuos, su composición y los procesos de disposición final, lo que permitirá proponer acciones correctivas y estrategias de mitigación ambiental adaptadas a cada contexto. Estas estrategias incluirán:

- Optimización de la recolección y disposición de residuos, reduciendo la contaminación del suelo, agua y aire.

- Implementación de tecnologías más eficientes en la gestión de residuos, como plantas de compostaje, sistemas de reciclaje automatizado y biodigestores.
- Reducción de residuos en la fuente, promoviendo alternativas sostenibles como el uso de materiales biodegradables y la minimización del consumo de plásticos de un solo uso.
- Mejora de la infraestructura de gestión de residuos, tanto en zonas urbanas como rurales, con un enfoque en soluciones descentralizadas y de bajo costo para comunidades con acceso limitado a servicios de recolección.

Desde el punto de vista ambiental, este estudio contribuirá a la reducción del déficit ecológico en la región, al proporcionar información clave para tomar decisiones basadas en datos y promover prácticas de manejo de residuos más sostenibles. Además, permitirá fortalecer la gestión ambiental en la provincia, alineándola con los principios de desarrollo sostenible y conservación de los recursos naturales.

En conclusión, esta investigación no solo ofrece una base técnica y científica para la evaluación de la huella ecológica de los residuos sólidos, sino que también genera herramientas para optimizar la gestión de residuos, reducir la contaminación y promover una convivencia armoniosa entre el desarrollo humano y el equilibrio ambiental en Tacna.

#### **1.3.4. Justificación académica**

La presente investigación posee una justificación académica sólida, ya que contribuye al conocimiento sobre la huella ecológica de los residuos sólidos y su relación con el tipo de localidad en la provincia de Tacna. Este estudio permitirá ampliar el marco teórico y metodológico en áreas como la gestión ambiental, el desarrollo sostenible y la planificación territorial, proporcionando una base científica para futuras investigaciones en estos campos.

Desde un punto de vista teórico, el estudio fortalecerá el conocimiento sobre la huella ecológica como indicador clave en la medición del impacto ambiental, abordando su aplicación específica en la gestión de residuos sólidos. Esto permitirá comprender mejor

cómo los patrones de generación y disposición de residuos varían entre zonas urbanas y rurales, y cómo estos afectan la sostenibilidad ambiental.

En el ámbito metodológico, la investigación integrará herramientas de análisis cuantitativo y cualitativo, incluyendo técnicas de medición de la huella ecológica y estudios comparativos entre localidades. Estos enfoques servirán como referencia para futuras investigaciones académicas, permitiendo que otros estudios puedan replicar o mejorar los métodos aplicados en este trabajo.

Además, los resultados obtenidos podrán ser utilizados en el diseño de programas educativos y curriculares en universidades e instituciones de educación superior, fomentando una formación más integral en materia de gestión de residuos, sostenibilidad y responsabilidad ambiental. Esto no solo beneficiará a estudiantes y docentes, sino que también contribuirá a la generación de nuevas propuestas de solución ante la problemática ambiental.

Por lo tanto, esta investigación representa un aporte significativo a la comunidad académica, al generar nuevos conocimientos, metodologías y enfoques sobre la huella ecológica y su relación con la gestión de residuos sólidos en distintos contextos locales.

### **1.3.5. Importancia de la investigación**

La presente investigación sobre la huella ecológica de los residuos sólidos en función del tipo de localidad en la provincia de Tacna es de gran relevancia debido a su impacto en diversos ámbitos, incluyendo el ambiental, social, económico, académico y técnico.

La investigación es de gran importancia porque proporciona información clave para la toma de decisiones en materia ambiental, mejora la calidad de vida de la población, optimiza los recursos económicos y fomenta la educación en sostenibilidad. Sus resultados

servirán como base para diseñar estrategias efectivas de reducción de la huella ecológica y promover un desarrollo más sostenible en la provincia de Tacna.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Caracterizar la huella ecológica de residuos sólidos de los distritos urbanos de la provincia de Tacna.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar la cantidad de disposición final de residuos sólidos domiciliarios aprovechables y no aprovechables de los distritos urbanos de la provincia de Tacna.
- b) Calcular la huella ecológica para residuos sólidos asociadas a los distritos urbanos de la provincia de Tacna.
- c) Comparar las huellas ecológicas de residuos sólidos asociadas a los distritos urbanos de la provincia de Tacna.

## **1.5. Hipótesis**

### **1.5.1. Hipótesis general**

Ho: Las características de la huella ecológica de residuos sólidos de los distritos urbanos de la provincia de Tacna, no están vinculados al volumen de residuos generados por la población y a la eficiencia de los sistemas de gestión y tratamiento de residuos.

Hi: Las características de la huella ecológica de residuos sólidos de los distritos urbanos de la provincia de Tacna, están vinculados al volumen de residuos generados por la población y a la eficiencia de los sistemas de gestión y tratamiento de residuos.

### **1.5.2. Hipótesis específicas**

#### **1. Hipótesis específica 01**

- Ho: La cantidad de disposición final de residuos sólidos domiciliarios aprovechables y no aprovechables, no está vinculada a la concentración poblacional presente en cada uno de los distritos de la provincia de Tacna.
- Hi: La cantidad de disposición final de residuos sólidos domiciliarios aprovechables y no aprovechables, está vinculada a la concentración poblacional presente en cada uno de los distritos de la provincia de Tacna.

#### **2. Hipótesis específica 02**

- Ho: La huella ecológica de los residuos sólidos de los distritos urbanos de la provincia de Tacna, no está influenciada por la cantidad ni la composición de los residuos generados.
- Hi: La huella ecológica de los residuos sólidos de los distritos urbanos de la provincia de Tacna, no está influenciada por la cantidad ni la composición de los residuos generados.

#### **3. Hipótesis específica 03**

- Ho: Las huellas ecológicas de los residuos sólidos no varían entre los diferentes distritos urbanos de la provincia de Tacna.
- Hi: Las huellas ecológicas de los residuos sólidos varían entre los diferentes distritos urbanos de la provincia de Tacna.

### **1.6. Variables**

#### **1.6.1. Identificación de las variables**

VI: Independiente – Área.

VD: Dependiente – Huella ecológica de los residuos sólidos.

## **1.6.2. Definición conceptual de las variables**

### **1.6.2.1. Definición conceptual de la variable independiente**

Área: Espacio de tierra comprendida dentro de ciertos límites (Real Academia Española, s.f.).

### **1.6.2.2. Definición conceptual de la variable dependiente**

Huella ecológica de los residuos sólidos: Es un buen indicador no monetario de sostenibilidad y equidad medioambiental medido a través de la generación de residuos generados en viviendas, edificios de apartamentos establecimientos comerciales, de negocios e instituciones (Real Academia Española, s.f.).

## **1.6.3. Definición operacional de las variables**

### **1.6.3.1. Definición operacional de la variable independiente**

Se considerará el área de estudio como los distritos de AL, CN y CT en la provincia de Tacna, en términos de densidad poblacional, tipo de actividad económica predominante, infraestructura de gestión de residuos sólidos.

### **1.6.3.2. Definición operacional de la variable dependiente**

Se medirá la huella ecológica de los residuos sólidos en cada distrito, mediante el análisis de cantidad de residuos sólidos generados por tipo, proporción de residuos reciclables y no reciclables, impacto ambiental de cada tipo de residuos y datos reportados por SIGERSOL.

#### 1.6.4. Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicador
Área	La variable área se dimensiona en función de las características geográficas y socioeconómicas de los distritos analizados.	Distritos Urbanos: Los distritos urbanos presentan conexiones dinámicas con las zonas rurales cercanas, evidenciando una transición progresiva donde ambos espacios coexisten de manera intercalada hasta que uno predomina sobre el otro.
Huella ecológica de residuos sólidos	La huella ecológica de los residuos sólidos se dimensiona en función de los distintos tipos de residuos generados y su impacto ambiental.	Residuos sólidos orgánicos: Residuos Perteneciente o derivado de los seres vivos u organismos. Residuos sólidos inorgánicos. Cuerpos desprovistos de vida, no organizados, todo lo que no es orgánico

La operacionalización de variables considera a área como la ubicación geográfica correspondiente a los distritos urbanos de Tacna: Alto de la Alianza, Tacna y Ciudad Nueva; y por otra parte a la variable huella ecológica de residuos sólidos que tiene como dimensiones los distintos tipos de residuos generados (orgánicos e inorgánicos).

#### 1.7. Limitaciones de la investigación

- Se cuenta con limitación respecto a la bibliografía de estudios similares anteriores respecto a la generación de huella de carbono de residuos sólidos.
- Asimismo, por el cambio de gestión no se ha encontrado toda la información referente a los pesajes de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Marco teórico del estudio

El estudio se centra en la huella ecológica, un indicador crucial para medir el impacto ambiental de las actividades humanas, especialmente en relación con la generación de residuos sólidos. A nivel global y nacional, diversos estudios subrayan que el consumo de energía, la movilidad y la producción de residuos son factores principales que contribuyen a la huella ecológica. Esta huella se calcula en hectáreas globales y permite evaluar el equilibrio ecológico, considerando la cantidad de recursos naturales necesarios para satisfacer las necesidades humanas y gestionar los residuos. La gestión adecuada de los residuos, como el reciclaje y la adopción de la economía circular, puede mitigar significativamente estos impactos. La huella ecológica se desglosa en diferentes tipos, como la huella de carbono y la huella hídrica, y se asocia con causas como el crecimiento poblacional y la producción industrial. La reducción de la huella ecológica implica estrategias como el ahorro de energía, el uso de transporte limpio y la sensibilización ambiental.

#### 2.2. Antecedentes del estudio

##### 2.2.1. A nivel internacional

Según Quichimbo (2015), en su investigación titulada *“La huella ecológica de la ciudad universitaria Guillermo Falconí Espinosa”* concluyó que, en la Ciudad Universitaria Guillermo Falconí Espinosa, siguiendo en orden de importancia las más altas emisiones de CO<sub>2</sub> son ocasionadas por la movilidad, consumo de energía eléctrica, consumo de papel, generación de residuos sólidos; mientras que las menores emisiones fueron ocasionadas por las categorías: consumo de agua y gas de uso doméstico.

Según Villalobos y Castillo (2015), en su investigación titulada *“Huella ecológica y gestión de residuos sólidos de la Universidad Autónoma de Occidente”* concluyeron que la

universidad debe ser ecoeficiente, utilizar productos verdes, aumentar la densidad arbórea en el área de influencia, invertir en capital verde, aumentar el uso de energía renovable y construir aparcamientos de bicicletas, reducir el consumo de agua, electricidad y papel.

### **2.2.2. A nivel nacional**

Según Huerta y Popayán (2018), en su investigación titulada “*Determinación de la huella ecológica en la comunidad universitaria Santiago Antúnez de Mayolo*”, Campus universitario de Shancayán – Periodo anual 2014”, concluyó que La huella ecológica de la UNASAM (campus) se pudo estimar en 604,50 hectáreas globales (0,051 hag per cápita), utilizadas para cubrir la demanda de recursos, absorber los residuos generados; e incluso, disponer de la infraestructura asociada. Bajo este escenario, si los 7244 millones de habitantes del planeta (ONU, 2014) tuvieran un patrón de consumo similar al nuestro, teniendo en cuenta la biocapacidad mundial (12 243 millones de hag), se necesitaría una trigésima tercera parte de la superficie biológicamente productiva para sustentarnos.

Según Carrasco (2021), en su investigación titulada “*Análisis de la huella ecológica como indicador de sostenibilidad en la etapa de construcción de dos instituciones educativas estatales en Chiclayo, 2019*”, concluyó se obtuvo una huella ecológica total, para la Institución Educativa Elvira García y García se obtuvo una huella ecológica de 3 655,10 hag y para la Institución Educativa Rosa Flores de Oliva, una huella ecológica de 2 626,22 hag, la principal diferencia que resulta del cálculo total de las dos huellas ecológicas, radica en la huella de residuos específicamente en las partidas de demolición y excavación, con estos resultados obtenidos nos podemos dar cuenta de cuanto se necesita de ecosistema para la construcción de estas dos instituciones educativas, las cuales se muestran en el anexo 3 y el anexo 4, para hacernos un idea cuánto tendríamos que destruir de un ecosistema para poder edificar cada una de ellas.

Según Roca (2019), en su investigación titulada “*Estimación de la huella ecológica de la Universidad Peruana Unión*”, concluyó que en el 2017 la UPEU requirió de 462,2 hag

productivas globales de bosques necesarias para asimilar las emisiones generadas por agua, energía eléctrica, superficie construida, papel y movilidad.

Según Valdivia (2019), en su investigación denominada “*La sostenibilidad ambiental mediante el cálculo de la huella ecológica en los alumnos de la unidad escolar Leoncio Prado de la Ciudad de Huánuco, 2019*”, concluyó que la huella ecológica de los residuos de los alumnos de cuarto, quinto y sexto del nivel primario fue de 0,0602 hag/globales/año, siendo así la superficie mínima para asimilar la generación de residuos.

Según Meza (2020), en su investigación titulada “*Huella ecológica en la población del distrito de Yauyos, Jauja*”, concluyó que la huella ecológica per cápita presenta un valor de 1.1364 hag/persona para la población del distrito de Yauyos, Jauja; este valor se encuentra dentro del parámetro ecológico de biocapacidad.

Según Carpio (2020), en su estudio titulado “*La huella ecológica en los estudiantes de dos instituciones educativas urbanas y rurales de Urubamba, Cusco, 2020*”, se encontró que existen diferencias significativas entre las huellas ecológicas individuales de los estudiantes de la Institución Educativa N° 501352 (urbana), que tiene una huella de 1 149 HAG, y los estudiantes de la Institución Educativa N° 50957 (rural), cuya huella ecológica promedio es de 1 040 HAG. Esta disparidad se debe a las variaciones en el consumo de alimentos, ropa, objetos diversos, tipo de vivienda y gasto energético relacionado con el uso de aparatos eléctricos y electrónicos.

Según Primo (2022), en su investigación titulada “*Política pública ambiental para reducir la huella ecológica en pobladores de las unidades vecinales de la provincia de Ferreñafe, Lambayeque*”, concluye que se presenta una huella ecológica promedio de 4,93 hag/habitante/año, superando así el promedio nacional del 2016 que fue de 2.2 hag/habitante/año.

### **2.2.3. A nivel local**

No se encontraron estudios a nivel local.

## **2.3. Bases teóricas**

### **2.3.1. Huella ecológica de residuos sólidos**

#### **2.3.1.1. Definición**

La huella ecológica conocido como indicador de sostenibilidad, tiene la finalidad de conocer el grado de impacto que ejerce cierto grupo de personas sobre el ambiente. Asimismo, es un sistema de contabilidad ecológica que detalla los resultados de acciones y actividades en el planeta (Ruiz, 2013).

#### **2.3.1.2. Características de huella ecológica**

Entre las principales características, Ruiz (2013) señala:

- Describe el equilibrio ecológico de los humanos con los recursos de su entorno.
- Cuantifica en hectáreas la superficie necesaria para las actividades humanas, así como la absorción de residuos sólidos.
- La huella ecológica se mide en hectáreas globales (HAG) por año. Los recursos consumidos en superficie productiva en un periodo de 1 año.
- Revela el nivel de contaminación que produce cada individuo o población en concreto.

#### **2.3.1.3. Aspectos de la huella ecológica en los residuos sólidos**

La huella ecológica en los residuos sólidos se refiere al impacto ambiental total causado por la producción, gestión y disposición de los desechos sólidos generados por las actividades humanas. Este concepto aborda la cantidad y composición de los residuos, así

como los procesos utilizados para manejarlos, desde su origen hasta su destino final. Aquí se exploran diferentes aspectos de la huella ecológica en los residuos sólidos: (Martínez, 2007).

1. Composición de los Residuos: La proporción de materiales reciclables, orgánicos y no reciclables influye en la facilidad de tratamiento y en la magnitud de la huella ecológica (Martínez, 2007).
2. Generación de Residuos: A mayor producción de desechos por una comunidad o región, mayor es la presión ambiental y la huella generada (Martínez, 2007).
3. Impacto en la Biodiversidad: Una gestión deficiente provoca contaminación de agua y suelo, afectando ecosistemas y especies locales (Martínez, 2007).
4. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero: La descomposición de residuos orgánicos en vertederos libera metano, un potente gas que contribuye al cambio climático (Martínez, 2007).
5. Consumo de Recursos Naturales: La extracción y procesamiento de materias primas para producir y tratar residuos aumentan la huella ecológica si no se manejan sosteniblemente (Martínez, 2007).
6. Contaminación del Agua y Suelo: Sustancias tóxicas de ciertos desechos pueden filtrarse y degradar la calidad del agua y del suelo (Martínez, 2007).
7. Economía Circular: Fomentar la reutilización y el reciclaje reduce la dependencia de materias primas y, por tanto, la huella ecológica (Martínez, 2007).
8. Impacto en la Salud Humana: La exposición a residuos contaminados puede generar enfermedades y afectar la salud pública (Martínez, 2007).
9. Innovaciones en Gestión de Residuos: Tecnologías como reciclaje avanzado y conversión de residuos en energía ayudan a disminuir los impactos (Martínez, 2007).
10. Participación Comunitaria: La educación y el compromiso social son claves para reducir la huella ecológica mediante prácticas sostenibles (Martínez, 2007).

La reducción de la huella ecológica en los residuos sólidos implica un enfoque integral que abarque desde la fuente de generación hasta las opciones de disposición final,

promoviendo prácticas más sostenibles y la adopción de tecnologías amigables con el medio ambiente (Martínez, 2007).

#### **2.3.1.4. Causas y consecuencias**

Como causas, Ruiz Cortines (2013), considera:

- La revolución industrial
- La producción a gran escala
- Los intensivos procesos de industrialización.
- El crecimiento exponencial poblacional.
- El neoliberalismo

Como consecuencias, Ruiz (2013) destaca:

- La apropiación y explotación inequitativa de los recursos.
- Pérdida de ecosistema y especies de flora y fauna.
- Ciudades ambientalmente no sustentables.
- Agotamiento y escasez de los recursos naturales.
- Aumento del ritmo del cambio climático.
- Sobreexplotación de los recursos.
- Desequilibrio ecológico.

#### **2.3.1.5. De huella ecológica**

Entre las principales, Domémech (2010), menciona:

- Huella de carbono: mide la cantidad de emisiones de este gas de efecto invernadero por la actividad diaria de cada persona, así como por los productos y servicios que consume.

- Huella hídrica: Consiste el volumen necesario de agua dulce que utiliza para producir bienes y servicios.
- Huella del suelo: Cuantifica la cantidad de espacio natural que se necesita para producir una determinada materia prima.
- Huella de materiales: Mide la cantidad de materias primas requeridas para la fabricación de un producto o servicio, entre otros aspectos, la vegetación afectada en el proceso.

#### **2.3.1.6. Utilidad de la huella ecológica**

La huella ecológica resulta un indicador útil que permite conocer la salud del planeta, así como obtener información de un determinado tipo de población en cuanto a la cantidad de desechos que impactan en la calidad ambiental de los componentes ambientales (Ruiz, 2013).

Entonces, la huella ecológica y el desarrollo sustentable están íntimamente vinculados, en tanto que el primero es un indicador y una herramienta muy importante para el segundo y así lograr la mejora de la calidad de vida (Ruiz, 2013).

Asimismo, la huella ecológica permite analizar los actuales estilos de vida y valores de un tipo de comunidad (Ruiz, 2013).

#### **2.3.1.7. Huella ecológica como indicador de sostenibilidad**

- INDICADOR: Es un signo que puede ser medido cuantitativamente o cualitativamente con la finalidad de simplificar la realidad compleja haciendo hincapié en los aspectos más relevantes (De la Torre, 2016).
- SOSTENIBILIDAD: Es el equilibrio entre la diversidad y productividad en el tiempo. Está relacionado con el desarrollo sostenible que satisface las necesidades sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras (De la Torre, 2016).

Existen tipos de indicadores de sostenibilidad y se puede clasificar de acuerdo a la acción que provoca un impacto sobre medio ambiente, (indicadores “impulso”), estado de medio ambiente, (indicadores “estado”), e indicadores que miden respuesta del medio ambiente a medidas tomadas para mitigar los impactos, (indicadores “respuesta”):

- Indicadores impulso: emisión de óxidos de nitrógeno.
- Indicadores estado: índice de vegetación, superficie cultivable.
- Indicadores respuesta: Porcentaje de superficie protegida.

**Tabla 1**

*Beneficios de la Huella Ecológica en la Estrategia de Sostenibilidad*

Beneficio	Descripción
Simplificación y Agregación	Resume el impacto de una comunidad en un solo número, que incluye tanto el consumo de recursos como la generación de residuos.
Dependencia Ecológica	Destaca cómo la sociedad depende de los ecosistemas del planeta, determinando la superficie necesaria para un consumo óptimo y el área productiva que una comunidad necesita, incluso fuera de su territorio.
Inequidad Social	Permite calcular la huella ecológica para diferentes comunidades o sectores, revelando desigualdades en la utilización de los ecosistemas.
Monitoreo del Consumo de Recursos	Facilita el seguimiento del impacto del consumo de recursos de una comunidad a lo largo del tiempo, a pesar de sus limitaciones.
Cálculo y Estimación Local	Ofrece una herramienta para sensibilizar social y ambientalmente, además de servir como indicador para desarrollar políticas de sostenibilidad en áreas como energía, bosques y conservación de la biodiversidad.

*Nota.* (Martínez, 2008).

La Tabla 1 Beneficios de la huella ecológica en la estrategia de sostenibilidad considera a simplificación y agregación, dependencia ecológica, inequidad social, monitoreo del consumo de recursos, cálculo y estimación local.

**Tabla 2**

*Dimensiones para el Desarrollo Sostenible*

Dimensión	Descripción
Ecológica	Preserva y mejora la diversidad y complejidad de los ecosistemas, su productividad, los ciclos naturales y la biodiversidad.
Social	Promueve un acceso equitativo a los bienes ambientales para generaciones presentes y futuras, y entre géneros y culturas.
Económica	Redefine la actividad económica según las necesidades materiales e inmateriales, no solo como carencias sino también como potencialidades, y se basa en unidades de producción local y diversificada.
Política	Asegura la participación directa de las comunidades en la toma de decisiones, en la definición de su futuro colectivo y en la gestión de los bienes ambientales a través de gobiernos descentralizados y democráticos.

*Nota.* (Martínez, 2008).

La Tabla 2 sobre dimensiones para el desarrollo sostenible considera los siguientes ámbitos ecología, social, económica y políticas para la determinación de la huella ecológica.

**2.3.1.8. Para reducir la huella ecológica**

- **Usar un transporte limpio:** Las principales emisiones de CO<sub>2</sub> de los ciudadanos se debe al uso de vehículos motorizados que requieren de combustible fósil para fusionar. Estos combustibles emiten en su uso de gases de efecto invernadero que producen el incremento de temperatura. El emplear transporte público para grandes distancias minimizan la huella de carbono (Mataix, 2010).

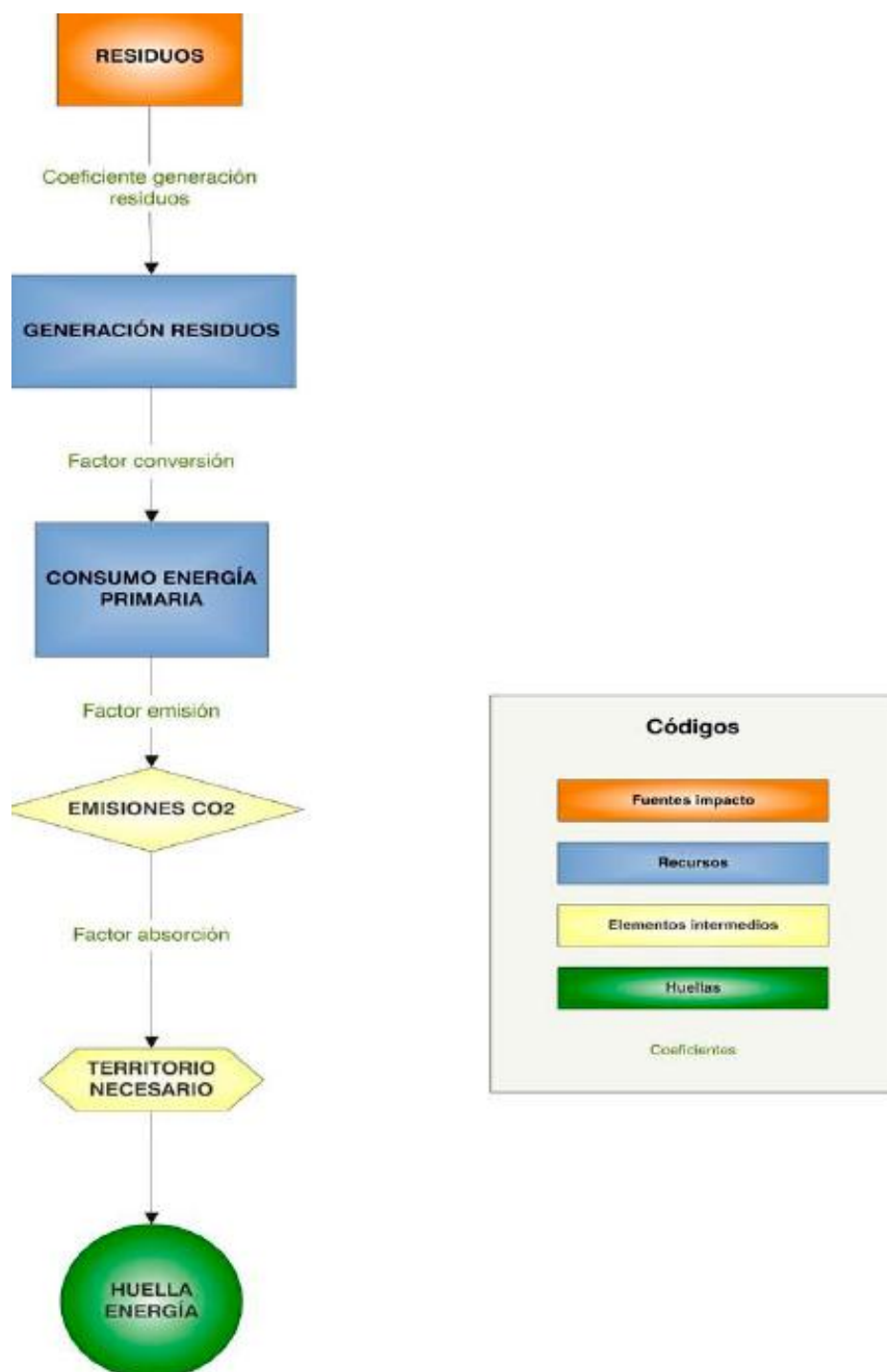
- **Reduce tu consumo de agua:** El consumo de agua influye en el aumento de la huella ecológica (Hoffmann, 2016).
- **Consumir de manera responsable:** Compra productos locales y orgánicos, reduce el consumo de carne y productos procesados, y utiliza productos reciclados y reutilizables (Hoffmann, 2016).
- **Ahorrar energía:** Instala bombillas de bajo consumo, utiliza electrodomésticos de alta eficiencia energética, apaga los dispositivos electrónicos cuando no los estés utilizando y utiliza la energía renovable siempre que sea posible (Hoffmann, 2016).
- **Reducir los desechos:** Recicla, reduce y reutiliza los materiales siempre que sea posible. Compra productos con menos envases, utiliza bolsas y contenedores reutilizables, y separa adecuadamente los residuos. Evita la generación de residuos con productos duraderos (Hoffmann, 2016).
- **Transporte sostenible:** Usa el transporte público, camina o anda en bicicleta cuando sea posible. Si necesita un vehículo, considere opciones más eficientes en términos de combustible o elija vehículos eléctricos (Hoffmann, 2016).
- **Reducir el uso de agua:** Instala dispositivos de ahorro de agua, repara las fugas de agua y reduce el uso de agua en la ducha y en la lavadora (Hoffmann, 2016).
- **Educación y sensibilización:** Aprende sobre el medio ambiente y comparte tus conocimientos y preocupaciones con los demás. Habla con amigos y familiares sobre las formas en que pueden ayudar a reducir la huella ecológica (Hoffmann, 2016).
- **Participa en acciones colectivas:** Únete a grupos y organizaciones que trabajan para proteger el medio ambiente y participa en iniciativas locales que buscan mejorar la sostenibilidad (Hoffmann, 2016).

#### 2.3.1.9. Cálculo de la huella de los residuos, emisiones y vertidos

Existen parámetros para determinar la huella vinculada a los residuos: los residuos sólidos urbanos (RSU) generados por cada distrito y la caracterización de residuos sólidos de los distritos urbanos (Solis, 2010).

**Figura 1**

*Metodología a seguir para el cálculo de la HE de los residuos*



*Nota.* Adaptado de Solís (2010).

La Figura 1 Metodología a seguir para el cálculo de la HE de los residuos, explica el procedimiento desde los residuos que considera desde su generación, consumo energía prima, generación de emisiones CO<sub>2</sub>, territorio necesario, obteniendo una huella a través de energía.

### **2.3.1.10. Gestión de residuos en relación con la huella ecológica**

La gestión de residuos juega un papel crucial en la reducción de la huella ecológica, ya que afecta directamente a la cantidad y tipo de desechos que ingresan al medio ambiente. Aquí se exploran algunos aspectos clave de la gestión de residuos en relación con la huella ecológica (Rosas, 2019).

1. Reducción en la fuente: Fomentar un consumo consciente y la reutilización de productos (Rosas, 2019).
2. Reciclaje eficiente: Fortalecer la recolección selectiva y las plantas del reciclaje (Rosas, 2019).
3. Gestión de residuos orgánicos: Impulsar programas de compostaje para reducir residuos en vertederos y mejorar el suelo (Rosas, 2019).
4. Tecnologías innovadoras: Como la conversión de residuos en energía y la pirolisis (Rosas, 2019).
5. Educación ambiental: Promover la participación ciudadana en prácticas responsables (Rosas, 2019).
6. Economía circular: Diseñar productos reutilizables, reparables y reciclables (Rosas, 2019).
7. Responsabilidad del productor: Obligar a los fabricantes a hacerse cargo de los residuos que generan (Rosas, 2019).
8. Normativas y políticas: Aplicar leyes que restrinjan materiales no reciclables y sancionen malas prácticas (Rosas, 2019).
9. Evaluación de la huella hídrica y de carbono: Medir y mitigar el impacto total de la gestión de residuos (Rosas, 2019).

La implementación efectiva de estas prácticas y políticas puede contribuir significativamente a la reducción de la huella ecológica asociada con la gestión de residuos, promoviendo un enfoque más sostenible y responsable hacia la generación y tratamiento de desechos.

#### **2.3.1.11. Estrategias de gestión de residuos sólidos en la huella ecológica**

La gestión de residuos sólidos y la reducción de la huella ecológica son objetivos interrelacionados que requieren enfoques sostenibles y prácticas responsables. Aquí se presentan algunas estrategias que pueden contribuir a una gestión más efectiva de los residuos sólidos y, al mismo tiempo, reducir su huella ecológica: (Luna, 2003).

1. Promoción de la Reducción en la Fuente: Adoptar hábitos de consumo responsables (comprar a granel, usar envases reutilizables) para disminuir los residuos desde su origen (Luna, 2003).
2. Reciclaje Eficiente: Crear programas comunitarios de reciclaje con infraestructura y educación para separar adecuadamente los desechos (Luna, 2003).
3. Fomento de la Economía Circular: Reutilizar, reciclar y reincorporar materiales en nuevos productos para reducir la extracción de recursos (Luna, 2003).
4. Compostaje de Residuos Orgánicos: Transformar desechos orgánicos en compost, reduciendo lo enviado a vertederos y mejorando la fertilidad del suelo (Luna, 2003).
5. Gestión Responsable de Residuos Peligrosos: Manejar de forma segura residuos químicos, electrónicos u otros riesgosos para prevenir daños ambientales y de salud (Luna, 2003).
6. Tecnologías Innovadoras: Aplicar procesos como conversión de residuos en energía o pirolisis para aprovechar recursos y reducir vertederos (Luna, 2003).
7. Legislación y Regulación: Establecer leyes que limiten materiales no reciclables e incentiven prácticas sostenibles en la gestión de residuos (Luna, 2003).
8. Participación Comunitaria: Involucrar a la ciudadanía mediante campañas, voluntariado y actividades de limpieza para generar corresponsabilidad (Luna, 2003).

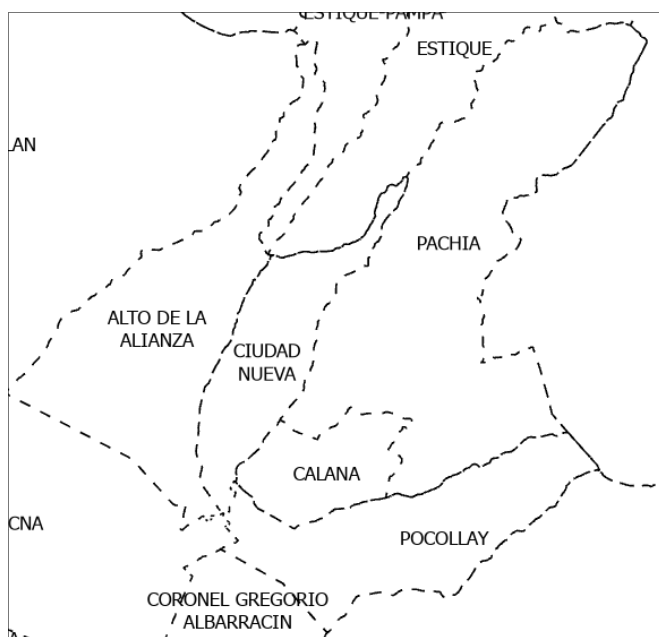
9. Investigación y Desarrollo: Impulsar nuevas tecnologías y estrategias que mejoren la eficiencia y sostenibilidad en el manejo de residuos (Luna, 2003).
10. Monitoreo y Evaluación Constante: Evaluar continuamente las políticas aplicadas para ajustar y optimizar los resultados en gestión de residuos (Luna, 2003).
11. Educación Ambiental: Promover programas educativos que sensibilicen sobre la relación entre manejo responsable de residuos y reducción de la huella ecológica (Luna, 2003).

La combinación de estas estrategias puede contribuir significativamente a una gestión de residuos sólidos más sostenible y a la reducción de la huella ecológica asociada con la generación y el manejo de desechos. La colaboración entre gobiernos, empresas, comunidades y ciudadanos es esencial para lograr un cambio significativo en esta área (Luna, 2003).

### 2.3.2. Distritos urbanos de Tacna

#### Figura 2

*Distritos Urbanos de Tacna donde realizan reutilización de residuos*



*Nota.* Elaboración propia.

La Figura 2 se puede visualizar los distritos de Tacna los cuales realizan la reutilización de residuos sólidos municipales tanto orgánicos como inorgánicos y para esta investigación se consideró al distrito de Tacna, Alto de la Alianza y Ciudad Nueva.

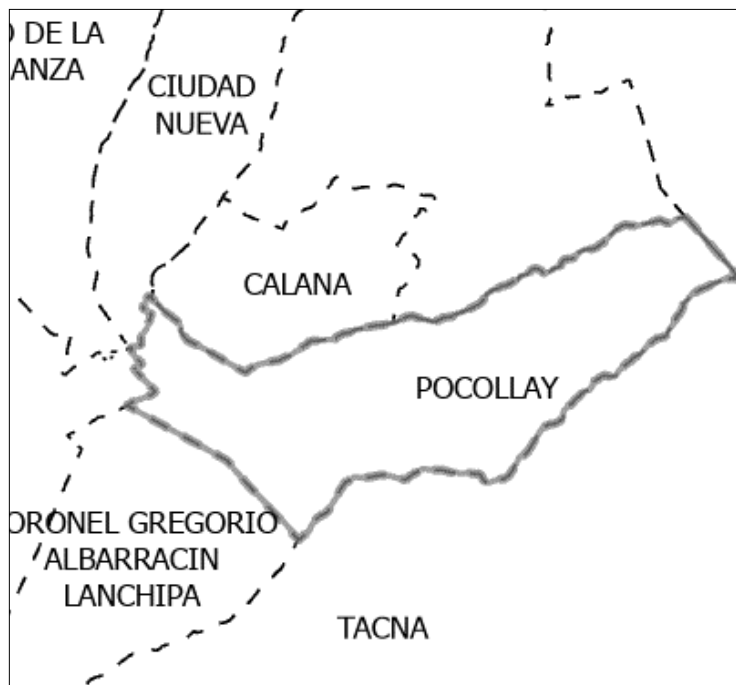
### 2.3.2.1. Distrito de Tacna

#### a) UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La ubicación del distrito de Tacna, de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística e Informática de Tacna, le corresponde el código N° 230101. El distrito de Tacna fue creado mediante Ley N° 27415 de fecha 03 de febrero 2001 y se encuentra ubicado al Este de la República de Chile, siendo sus coordenadas geográficas se sitúan entre 18°0'0" latitud sur y 70°15'0".

### Figura 3

*Distrito de Tacna*



*Nota.* Elaboración propia.

La Figura 3 presenta la ubicación del distrito de Tacna precisando la delimitación de sus fronteras territoriales colindantes Pocollay, coronel Gregorio Albarracín Lanchipa y Alto de la Alianza.

## **b) LÍMITES**

- El distrito en cuestión se delimita de acuerdo con la Ley de Demarcación Territorial de la provincia de Tacna (2001), estableciendo sus fronteras en las direcciones Noroeste, Nordeste, Este, Sudeste, Oeste y Suroeste (Ley de demarcación territorial de la provincia de Tacna, departamento de Tacna, 2001).
- Los límites en las zonas noroeste y nordeste inician en la desembocadura de una quebrada sin nombre en el Océano Pacífico (UTM 7987 Km N y 330 Km E). El trazo asciende por la quebrada, cruza la vía Costanera y alcanza la fuente. Luego bordea la ladera sudeste del cerro Los Pabellones hasta su cumbre, continúa hacia el cerro Miraflores y sigue por las cumbres del cerro Siete Colores hasta el cerro Chombo, descendiendo hacia la quebrada Los Gredales (Ley de demarcación territorial de la provincia de Tacna, departamento de Tacna, 2001).
- Desde allí, se dirige al este hasta UTM 8015,2 Km N y 343,2 Km E, cruza la Carretera Panamericana y sigue hacia el sudeste por avenidas urbanas como Circunvalación Norte, Tarata, Industrial y otras, llegando al Óvalo Tarapacá. Posteriormente, continúa hacia el cerro Molles, baja a la Panamericana y avanza al sur por las quebradas La Garita y Vidiapita, hasta el cerro Encanto, finalizando en el Hito N° 37 de la frontera con Chile (Ley de demarcación territorial de la provincia de Tacna, departamento de Tacna, 2001).
- En la dirección Este y Sudeste, el límite corresponde a la frontera con Chile, siguiendo la línea internacional desde el Hito N° 37 hasta el punto Concordia. Finalmente, en dirección Oeste y Suroeste, limita con el Océano Pacífico, siguiendo la línea costera desde Concordia hasta la quebrada inicial (Ley de demarcación territorial de la provincia de Tacna, departamento de Tacna, 2001).

### c) SUPERFICIE TERRITORIAL

La superficie del Distrito de Tacna es de 2 047,18 (Km<sup>2</sup>), que representa el 16,26 % de la provincia de Tacna (Navarro, 2019).

### d) POBLACIÓN

**Tabla 3**

*Población censada*

Provincia, distrito, y edades simples (años)	Total	Población	
		Hombres	Mujeres
Menores de 1	1 075	545	530
De 1 a 4	4 702	2 320	2 382
De 5 a 9	6 493	3 348	3 145
De 10 a 14	6 749	3 394	3 355
De 15 a 19	7 006	3 592	3 414
De 20 a 24	7 466	3 664	3 802
De 25 a 29	7 125	3 406	3 719
De 30 a 34	6 753	3 099	3 654
De 35 a 39	7 484	3 420	4 064
De 40 a 44	7 218	3 321	3 897
De 45 a 49	6 510	3 106	3 404
De 50 a 54	5 526	2 585	2 491
De 55 a 59	4 730	2 204	2 526
De 60 a 64	4 165	1 948	2 217
De 65 a más	9 970	4 848	5 122
	92 972		

*Nota.* Elaboración propia - (INEI, 2018).

La Tabla 3 población censada de acuerdo a los resultados del INEI, ascienden a 92 972 personas diferenciadas en series de menores de 1 año hasta más de 65 años.

**Tabla 4**

*Población Urbana*

Provincia, distrito, y edades simples (años)	Total	Población	
		Hombres	Mujeres
Menores de 1	1 068	542	526
De 1 a 4	4 661	2 297	2 364
De 5 a 9	6 455	3 334	3 121
De 10 a 14	6 715	3 377	3 338
De 15 a 19	6 973	3 576	3 397
De 20 a 24	7 425	3 639	3 786
De 25 a 29	7 082	3 379	3 703
De 30 a 34	6 718	3 085	3 633
De 35 a 39	7 442	3 400	4 042
De 40 a 44	7 169	3 297	3 872
De 45 a 49	6 470	3 082	3 388
De 50 a 54	5 498	2 565	2 933
De 55 a 59	4 693	2 184	2 509
De 60 a 64	4 130	1 982	2 202
De 65 a más	9 884	4 800	5 084
	92 383		

*Nota.* Elaboración propia - (INEI, 2018).

La Tabla 4 población urbana de acuerdo a los resultados del INEI, asciende a 92 383 personas diferenciados en series menos de 1 año hasta más de 65 años.

**Tabla 5***Población Rural*

Provincia, distrito, y edades simples (años)	Total	Población	
		Hombres	Mujeres
Menores de 1	7	3	4
De 1 a 4	41	23	18
De 5 a 9	38	14	24
De 10 a 14	34	17	17
De 15 a 19	33	16	17
De 20 a 24	41	25	16
De 25 a 29	43	27	16
De 30 a 34	35	14	21
De 35 a 39	42	20	22
De 40 a 44	49	24	25
De 45 a 49	40	24	16
De 50 a 54	28	20	8
De 55 a 59	37	20	17
De 60 a 64	35	20	15
De 65 a más	86	48	38
	589		

*Nota.* Elaboración propia - (INEI, 2018).

La Tabla 5 población rural de acuerdo a los resultados del INEI, asciende a 589 personas diferenciados en series menos de 1 año hasta más de 65 años.

## e) ASPECTOS TÉCNICOS Y OPERATIVOS

### A. GENERACIÓN

Se lleva a cabo un análisis detallado de la composición de los residuos sólidos municipales generados por diversos tipos de fuentes, incluyendo hogares, negocios y entidades especiales (MPT, 2021).

### B. GENERACIÓN DOMICILIARIA

En el distrito de Tacna, cada persona produce 0,57 kg de residuos sólidos diarios, lo que da como resultado una generación anual total de 21 526,53 toneladas de residuos domiciliarios. A continuación, se presentan los datos registrados en SIGERSOL 2020.

**Tabla 6**

*Aspectos generales de los residuos domésticos*

Densidad	135,07 kg/m <sup>3</sup>
Generación per cápita (GPC)	0,57 kg/hab/día
Generación total de residuos sólidos domiciliarios	21526,53 tm/año

*Nota.* (MPT, 2021).

La Tabla 6 Aspectos generales de los residuos domésticos considera la generación per cápita (generación de residuos sólidos por habitante diario) y generación total de residuos domiciliarios del distrito de Tacna medido en tonelada por año.

### C. GENERACIÓN NO DOMICILIARIA

Para el distrito de Tacna, la cantidad total de residuos no domiciliarios asciende a 3 567,36 toneladas anuales. Estos residuos provienen de diversas fuentes, incluyendo instituciones educativas, tanto públicas como privadas, restaurantes, bares, comercios, mercados y hoteles, de acuerdo con los datos reportados por SIGERSOL 2020.

**Tabla 7***Orígenes de los residuos sólidos no domiciliarios*

Origen de residuos no domiciliarios	Cantidad (Kg/día)
Instituciones educativas	906,79
Restaurantes	3673,12
Barrido	197,43
Establecimientos comerciales	1054,16
Instituciones públicas y privadas	148,83
Mercados	3359,54
Hoteles	433,73

*Nota.* (MPT, 2021).

La Tabla 7 orígenes de los residuos sólidos no domiciliarios segrega los tipos de establecimientos generadores de residuos sólidos municipales encontrados en el distrito de Tacna considerado por kg/día.

#### **D. GENERACIÓN DE RESIDUOS ESPECIALES**

En el distrito de Tacna, la generación anual total de residuos especiales es de 0,6361 toneladas métricas, originados en lubricentros, veterinarias, laboratorios y centros comerciales, según lo reportado por SIGERSOL 2019.

**Tabla 8***Generación total y per cápita de residuos especiales*

Fuente de generación	Generación promedio corregido (kg/establecimiento/día)	Total, de generadores	Generación total (Kg/día)	Generación total (Tn/día)	GPC (Kf/generador/día)
Lubricantes	2,15	35	75,262	0,0752	0,061
Veterinarias	3,137	30	94,108	0,0941	0,105
Laboratorios	1,265	33	41,754	0,0418	0,038
Centros comerciales	10,893	39	424,81	0,425	0,279

*Nota.* (MPT, 2021).

La Tabla 8 generación total y per cápita de residuos especiales considera como fuente de generadores de residuos especiales a los lubricantes, veterinarias, laboratorios y centros comerciales, teniendo a este último una generación promedio corregido de 10,893 kg/establecimiento/día.

### **E. ALMACENAMIENTO**

El almacenamiento temporal de los residuos sólidos en el distrito de Tacna se realiza en diferentes lugares con los siguientes detalles:

- A nivel domiciliario: Los residuos se almacenan en bolsas plásticas, sacos y cajas de cartón, y en menor proporción en tachos plásticos. Estos son depositados en la vía pública para ser recogidos por el camión de recolección.
- A nivel comercial e institucional: Los mercados almacenan sus residuos en contenedores municipales vaciados según cronograma. Los residuos orgánicos son vendidos por los comerciantes a criadores de cerdos, mientras que papel y cartón son reciclados por segregadores, quedando mínima fracción no reutilizable. Las instituciones concentran sus desechos para su traslado al relleno sanitario.

- A nivel de espacios públicos: E el almacenamiento temporal se realiza en papeleras y contenedores ubicados en calles, parques y avenidas. Estas papeleras, de metal y fibra de vidrio con capacidad de 10 litros, suman 54 puntos identificados, con una recolección anual de 1,639.64 m<sup>3</sup>.

**Tabla 9***Contenedores de almacenamiento*

Recipiente	Total
Contenedor	185
Papelera	84
Cilindro	11

*Nota.* (MPT, 2021).

La Tabla 9 contenedores de almacenamiento registrados son de 185 contenedores, 84 papeleras y 11 cilindros instalados en las diversas zonas del distrito de Tacna.

**Tabla 10***Cantidad de Contenedores superficiales a partir de 300 L*

Estado	Capacidad (L)	Almacén (m <sup>3</sup> /semana)	Contenedores por ubicación				Total
			Mercados	Parques	Vías	Otros	
Operativo, Buen estado	1100	7	14	0	115	10	1246
Operativo, mal estado	600	3	0	0	0	20	623

*Nota.* (MPT, 2021).

La Tabla 10 cantidad de contenedores superficiales a partir de 300 L, se encuentran 1 246 de 1 100 L en buen estado y 623 de 600 L en mal estado ubicados en mercados, parques, vías y otros.

En relación con la limpieza de los dispositivos de almacenamiento, el personal encargado del barrido de calles y avenidas recoge estos dispositivos en bolsas de polietileno de forma diana. Luego, se colocan en un contenedor y se transportan al botadero municipal para su disposición final.

## **F. BARRIDO DE VÍAS Y ESPACIOS PÚBLICOS**

El servicio de barrido busca mantener limpias las calles y espacios públicos mediante barrido manual con escobas y, en campañas especiales, barredoras mecánicas. Su cobertura abarca toda la jurisdicción distrital y se ejecuta de forma directa, retirando residuos como papeles, bolsas y tierra en las bermas y en la franja de un metro entre sardinel y pista.

Se aplican dos modalidades: manual y mecanizada, según la zona y frecuencia requerida. El barrido manual cubre 72,05 km diarios, en dos turnos: el nocturno (10:00 p.m.–6:00 a.m.) con 18 rutas, y el diurno (6:00 a.m.–2:00 p.m. y 10:00 a.m.–6:00 p.m.) con 7 rutas. Se utilizan dos buses para el transporte del personal. Las actividades principales son: (1) barrido manual y limpieza de áreas ornamentales, (2) barrido mecanizado y transporte de personal, y (3) gestión y supervisión del servicio.

Para el servicio de barrido de calles se ha determinado tres (03) actividades, las cuales son:

- Actividad 1: Barrido manual de calles, vías y limpieza de áreas ornamentales.
- Actividad 2: Barrido mecanizado y transporte de personal.
- Actividad 3: Gestión, supervisión y control del servicio.

## **G. RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE**

La Unidad de Gestión de Limpieza Pública administra la recolección y transporte de residuos sólidos. El método aplicado es la recolección en vereda, que sigue rutas y horarios

definidos. Los operarios depositan los residuos en vehículos compactadores que avanzan a baja velocidad, incluyendo zonas comerciales y puntos críticos.

Este servicio cubre al 100 % de la población, atendiendo 5 478 viviendas al año en 7 sectores, mediante 9 rutas que abarcan todo el distrito de Tacna.

## **H. VALORIZACIÓN**

La valorización forma parte de la Meta 3 del sistema integrado de gestión de residuos sólidos municipales, enfocándose en residuos orgánicos e inorgánicos.

En cuanto a los orgánicos, la planta de compostaje de la MPT transforma los residuos en abono. Entre junio y noviembre de 2019 se produjeron 4,39 t de compost, y en 2020, 3,46 t. Los residuos inorgánicos se procesan para su recuperación y reciclaje, fortaleciendo la economía circular.

## **I. DISPOSICIÓN FINAL**

Los residuos recolectados son trasladados en compactadores hasta el área degradada de Alto Intiorko (Ciudad Nueva), con 243 578,54 m<sup>2</sup>, donde se gestionan unas 3 091,42 t/mes. Este servicio beneficia a los distritos de Alto de la Alianza, Calana, Ciudad Nueva, Gregorio Albarracín, La Yarada-Los Palos y Pocollay.

La segregación se realiza de forma parcial e informal, principalmente a través de criaderos de cerdos, lo que implica riesgos sanitarios. Desde 2011 funciona el Programa de Segregación en la Fuente, que promueve la separación selectiva en los hogares con apoyo de juntas vecinales, universidades e instituciones educativas.

## **J. ASPECTOS TÉCNICOS Y OPERATIVOS**

### **a) OBJETIVOS**

Establecer una gestión eficaz y adecuada de los residuos sólidos municipales en el distrito, con el objetivo de minimizar los impactos negativos en el medio ambiente y la salud, además de optimizar el uso de los residuos.

### **b) MEDIOS**

Se plantea crear plantas para residuos especiales y de construcción, ampliar la cantidad de contenedores, optimizar rutas de recolección y barrido, erradicar puntos críticos, formalizar recicladores, capacitar personal y fortalecer la educación ambiental y tributaria. Además, se actualizarán las normativas y sanciones.

### **c) ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN**

Fortalecer capacidades municipales, aprobar ordenanzas, implementar un plan de contingencia y sanciones específicas, así como consolidar la coordinación interinstitucional. También se busca mejorar la valorización, promover la formalización de recicladores, sensibilizar sobre el pago del servicio y reforzar la fiscalización del manejo de residuos.

#### **2.3.2.2. Distrito Alto de la Alianza**

##### **a. UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

La ubicación del distrito de Alto de la Alianza, de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística e Informática de Tacna, le corresponde el código N° 230103. El distrito de Alto de la Alianza fue oficialmente creado el 10 de mayo de 1984 a través del decreto legislativo N° 23828. Se encuentra en la región suroccidental del país, al norte de la ciudad de Tacna, con las coordenadas geográficas 17°59'31" de latitud sur y 70°14'44" de longitud oeste. Estas

coordenadas corresponden a la Plaza Mayor José A. Quiñónez, en el Centro Poblado La Esperanza, que es la capital del distrito (Municipalidad Distrital Alto de la Alianza, 2021).

#### Figura 4

*Distrito Alto de la Alianza*



*Nota.* Elaboración propia.

La Figura 4 presenta la ubicación del distrito Alto de la Alianza precisando la delimitación de sus fronteras territoriales colindantes Inclán y Ciudad Nueva.

#### b. LÍMITES

Según la ley N° 23828, que crea el distrito de Alto de la Alianza en el departamento de Tacna, con la capital en el centro poblado La Esperanza, el cual asciende a la categoría de pueblo, se establecen los límites del distrito de Alto de la Alianza: (Crean en el departamento de Tacna, el distrito de Alto de la Alianza, cuya capital será el centro poblado la Esperanza, 1984).

- Por el Noroeste: Limita con el distrito de Tacna, iniciando en la proyección de la calle Brasil en la divisoria de los cerros de la Crista (cerro Intiorko), y continúa en dirección noreste hasta unos 15 km en línea recta, alcanzando aproximadamente 930 m de altitud (Crean en el departamento de Tacna, el distrito de Alto de la Alianza, cuya capital será el centro poblado la Esperanza, 1984).
- Por el Noreste: colinda con el distrito de Pocollay. El límite sigue en dirección sureste (aprox. Sur 20° Este) hasta la avenida que conduce al Autódromo, desde donde continúa en línea recta hacia el suroeste hasta la intersección de las avenidas Circunvalación Este y Circunvalación Norte (Crean en el departamento de Tacna, el distrito de Alto de la Alianza, cuya capital será el centro poblado la Esperanza, 1984).
- Por el Sureste, Sur y Suroeste: el límite se traza hacia el oeste siguiendo la Av. Circunvalación Norte, luego la Av. Gustavo Pinto hasta la Av. Industrial, y continúa hasta la intersección con la calle Brasil (Crean en el departamento de Tacna, el distrito de Alto de la Alianza, cuya capital será el centro poblado la Esperanza, 1984).
- Por el Oeste: Nuevamente limita con el distrito de Tacna, siguiendo el eje de la calle Brasil hacia el norte hasta alcanzar la divisoria de los cerros de la Cripta (cerro Intiorko) (Crean en el departamento de Tacna, el distrito de Alto de la Alianza, cuya capital será el centro poblado la Esperanza, 1984).

### **c. SUPERFICIE TERRITORIAL**

El Distrito Alto de la Alianza abarca un territorio de 40,756 hectáreas, de 240 hectáreas de área urbana, con una amplia extensión de tierras no cultivadas (Municipalidad distrital Alto de la Alianza, 2021).

#### d. POBLACIÓN

**Tabla 11**

*Población censada*

Provincia, distrito, y edades simples (Años)	Total	Población	
		Hombres	Mujeres
Menores de 1	403	195	208
De 1 a 4	1 774	904	870
De 5 a 9	2 478	1 267	1 211
De 10 a 14	2 492	1 274	1 218
De 15 a 19	2 781	1 404	1 377
De 20 a 24	3 175	1 574	1 601
De 25 a 29	3 157	1 597	1 560
De 30 a 34	3 008	1 495	1 513
De 35 a 39	2 933	1 427	1 506
De 40 a 44	2 666	1 327	1 339
De 45 a 49	2 213	1 076	1 137
De 50 a 54	1 837	894	943
De 55 a 59	1 444	673	771
De 60 a 64	1 258	608	650
De 65 a más	2 442	1 159	1 283
	34 061		

*Nota.* Elaboración propia - (INEI, 2018).

La Tabla 11 Población censada ilustra la población del distrito Alto de la Alianza, por estratos de edades de hombres y mujeres desde menores a 1 año con un total de 403 y mayores de 65 años 2442 habitantes.

**Tabla 12***Población Urbana*

Provincia, distrito, y edades simples (años)	Total	Población	
		Hombres	Mujeres
Menores de 1	402	194	208
De 1 a 4	1 774	904	870
De 5 a 9	2 475	1 266	1 209
De 10 a 14	2 488	1 271	1 217
De 15 a 19	2 766	1 390	1 376
De 20 a 24	3 166	1 565	1 601
De 25 a 29	3 152	1 592	1 560
De 30 a 34	3 005	1 494	1 511
De 35 a 39	2 924	1 423	1 501
De 40 a 44	2 654	1 319	1 335
De 45 a 49	2 202	1 067	1 135
De 50 a 54	1 831	892	939
De 55 a 59	1 436	670	766
De 60 a 64	1 250	603	647
De 65 a más	2 433	1 155	1 278
	33 958		

*Nota.* Elaboración propia - (INEI, 2018).

La Tabla 12 Población Urbana que muestra es de 402 menores de 1 año y 2433 mayores de 65 años ubicados en la zona urbana del distrito Alto de la Alianza.

**Tabla 13***Población Rural*

Provincia, distrito, y edades simples (años)	Total	Población	
		Hombres	Mujeres
Menores de 1	1	1	-
De 1 a 4	-	-	-
De 5 a 9	3	1	2
De 10 a 14	4	3	1
De 15 a 19	15	14	1
De 20 a 24	9	9	-
De 25 a 29	5	5	-
De 30 a 34	3	1	2
De 35 a 39	9	4	5
De 40 a 44	12	8	4
De 45 a 49	11	9	2
De 50 a 54	6	2	4
De 55 a 59	8	3	5
De 60 a 64	8	5	3
De 65 a más	9	4	5
	103		

*Nota.* Elaboración propia - (INEI, 2018).

La Tabla 13 Población Rural que muestra es de 01 menor de 1 año y 09 mayores de 65 años ubicados en la zona rural del distrito Alto de la Alianza.

## e. ASPECTOS TÉCNICOS Y OPERATIVOS

### a. GENERACIÓN

En 2019, el distrito de Alto de la Alianza tenía una población proyectada de 41 214 habitantes (ECRS-2019), con una generación de residuos sólidos per cápita de 0,486 kg por persona al día, según el "Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales del Distrito Alto de la Alianza - 2019". Se generaron 20,03 toneladas diarias de residuos sólidos domiciliarios, mientras que los residuos no domiciliarios sumaron 4,023 toneladas al día. En total, la generación de residuos municipales fue de 24,053 toneladas diarias, lo que implica una generación per cápita municipal de 0,584 kg por habitante al día, según los datos del estudio de 2019.

**Tabla 14**

*Generación de Residuos Sólidos Domiciliarios en el Distrito Alto de la Alianza*

	Población	GPC	Generación	Generación	Generación
Año	Proyecta	Domiciliaria	Diaria	Mensual	Anual
	(Hab)	(Kg/Hab/Día)	(Ton/día)	(Ton/mes)	(Ton/Año)
2019	41214	0,486	20,03	600,90	7310,95

*Nota.* Estudio de caracterización de Residuos Sólidos Municipales del Distrito Alto de la Alianza – 2019.

La Tabla 14 Generación de Residuos sólidos domiciliarios en el distrito Alto de la Alianza del año 2019, asciende a 7 310,95 Ton/año.

#### a) Generación Total de Residuos Sólidos Municipales

La generación total de residuos sólidos en el distrito Alto de la Alianza, está dada por la generación de residuos sólidos domiciliarios, no domiciliarios y especiales con su respectivo GPC está estimado en 24,05 Ton/día para el año 2019, se representa a continuación los aportes de cada fuente de generación y el total:

**Tabla 15***Generación Total de residuos sólidos municipales del distrito Alto de la Alianza*

Tipo de Generador	Fuente de Generación	Generación Total (Ton/día)	Porcentaje (%)	Generación Total (Ton/Año)	
Domiciliarios	Viviendas	20,030	83,27	7310,95	
	Establecimientos Comerciales	2,344	9,75	855,71	
	Restaurantes	0,303	1,26	110,40	
	Hoteles	0,375	1,56	136,75	
	No domiciliarios	Instituciones públicas y privadas	0,398	1,65	145,29
		Instituciones Educativas	0,118	0,49	43,18
		Mercados	0,270	1,12	98,17
		Barrido de Limpieza pública	0,120	0,50	43,18
	Especiales	Lubricentro	0,005	0,02	1,72
		Veterinarios	0,007	0,03	2,37
Centros Comerciales		0,084	0,35	30,48	
	<b>Total</b>	<b>24,053</b>	<b>100,00</b>	<b>8779,37</b>	

*Nota.* Estudio de caracterización de Residuos Sólidos Municipales del Distrito Alto de la Alianza – 2019.

La Tabla 15 Generación total de residuos sólidos municipales del distrito Alto de la Alianza de domiciliarios, no domiciliarios y especiales ascienden a 8 779,37 ton/año.

## **b) ALMACENAMIENTO**

A. Almacenamientos domiciliarios: El almacenamiento de los residuos sólidos en las viviendas se efectúa en diversos recipientes como costales, bolsas plásticas, cajas de

cartón, baldes y tachos de plástico, entre otros, los cuales se reutilizan. Además, es común el uso de bolsas plásticas desechables, las cuales se entregan a la unidad recolectora junto con los residuos generados en cada hogar.

- B. Almacenamiento público: El almacenamiento de residuos sólidos en las vías o espacios públicos se dan principalmente en contenedores de 1100 litros o cilindros, causados por:
- a. El horario de recolección no se ajusta a los hábitos o la presencia de la población en sus hogares.
  - b. Existe un bajo nivel de educación ambiental en cuanto al manejo adecuado de los residuos sólidos.
  - c. La cobertura de recolección de residuos sólidos domiciliarios no abarca a toda la población.

#### **c) BARRIDO DE VÍAS Y ASPECTOS PÚBLICOS**

En la municipalidad distrital de Alto de la Alianza, el barrido se realiza de manera manual por personal municipal, utilizando herramientas básicas como escobas, recogedores y tachos de recolección, con una frecuencia diaria. El número de barredores se determina de acuerdo con el indicador del MINAM, que establece 2,3 km lineales por día.

El sistema de barrido cubre el 35 % del total del distrito, asegurando la cobertura del 100 % en la zona central, con mayor eficacia en las áreas periféricas, donde se han formado nuevas asociaciones de viviendas y/o asentamientos humanos.

#### **d) RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE**

La municipalidad distrital de Alto de la Alianza ofrece el servicio de barrido, recolección y transporte de residuos de manera directa. Este servicio abarca las siguientes actividades: la recolección de residuos sólidos en su punto de origen conforme a los horarios y frecuencias establecidos, y su posterior traslado al sitio de descarga para su disposición final.

## **e) TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS**

### **a. Valorización de residuos sólidos orgánicos**

Los residuos sólidos orgánicos representan más del 50 % de residuos que se generan, que a su vez puede ser valorizados aplicando distintas tecnologías. Así, la tecnología empleada para la valorización ha sido el compostaje, un proceso en el que microorganismos y macroorganismos descomponen la materia orgánica en presencia de oxígeno. La fuente de generación de los residuos sólidos son los parques y jardines (restos de poda) que a través de su mantenimiento se desechan, así como las viviendas y puestos de mercado.

Para la implementación de la valorización de los residuos sólidos orgánicos municipales, se identificaron las siguientes prioridades de generación de material orgánica:

- a. Áreas verdes, se consideraron un total de nueve áreas verdes entre plazas, avenidas, parques y plazuelas, dentro del casco urbano.
- b. Mercados, se incluyó a los socios del mercado la esperanza, siendo uno de los principales centros de abastos en el distrito, contando con la participación actividad de 25 socios de la sección verduras.
- c. Viviendas, conto con la participación de 30 familias.

### **b. Valorización de residuos sólidos inorgánicos**

Desde 2012, la municipalidad distrital de Alto de la Alianza ha implementado un programa de tratamiento de residuos sólidos inorgánicos a través de la meta 3. Durante los años 2017, 2018 y 2019, la cantidad total de residuos sólidos reaprovechados alcanzó las 126 toneladas por año.

En 2019, participaron 2 600 viviendas, 13 instituciones educativas y 80 establecimientos comerciales. Además, estos residuos fueron recolectados y valorizados por la asociación de recicladores “Reciclando Juntos” estuvo a cargo de la iniciativa. Además, se

desarrollaron campañas de sensibilización y educación ambiental enfocadas en la conservación del entorno, así como en la correcta separación y reutilización de residuos sólidos inorgánicos. Gracias a estas acciones, en el año 2019 se alcanzó la participación del 34,86 % de la población.

## **K. DISPOSICIÓN FINAL**

La municipalidad distrital Alto de la Alianza no cuenta con un relleno sanitario independiente, motivo por el cual el volumen total de recolección es llevado al botadero Municipales donde son depositados los residuos sólidos, la cantidad de residuos que se transporte es de 21 Ton/día.

## **L. PLAN DISTRITAL DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS**

### **a. OBJETIVOS**

Establecer los lineamientos, metas, estrategias y acciones necesarias para implementar el sistema de gestión y manejo de residuos sólidos, con el fin de mejorar las condiciones del servicio de limpieza pública en el distrito Alto de la Alianza.

### **b. MEDIOS**

El objetivo central para el distrito Alto de la Alianza es implementar un sistema eficiente de gestión y manejo de residuos sólidos. Esto incluye garantizar un adecuado barrido y limpieza de espacios públicos con personal capacitado y equipamiento adecuado, mejorar la recolección y transporte de residuos con puntos de acopio y vehículos en buen estado, y asegurar la valorización y disposición final correcta de los residuos. También se busca proporcionar suficiente información y promover la participación ciudadana en la segregación y recolección selectiva, junto con la minimización de residuos mediante campañas de sensibilización. Además, se requiere una gestión técnica y administrativa

efectiva, con gerencia competente y un reempadronamiento adecuado de viviendas para optimizar costos.

### **c. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN**

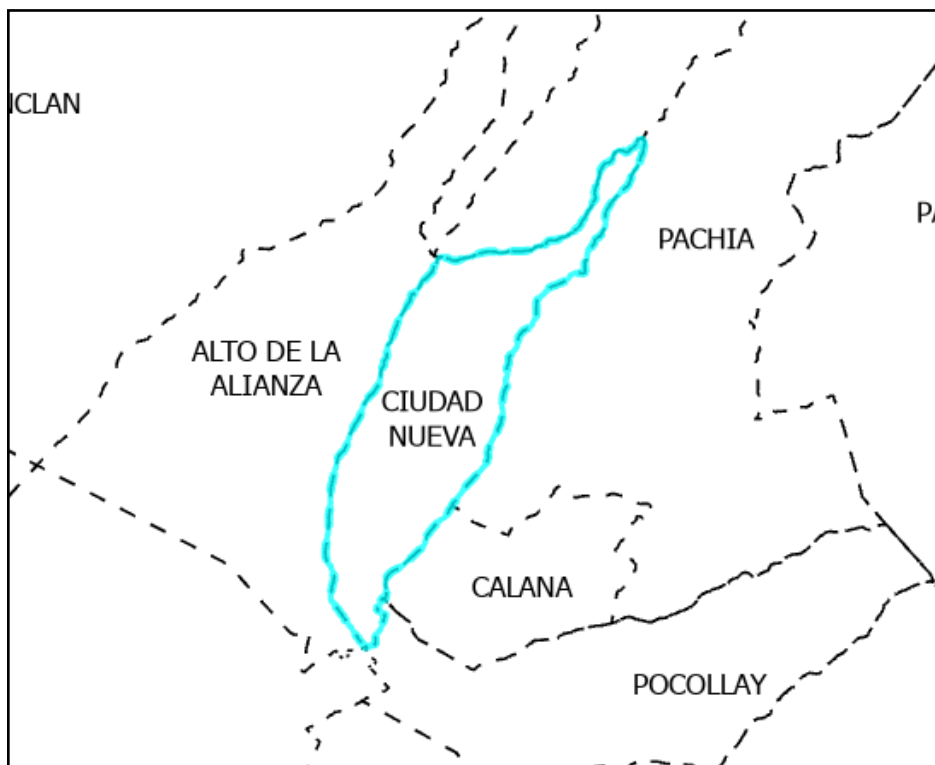
Para mejorar la gestión de residuos sólidos en el distrito Alto de la Alianza, se asegurarán condiciones óptimas de almacenamiento y personal capacitado para barrido y limpieza, junto con una adecuada distribución de rutas. Se implementarán medidas como la adquisición de equipamiento y unidades vehiculares, así como la mejora en la recolección y disposición final de residuos. Se promoverá la participación ciudadana en la segregación de residuos y se erradicarán puntos críticos. Se construirán centros de acopio y se desarrollarán campañas de sensibilización ambiental y sobre el pago del servicio de limpieza. Además, se reforzará la capacidad gerencial y administrativa mediante capacitaciones y consultorías.

### **2.3.2.3. Distrito de Ciudad Nueva**

#### **A. UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

La ubicación del distrito de Ciudad Nueva, de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística e Informática de Tacna, le corresponde el código N° 230108 (INEI, 2018).

El distrito de Ciudad Nueva fue creado mediante decreto legislativo N° 25851 de fecha 20 de noviembre del 1992, siendo sus coordenadas geográficas se sitúan entre 17°59'6,2888'' latitud y 70°14'166,172'' longitud (Crean los Distritos de Alto Selva Alegre y de Ciudad Nueva en las Provincias de Arequipa y Tacna, respectivamente, 1992).

**Figura 5***Distrito de Ciudad Nueva*

*Nota.* Elaboración propia.

La Figura 5 presenta la ubicación del distrito de Ciudad Nueva precisando la delimitación de sus fronteras territoriales colindantes Pocollay, coronel Gregorio Albarracín Lanchipa y Alto de la Alianza.

## **B. LÍMITES**

- Al norte, colinda con la provincia de Tarata, iniciando en la carretera Tacna–Tarata en la zona de Huanuara (UTM 8034,6 Km N y 374,1 Km E). Desde allí, el límite asciende hacia el noreste por las cumbres de los cerros Acircune y Quillacollo, hasta alcanzar el punto UTM 8041,5 Km N y 386,4 Km E. (Ley de demarcación territorial de la provincia de Tacna, 2001).

- Al este, comparte límites con los distritos de Pachía, Calana y Pocollay. Desde el punto UTM 8041,5 Km N y 386,4 Km E, la línea se dirige hacia el sur y suroeste, siguiendo la divisoria de aguas de las quebradas Cuyлата y Escalera. Luego recorre los cerros Gangolar, Calientes, Escudo e Inti Orcco, hasta UTM 8018,7 Km N y 374,5 Km E, y desciende por la quebrada Caramolle hasta la Avenida Evitamiento, continuando hasta la intersección con la Avenida N° 01 (Ley de demarcación territorial de la provincia de Tacna, 2001).
- Al sudoeste, limita con Pocollay, siguiendo las avenidas Evitamiento, N° 01, Circunvalación Norte y la prolongación de Daniel A. Carrión, hasta llegar a la Calle Manuel Cuadros (Ley de demarcación territorial de la provincia de Tacna, 2001).
- Al oeste, colinda con Alto de la Alianza, recorriendo la Calle Manuel Cuadros y dirigiéndose hacia la carretera Tacna–Tarata, cerrando el límite en el punto inicial de Huanuara (Ley de demarcación territorial de la provincia de Tacna, 2001).

### **C. SUPERFICIE TERRITORIAL**

La superficie del Distrito de Ciudad Nueva de Tacna es de 173.4 (Km<sup>2</sup>), de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística e Informática de Tacna (Municipalidad distrital de Ciudad Nueva, 2019).

## D. POBLACIÓN

**Tabla 16**

*Población censada*

Provincia, distrito, y edades simples (Años)	Total	Población	
		Hombres	Mujeres
Menores de 1	491	254	237
De 1 a 4	2 030	1 050	980
De 5 a 9	2 591	1 348	1 243
De 10 a 14	2 610	1 321	1 289
De 15 a 19	3 002	1 452	1 550
De 20 a 24	3 525	1 719	1 806
De 25 a 29	3 285	1 643	1 642
De 30 a 34	2 755	1 391	1 364
De 35 a 39	2 392	1 127	1 265
De 40 a 44	2 095	952	1 143
De 45 a 49	1 852	857	995
De 50 a 54	1 645	802	843
De 55 a 59	1 273	588	685
De 60 a 64	999	528	471
De 65 a más	1 321	673	648
	31 866		

*Nota.* Elaboración propia - (INEI, 2018).

La Tabla 16 Población censada ilustra la población del distrito de Ciudad Nueva por estratos de edades de hombres y mujeres desde menores a 1 año con un total de 491 y mayores de 65 años 1 321 habitantes.

**Tabla 17***Población Urbana*

Provincia, distrito, y edades simples (años)	Total	Población	
		Hombres	Mujeres
Menores de 1	491	254	237
De 1 a 4	2 026	1 048	978
De 5 a 9	2 586	1 345	1 241
De 10 a 14	2 609	1 321	1 288
De 15 a 19	2 999	1 452	1 547
De 20 a 24	3 519	1 717	1 802
De 25 a 29	3 279	1 641	1 638
De 30 a 34	2 753	1 389	1 364
De 35 a 39	2 380	1 122	1 258
De 40 a 44	2 086	948	1 138
De 45 a 49	1 848	854	994
De 50 a 54	1 635	796	839
De 55 a 59	1 264	586	678
De 60 a 64	990	520	470
De 65 a más	1 312	668	644
	31 777		

*Nota.* Elaboración propia - (INEI, 2018).

La Tabla 17 Población urbana ilustra la población del distrito de Ciudad Nueva por estratos de edades de hombres y mujeres desde menores a 1 año con un total de 491 y mayores de 65 años 1 312 habitantes.

**Tabla 18***Población Rural*

Provincia, distrito, y edades simples (años)	Total	Población	
		Hombres	Mujeres
Menores de 1	-	-	-
De 1 a 4	4	2	2
De 5 a 9	5	3	2
De 10 a 14	1	-	1
De 15 a 19	3	-	3
De 20 a 24	6	2	4
De 25 a 29	6	2	4
De 30 a 34	2	2	-
De 35 a 39	12	5	7
De 40 a 44	9	4	5
De 45 a 49	4	3	1
De 50 a 54	10	6	4
De 55 a 59	9	2	7
De 60 a 64	9	8	1
De 65 a más	9	8	1
	89		

*Nota.* Elaboración propia - (INEI, 2018).

La tabla 18 Población rural ilustra la población del distrito de Ciudad Nueva por estratos de edades de hombres y mujeres desde menores a 1 año con un total de 0 y mayores de 65 años 09 habitantes.

## E. ASPECTOS TÉCNICOS Y OPERATIVOS

### a. GENERACIÓN

La cantidad total de residuos sólidos municipales incluye desechos provenientes de viviendas, comercios, alojamientos, instituciones educativas y limpieza de calles. A continuación, se presenta un cuadro que proyecta la generación de estos residuos tanto de forma mensual como anual. De acuerdo al estudio de caracterización, se tienen datos de generación per cápita, densidad, composición de los residuos sólidos, como se muestra a continuación:

**Tabla 19**

*Generación de Residuos Sólidos Domiciliarios en el distrito de Ciudad Nueva*

Pobl. distrital	GPC domiciliaria	GPC Domiciliaria (Kg/Hab/Día)	Generación no domiciliaria y especiales	Generación Municipal	Generación Municipal (Kg/hab/día)
33126	0,309	10,24	2,07	12,31	0,37

*Nota.* Elaboración propia.

La Tabla 19 Generación de Residuos sólidos domiciliarios en el distrito Ciudad Nueva del año 2019 asciende a 0,37 kg/habitante/día.

### b. ALMACENAMIENTO

Los residuos sólidos provienen de diversas fuentes, como viviendas, donde generalmente se almacenan en bolsas (almacenamiento intradomiciliario) que ya no se utilizan. Posteriormente, estos residuos se colocan en un área abierta hasta que las bolsas se llenan. Al final del día o según el horario establecido del camión recolector, las bolsas se sellan y se desechan.

Asimismo, se tiene información relevante con respecto al almacenamiento de los residuos sólidos del Distrito de Ciudad Nueva:

- 157 contenedores y/o tachos de basura instalados en el Distrito de Ciudad Nueva.
- La capacidad de almacenamiento de los cilindros es de 1100 Lts.
- Se encuentran ubicados en las plazas principales del distrito, y/o lugares estratégicos del distrito (mercados y avenidas principales).
- 01 vez al año es su mantenimiento y limpieza.
- No cuenta con diferentes cilindros o tachos para la segregación de los residuos sólidos.

#### **c. BARRIDO DE VÍAS Y ESPACIOS PÚBLICOS**

La municipalidad distrital de Ciudad Nueva no cuenta con un plan de barrido de vías y espacio públicos, pero si ejecuta el servicio de limpieza de espacios públicos, la administración del servicio es directa, a continuación, se presentan las características del servicio de barrido del distrito de Ciudad Nueva. El método de barrido es manual y se cuenta con una carretilla para el recojo de los residuos de barrido y/o limpieza, se tiene una cobertura de 80 %.

#### **d. RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE**

La recolección de los residuos sólidos se da mediante la modalidad de administración directa, teniendo una cobertura de 80 % del servicio, el área cuenta con dos camiones compactadores de placa EGB-291 y EGW-771 que realizan la actividad constante de recojo de residuos sólidos municipales.

#### **e. VALORIZACIÓN**

La municipalidad distrital de Ciudad Nueva administra directamente una planta de valorización de residuos sólidos orgánicos, con un Plan Anual de Valorización 2022. Esta

planta se ubica en el estadio La Bombonera, en el área del vivero municipal, e incluye una planta de compostaje con instalaciones techadas y cerradas para el tratamiento de residuos orgánicos.

Además, el distrito cuenta con un programa de segregación en la fuente de residuos inorgánicos, aunque sin instrumento de gestión, orientado a la actividad N° 1 de la Meta 3 del sistema de gestión integral de residuos sólidos. Este programa opera en 4 sectores, recolectando los residuos los lunes en establecimientos comerciales e instituciones públicas y privadas.

#### **f. TRANSFERENCIA**

Debido al alto costo del traslado de los residuos a distancias largas, se emplean estaciones de transferencia. En estos lugares, los residuos se descargan y almacenan de manera temporal, para luego ser transportados en vehículos de mayor capacidad.

Las estaciones de transferencia se han convertido en una solución económica para áreas urbanas con altos volúmenes de residuos y largas distancias hacia los centros de disposición final o tratamiento. Sin embargo, la municipalidad distrital de Ciudad Nueva aún no dispone de estaciones de transferencia para los residuos sólidos.

#### **g. DISPOSICIÓN FINAL**

La disposición final es realizada en el Botadero Alto Intiorko, siendo esta área, el lugar de disposición final de diferentes municipalidades como la municipalidad distrital de Alto de la Alianza, Calana, Ciudad Nueva, Gregorio Albarracín Lanchipa, Yarada los palos, Pocollay y el distrito de Tacna.

## **h. PLAN DISTRITAL DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS**

### **a) OBJETIVOS**

Contar con una gestión integral de residuos sólidos municipales adecuada y eficiente en el distrito de Ciudad Nueva.

### **b) MEDIOS**

El objetivo principal es establecer una gestión integral y eficiente de los residuos sólidos municipales en el distrito de Ciudad Nueva. Esto incluye asegurar un adecuado almacenamiento, barrido y limpieza de espacios públicos, con personal y equipamiento adecuado y una eficiente distribución de rutas. Se busca una capacidad operativa óptima para la recolección y transporte de residuos, así como la erradicación de puntos críticos. Además, se pretende una disposición final eficiente conforme a la normativa, valorización adecuada de residuos mediante plantas especializadas, y la participación activa de la población en la segregación y recolección selectiva. Es crucial también garantizar recursos financieros suficientes para el servicio de limpieza pública, establecer una estructura de costos y un sistema de cobro, y asegurar una gestión técnica y administrativa competente con adecuada fiscalización y monitoreo.

### **c) ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN**

Para alcanzar cada uno de los medios esenciales, es necesario llevar a cabo acciones que sean viables y factibles de ejecutar con los recursos físicos, técnicos y operativos disponibles. A partir de esta identificación de acciones, se pueden proponer diversas alternativas para lograr los medios fundamentales.

## 2.4. Definición de términos

**Huella Ecológica de Residuos Sólidos:** Indicador ambiental que mide la cantidad de superficie biológicamente productiva necesaria para absorber los residuos generados por una población o actividad económica en un área determinada.

**Residuos Sólidos:** Materiales desechados después de su uso en actividades domésticas, comerciales, industriales y municipales. Se dividen en residuos orgánicos (biodegradables) e inorgánicos (plásticos, metales, vidrios, papel, etc.).

**Área de Estudio:** Territorio geográfico delimitado en la investigación, en este caso, los distritos de AL, CN y CT en la provincia de Tacna, con características socioeconómicas y ambientales diferenciadas.

**Densidad Poblacional:** Número de habitantes por unidad de superficie (habitantes/km<sup>2</sup>), utilizado para analizar la relación entre el tamaño de la población y la generación de residuos.

**Aprovechamiento de Residuos:** Procesos mediante los cuales los residuos generados son reciclados, reutilizados o convertidos en nuevos productos o energía, reduciendo su impacto ambiental.

**Gestión de Residuos Sólidos:** Conjunto de actividades encaminadas a la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos con el fin de minimizar sus efectos en la salud y el medio ambiente.

**SIGERSOL:** Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos, plataforma utilizada para monitorear y reportar la generación, tratamiento y disposición de residuos sólidos en diferentes localidades.

**Sostenibilidad Ambiental:** Capacidad de una comunidad o sistema para mantener el equilibrio ecológico a largo plazo, minimizando el impacto de sus actividades sobre los recursos naturales.

**Reciclaje:** Proceso de transformación de materiales desechados en nuevos productos para reducir el consumo de materias primas vírgenes y disminuir la cantidad de residuos enviados a disposición final.

**Impacto Ambiental:** Consecuencia que tiene una actividad humana sobre el medio ambiente, evaluada en términos de contaminación, pérdida de biodiversidad y alteración de ecosistemas.

**Metodología de Evaluación de la Huella Ecológica:** Técnicas y modelos matemáticos utilizados para calcular el impacto ambiental generado por el consumo de recursos y la producción de residuos en un área específica.

**Residuos Peligrosos:** Desechos que contienen sustancias químicas tóxicas, inflamables o biológicamente activas que pueden representar un riesgo para la salud humana y el medio ambiente.

**Residuos Urbanos:** Desechos generados en viviendas, comercios, oficinas y espacios públicos, que requieren un sistema eficiente de recolección y disposición final.

## **2.5. Marco legal**

### **2.5.1. Marco legal nacional**

#### **- Constitución Política del Perú (1993)**

Artículo 2, Inciso 22: Garantiza el derecho de toda persona a disfrutar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida.

Artículo 66: Señala que los recursos naturales son patrimonio de la Nación y su aprovechamiento se realiza de manera sostenible.

- **Ley General del Ambiente - Ley N° 28611**

Establece el marco legal para la gestión ambiental en el Perú.

Promueve la sostenibilidad en el manejo de residuos sólidos y la reducción de la huella ecológica.

Regula el impacto ambiental de las actividades productivas y sugiere estrategias para mitigar la contaminación.

- **Decreto Legislativo N° 1278 - Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos**

Promulgación: 23 de diciembre de 2016.

Define los derechos, deberes y responsabilidades necesarios para garantizar una gestión eficiente y adecuada de los residuos sólidos, considerando aspectos económicos, sanitarios y ambientales, en concordancia con los principios y directrices establecidos en el decreto.

- **Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM - Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Promulgación: 21 de diciembre de 2017.**

Contenido: Desarrolla las disposiciones del Decreto Legislativo N° 1278, detallando los procedimientos y responsabilidades para la gestión integral de residuos sólidos.

Modificaciones: Ha sido modificado por el Decreto Supremo N° 001-2022-MINAM y el Decreto Supremo N° 002-2024-MINAM para actualizar y mejorar las prácticas de gestión de residuos.

- **Ley N° 30884 - Ley que Regula el Plástico de un Solo Uso y los Recipientes o Envases Desechables. Promulgación: 18 de diciembre de 2018.**

Objetivo: Regula el uso de plásticos de un solo uso y promueve la utilización de materiales biodegradables o reutilizables, con el fin de reducir la contaminación por plásticos y su impacto en el medio ambiente.

- **Ley Orgánica de Municipalidades - Ley N° 27972. Promulgación: 27 de mayo de 2003.**

Relevancia: Establece las competencias de las municipalidades en materia ambiental, incluyendo la gestión de residuos sólidos en sus jurisdicciones, promoviendo la participación ciudadana y la educación ambiental.

- **Decreto Supremo N° 003-2011-MINAM - Política Nacional del Ambiente. Promulgación: 23 de junio de 2011.**

Propósito: Establece los lineamientos para la gestión sostenible del ambiente, promoviendo la prevención de la contaminación y la gestión adecuada de los residuos sólidos.

**a. Código Penal (D.L. N° 635-1991)**

El Código Penal está diseñado para concretar los principios de una política criminal moderna, estableciendo que el Derecho Penal es fundamental para mantener un orden social y democrático de derecho.

**b. Ley N° 29263-2008**

La modificación al Título XIII del Código Penal peruano endurece sanciones por delitos ambientales: el Artículo 306 sanciona el manejo inadecuado de residuos sólidos,

mientras el 307 penaliza el tráfico ilegal de residuos peligrosos sin autorización, protegiendo ambiente y salud.

**c. Ley General de Salud (Ley N° 26842-1997)**

El Artículo 96 requiere que se tomen todas las precauciones necesarias en la importación, fabricación, almacenamiento, transporte, manejo y disposición de sustancias y productos peligrosos según la normativa. El Artículo 99 exige tratamiento y disposición adecuada de estos productos, prohibiendo su vertido directo en fuentes de agua, suelo o aire. El Artículo 104 prohíbe la descarga de desechos contaminantes sin tratamiento previo. El Artículo 107 establece que la disposición de residuos sólidos debe seguir las normas dictadas por la autoridad sanitaria competente.

**d. Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (Ley N° 27446-2001)**

Esta ley crea el Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA), un sistema coordinado para identificar, prevenir, supervisar, controlar y corregir anticipadamente los impactos ambientales negativos derivados de proyectos de inversión. El Artículo 5, inciso b protege la calidad ambiental del aire, agua, suelo, ruido y residuos.

**e. Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (D.S. N° 019-2009-MINAM)**

El reglamento establece procedimientos para la identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de impactos ambientales negativos provenientes de iniciativas de inversión, políticas, planes y programas gubernamentales.

**f. Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental (Ley N° 28245-2004)**

Esta ley asegura el cumplimiento de los objetivos ambientales de las entidades públicas, fortalece la gestión ambiental transectorial y define el rol del Ministerio del Ambiente y otras entidades en la gestión ambiental para evitar superposiciones, omisiones y duplicidad de funciones.

**g. Reglamento de la Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental (D.S. N° 008-2005-PCM)**

Regula el funcionamiento del SNGA, compuesto por instituciones estatales y entidades públicas que ejercen funciones en materia ambiental y de recursos naturales a nivel nacional, regional y local, con participación del sector privado y la sociedad civil.

**h. Ley que regula el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos (Ley N° 28256-2004)**

Esta ley regula las actividades relacionadas con el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos, desde la producción hasta la disposición final, bajo principios de prevención y protección de personas, medio ambiente y propiedad.

**i. Reglamento Nacional de Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos (D.S. N° 021-2008-MTC)**

Establece normas y procedimientos para regular el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos, con un régimen de contingencia para situaciones de emergencia, minimizando riesgos y daños a la salud humana, el medio ambiente y la propiedad.

**j. Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente (D.L. N° 1013-2008-MINAM)**

Crea el Ministerio del Ambiente, encargado de la conservación del ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales, asegurando el desarrollo integral social, económico y cultural de las personas en armonía con su entorno.

**k. Política Nacional del Ambiente (D.S. 012-2009-MINAM)**

Formulada sobre la base del análisis de la situación ambiental del país, incluye políticas y estrategias nacionales en áreas como biodiversidad, bosques, cambio climático y residuos sólidos. También incorpora resultados de consultas públicas descentralizadas.

**l. Reglamento Nacional para la Gestión y Manejo de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (D.S. 001-2012-MINAM)**

El Reglamento Nacional para la Gestión y Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (D.S. 001-2012-MINAM) determina los derechos y deberes relacionados con la gestión ambiental de los RAEE. Esto abarca desde su generación, recolección, transporte, almacenamiento y tratamiento, hasta su reaprovechamiento y disposición final, asignando responsabilidades compartidas a productores, municipalidades y otros actores involucrados.

**m. Ley N° 1549-2012**

Fortalece la institucionalización de la política nacional de educación ambiental, promoviendo la formación de personas críticas y reflexivas capaces de comprender y abordar problemas ambientales en sus contextos, contribuyendo a la construcción de sociedades ambientalmente sostenibles y socialmente justas.

### 2.5.2. Marco legal a nivel municipal

- a. La Ley Orgánica de Municipalidades (Ley N° 27972 - 2003) Establece que los gobiernos locales son autónomos, organizan el territorio y fomentan la participación ciudadana. Según el Art. 80, gestionan la limpieza pública y residuos sólidos; el Art. 161 otorga a la Municipalidad Metropolitana de Lima competencias en saneamiento ambiental y manejo de residuos.
- b. La Ley que regula la actividad de los recicladores (Ley N° 29419 - 2009) proporciona un marco legal destinado a normar la actividad de los recicladores, promoviendo su protección, capacitación, formalización y asociación para una gestión ecoeficiente de los residuos, en concordancia con la Ley General de Residuos Sólidos y la Ley General del Ambiente.
- c. El Reglamento de la Ley que regula la actividad de los recicladores (D.S. N° 005-2010-MINAM) Precisa las disposiciones de la Ley 29419, reforzando la formalización, capacitación y organización de los recicladores para optimizar el reaprovechamiento de residuos sólidos.
- d. La Ley N° 29332 - 2011, que crea el Plan de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal, establece el "Plan de Incentivos a la Mejora de la Gestión y Modernización Municipal (PI)", el cual fue modificado por el Decreto de Urgencia N° 119-2009 y posteriormente incorporado en las Leyes de Presupuesto del Sector Público en los años siguientes. Este plan forma parte del enfoque de Presupuesto por Resultados (PpR) y tiene como propósito fundamental impulsar reformas que contribuyan al crecimiento y desarrollo sostenible de la economía local, así como a la optimización de la gestión municipal, dentro del contexto de descentralización y competitividad. El PI incluye transferencias de recursos sujetas al cumplimiento de metas específicas, las cuales se establecen en función de las carencias, necesidades y capacidades de cada grupo de municipalidades, organizadas en distintas categorías:
  - Municipalidades de Ciudades principales Tipo A.
  - Municipalidades de Ciudades principales Tipo B.

- Municipalidades no consideradas Ciudades principales, con 500 o más viviendas urbanas.
  - Municipalidades no consideradas Ciudades principales, con menos de 500 viviendas urbanas.
- e. La Ordenanza Municipal N° 031-2021-MPT Aprueba el Plan Integral de Gestión de Residuos Sólidos (PIGARS), herramienta de planificación para el manejo integral y sostenible de residuos, con participación ciudadana y coordinación local.
- f. El Decreto de Alcaldía N° 0014-2015-MPT establece la aprobación del programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos domiciliarios en las zonas urbanas del distrito de Tacna. Su propósito es asegurar la correcta implementación y cumplimiento del programa mediante las acciones requeridas para lograr los objetivos propuestos.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo, nivel y diseño de la investigación**

Aplicada: Los resultados de la investigación tendrán implicaciones prácticas en la gestión de residuos y en la formulación de políticas ambientales en Tacna. Hernández, 2015.

Descriptivo: la presente investigación en la descripción con precisión de las características de la huella ecológica de residuos sólidos (magnitud, composición, huella per cápita) y las cantidades de disposición final en cada distrito analizado (Hernández, 2015).

Según Hernández (2015), se trata de una investigación no experimental, ya que no implica manipulación de las variables, se estudian los fenómenos en su ambiente natural para posteriormente analizarlos.

#### **3.2. Población y muestra de estudio**

La población considerada en el presente estudio corresponde al total de habitantes de los distritos urbanos de la provincia de Tacna, según datos oficiales disponibles. Se incluyó a la totalidad de la población de cada distrito debido a que el análisis de la huella ecológica de residuos sólidos requiere un enfoque integral que represente a todos los generadores de residuos domiciliarios, sin necesidad de recurrir a una muestra parcial.

- Distrito de ALTO DE LA ALIANZA: 33958
- Distrito de CIUDAD NUEVA: 31 777
- DISTRITO DE TACNA: 92 972

### 3.3. Acciones y actividades para la ejecución del proyecto

El estudio comprendió el análisis de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos de los distritos urbanos de la provincia de Tacna.

**Tabla 20**

*Distritos Urbanos*

Descripción	T1	T2	T3
Distrito Alto de la Alianza	X		
Distrito de Ciudad Nueva		X	
Distrito de Tacna			X

*Nota.* Elaboración propia.

La Tabla 20 Distritos Urbanos, ilustra al distrito Alto de la Alianza, Ciudad Nueva y Tacna, considera el tratamiento 1, 2 y 3.

Se evaluó los distritos urbanos de la provincia de Tacna como se observa a continuación, para determinar la huella ecológica de orgánicos, papel, vidrio, plásticos, metales.

**Tabla 21**

*Residuos sólidos municipales*

Descripción	T1	T2	T3
Huella ecológica de orgánicos	X	X	X
Huella ecológica de papel	X	X	X
Huella ecológica de vidrio	X	X	X
Huella ecológica de plásticos	X	X	X
Huella ecológica de metales	X	X	X

*Nota.* Elaboración propia.

La Tabla 21 Distritos Urbanos ilustra los residuos sólidos municipales detallando la huella ecológica de orgánicos, papel, vidrio, plásticos y metales de los distritos de Tacna, Alto de la Alianza y Ciudad Nueva.

### 1. Determinación de la huella ecológica

Para el cálculo de la huella ecológica de residuos sólidos se utilizó la metodología de Wackernagel y su equipo (huella familiar). Los factores de multiplicación y el factor de equivalencia dependen del tipo de residuo sólido que se esté analizando. La huella ecológica total de residuos sólidos se obtuvo al sumar los valores de cada huella correspondiente a orgánicos, papel, vidrio, plástico y metales (Domémech, 2010).

El valor de la huella de cada tipo de residuo se obtuvo aplicado la siguiente fórmula:

$$HE = \text{Energía recuperada} * \frac{\text{Consumo anual} \left[ \frac{G_j}{\text{año}} \right]}{\text{Productividad energética}} *$$

(factor de equivalencia) 01

$$\text{Energía recuperada} = 1 - \left( \frac{n}{100} \right) \left( \frac{r}{100} \right) \quad 02$$

Donde:

HE: Huella ecológica.

N: porcentaje de reciclado real.

r: porcentaje aproximado de energía que se puede recobrar por reciclaje (orgánicos 100 %, papel 50 %, vidrio 50 %, plásticos 70 %, metales 50 %).

Factor de equivalencia: 1,13868813 (valor constante para energía fósil).

### **3.4. Materiales e instrumentos**

- Base de datos de las municipalidades por transparencia para un análisis documental que será plasmado en una ficha de registro de datos.
- Registro del sistema de información de gestión de residuos sólidos (SIGERSOL – MUNICIPAL).

### **3.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos**

#### **3.5.1. Identificación de las variables**

- **Análisis documental**

Se recopiló información de bases de datos oficiales de las municipalidades y del Sistema de Información de Gestión de Residuos Sólidos (SIGERSOL-Municipal).

Se revisó informes, normativas y documentos técnicos relacionados con la generación y gestión de residuos sólidos en los distritos de Tacna, Alto de la Alianza y Ciudad Nueva.

#### **3.5.2. Instrumentos de recolección de datos**

- **Bases de Datos Institucionales**

Se analizó registros del Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos (SIGERSOL) y reportes de transparencia de las municipalidades locales.

Se extrajo datos cuantitativos sobre la cantidad y tipo de residuos generados, rutas de recolección y reciclaje.

### **3.6. Validez y confiabilidad del instrumento**

Para garantizar la confiabilidad de la información proveniente de bases de datos institucionales, se implementó los siguientes procedimientos:

- **Fuente Oficial y Autenticidad de Datos:**

Se utilizó bases de datos verificadas y reconocidas, como SIGERSOL y los reportes de transparencia municipal, que están sujetos a auditorías gubernamentales.

Se priorizó información publicada por entidades gubernamentales como el Ministerio del Ambiente (MINAM), Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) y las municipalidades locales.

### 3.7. **Plan de recolección y procesamiento de datos**

Se empleó el paquete estadístico SPSS versión 18,0, El análisis de datos, implicara las siguientes herramientas estadísticas:

- **Tablas de frecuencias:** para contabilizar los valores obtenidos de la base de datos de las Municipalidades por transparencia.
- **Gráfico circular:** para graficar los resultados en porcentaje obtenidos por la base de datos de las Municipalidades por transparencia.
- **Gráfico de curva de nivel:** para graficar el comportamiento de la generación de residuos sólidos a lo largo de los años.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

**Tabla 22**

*Generación de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos para cálculo de huella ecológica en el distrito de Alto de la Alianza (periodo 2016 - 2022)*

DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA							
Categoría	Toneladas (Ton/año)	Intensidad energética (GJ/Ton)	Gigajulios (GJ/año)	% de Reciclaje	% Energía por Reciclaje	Productividad Energética (Ton/ha/año)	HE [ha*fe]
Orgánicos	3 124,7	20	62 494	100	100	71	0
Papel	837,51	30	25 125,3	100	50	71	201,48
Vidrio	206,04	20	4 120,8	100	50	71	33,04
Plásticos	407,84	43,75	1 784,3	100	70	71	85,85
Metales	307,86	30	9 235,8	100	50	71	74,06
HE total de RS	4 883,95		118 818,9				394,43

*Nota.* Elaboración propia.

La Tabla 22 Generación de residuos orgánicos e inorgánicos para cálculo de huella ecológica en el distrito Alto de la Alianza (Periodo 2016 – 2022), en las categorías de orgánicos: 3 124,7 ton/año; papel 837,51 ton/año; vidrio 206,04 ton/año; plásticos 407,84 ton/año; metales 307,86 ton/año.

**Tabla 23**

*Generación de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos para cálculo de huella ecológica en el distrito de Ciudad Nueva (periodo 2016 - 2022)*

DISTRITO DE CIUDAD NUEVA							
Categoría	Toneladas (Ton/año)	Intensidad energética (GJ/Ton)	Gigajulios (GJ/año)	% de Reciclaje	% Energía por Reciclaje	Productividad energética (Ton/ha/año)	HE [ha*fe]
Orgánicos	1 820,63	20	36412,6	100	100	71	0
Papel	203,33	30	6099,9	100	50	71	48,91
Vidrio	88,34	20	1766,8	100	50	71	14,17
Plásticos	257,3	43,75	11 256,875	100	70	71	54,16
Metales	69,06	30	2071,8	100	50	71	16,61
HE total de RS	2 438,66		57 607,975				133,86

*Nota.* Elaboración propia.

La Tabla 23 Generación de residuos orgánicos e inorgánicos para cálculo de huella ecológica en el distrito Ciudad Nueva (Periodo 2016 – 2022), en las categorías de orgánicos: 1820,63 ton/año; papel 203,33 ton/año; vidrio 88,34 ton/año; plásticos 257,3 ton/año; metales 69,06 ton/año.

**Tabla 24**

*Generación de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos para cálculo de huella ecológica en el distrito de Tacna (periodo 2016 - 2022)*

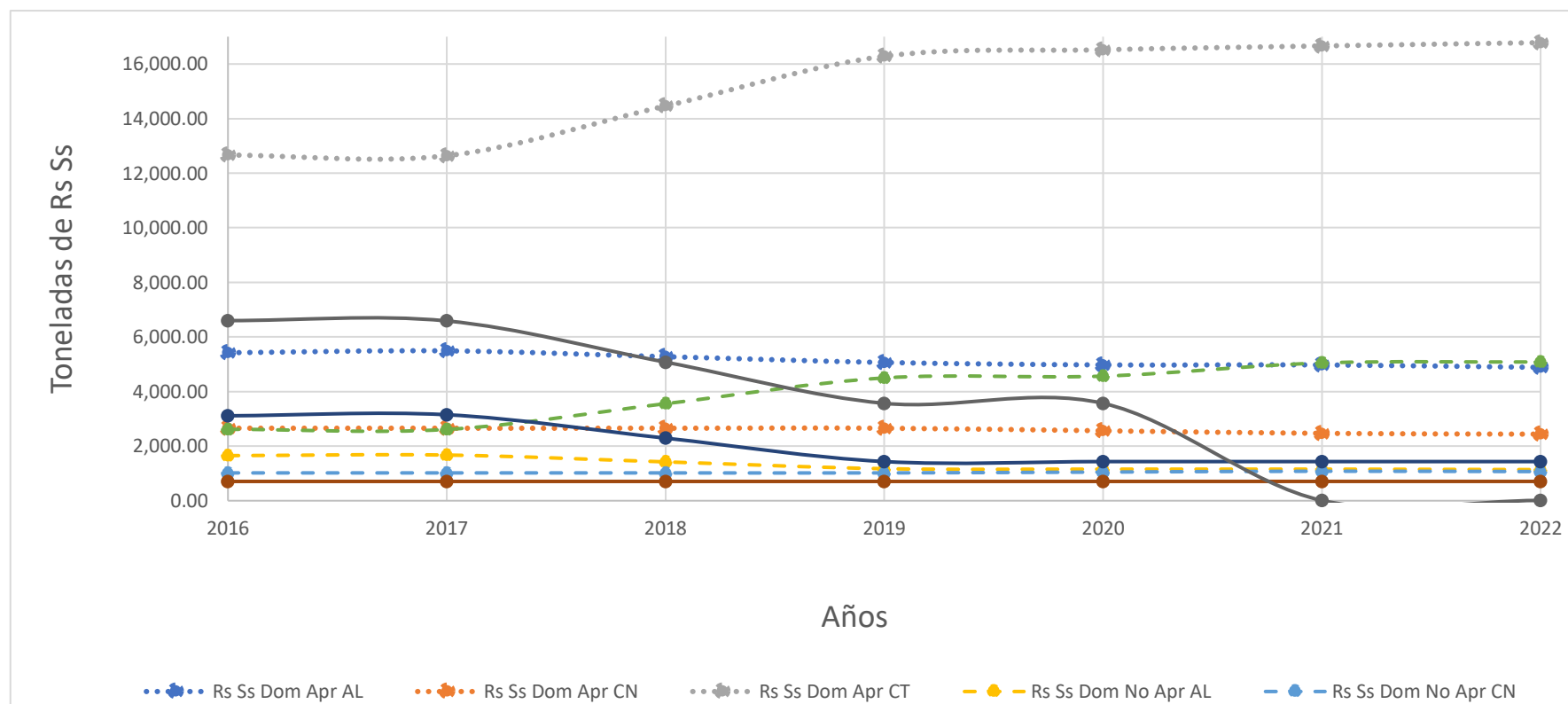
DISTRITO DE TACNA							
Categoría	Toneladas (Ton/año)	Intensidad energética (GJ/Ton)	Gigajulios (GJ/año)	% de Reciclaje	% Energía por Reciclaje	Productividad energética (Ton/ha/año)	HE [ha*fe]
Orgánicos	12 991,1	20	259 822	100	100	71	0
Papel	1 657,49	30	49 724,7	100	50	71	398,74
Vidrio	450,45	20	9 009	100	50	71	72,24
Plásticos	1 117,36	43,75	48 884,5	100	70	71	235,20
Metales	566,34	30	16 990,2	100	50	71	136,24
HE total de RS	16 782,74		384 430,4				842,43

*Nota.* Elaboración propia.

La Tabla 24 Generación de residuos orgánicos e inorgánicos para cálculo de huella ecológica en el distrito de Tacna (Periodo 2016 – 2022), en las categorías de orgánicos: 12 991,1 ton/año; papel 1 657,49 ton/año; vidrio 450,45 ton/año; plásticos 1 117,36 ton/año; metales 566,34 ton/año.

**Figura 6**

Generación de residuos sólidos domiciliarios aprovechables ( $RSD\_Apr$ ,  $RSD$ ), residuos sólidos domiciliarios no aprovechables ( $RSD\_NoApr$ ) y residuos sólidos no aprovechables ( $RS\_NoApr$ ) para los distritos de Alto de la Alianza (AL), Ciudad Nueva (CN) y Cerca

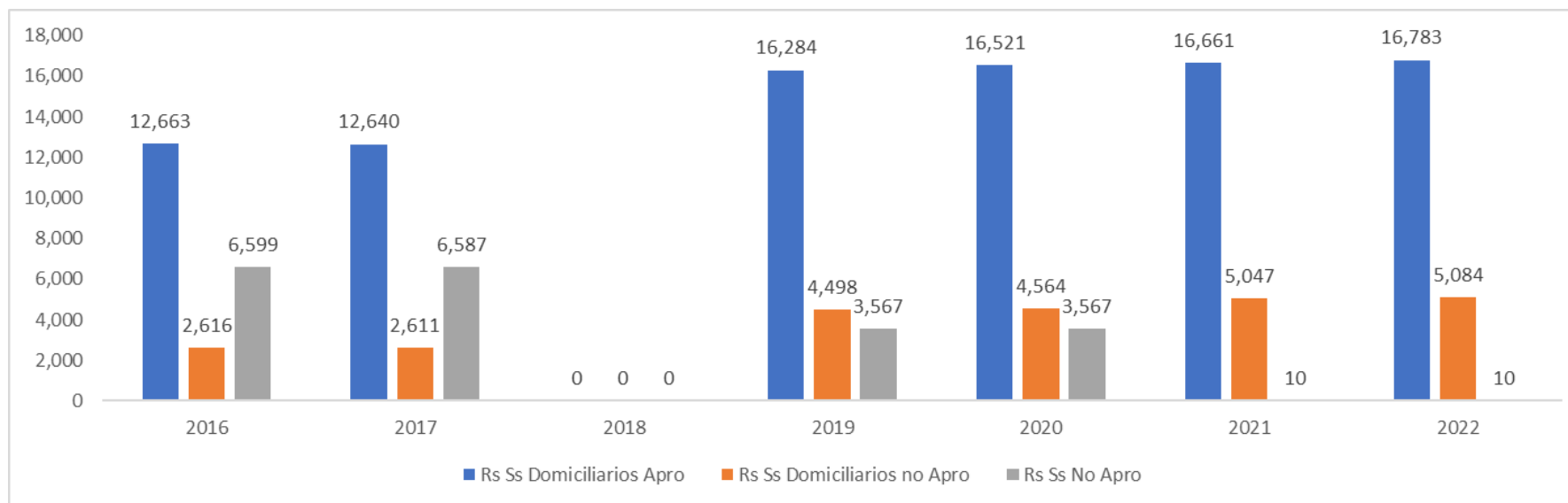


Nota. Elaboración propia.

La ilustración 06 Generación de residuos sólidos domiciliarios aprovechables del distrito de Tacna, se ve incrementando en los años mientras que el de Alto de la Alianza se mantiene constante al igual que el del distrito de Ciudad Nueva.

### Figura 7

*Toneladas de residuos sólidos domiciliarios aprovechables y no aprovechables (RSD\_Apr, RSD\_NoApr; respectivamente) y residuos sólidos no aprovechables (RS\_NoApr) generadas en el mercado de Tacna a lo largo de los años (fuente SIGERSOL)*

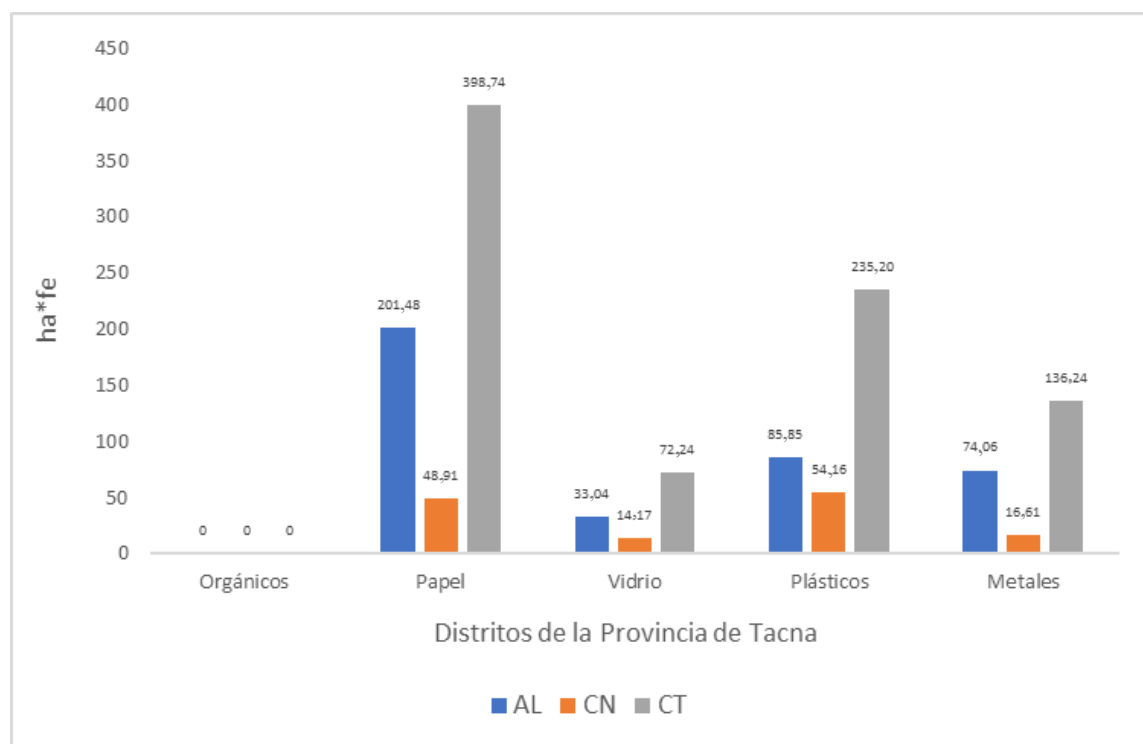


Nota. Elaboración propia.

La ilustración 07 Toneladas de residuos sólidos aprovechables y no aprovechables se evidencia un crecimiento de residuos sólidos domiciliarios aprovechables y la disminución de los residuos sólidos no aprovechables, aunado a la mejora del compromiso ambiental de la población en los distritos de Tacna, Alto de la Alianza y Ciudad Nueva.

### Figura 8

*Huella ecológica de residuos orgánicos e inorgánicos para el distrito de Alto de la Alianza, Ciudad Nueva y Cercado de Tacna expresadas en hectáreas por factor de equivalencia*

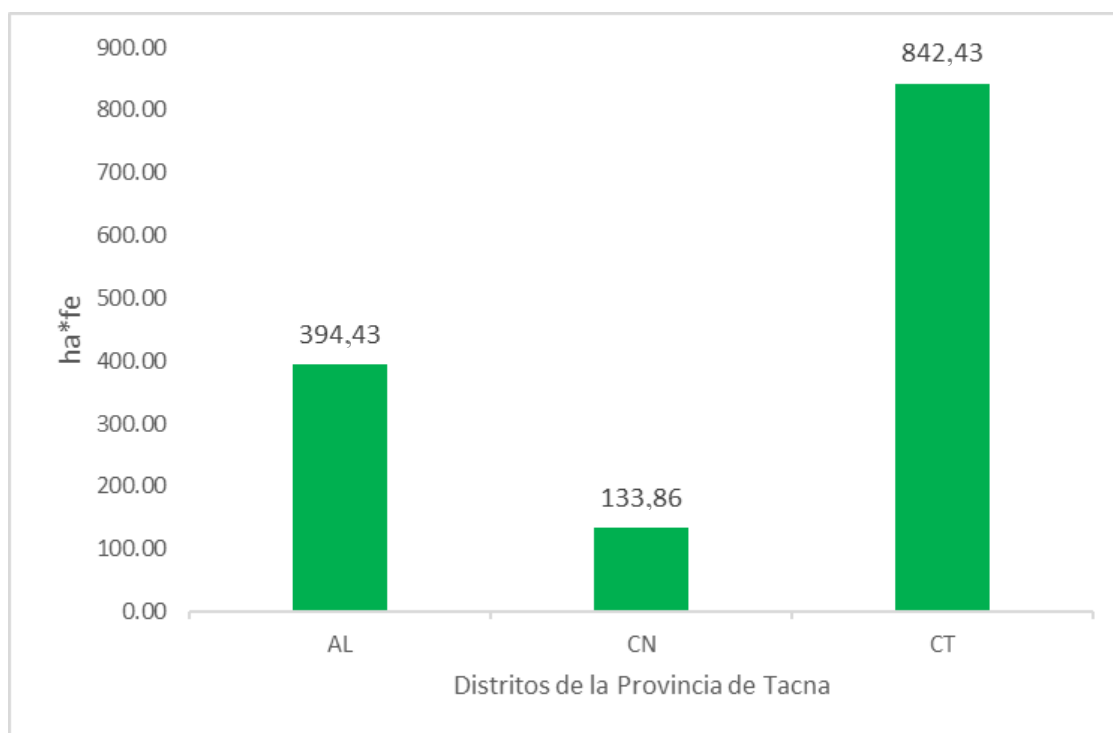


Nota. Elaboración propia.

La ilustración 08 Huella ecológica de residuos orgánicos e inorgánicos donde predomina en la Ciudad de Tacna en papel, vidrio, plásticos y metales, mientras que quien tiene menor valoración el distrito de Ciudad Nueva.

**Figura 9**

*Huella ecológica total de residuos orgánicos e inorgánicos para el distrito de Alto de la Alianza, Ciudad Nueva y Cercado de Tacna expresadas en hectáreas por factor de equivalencia*

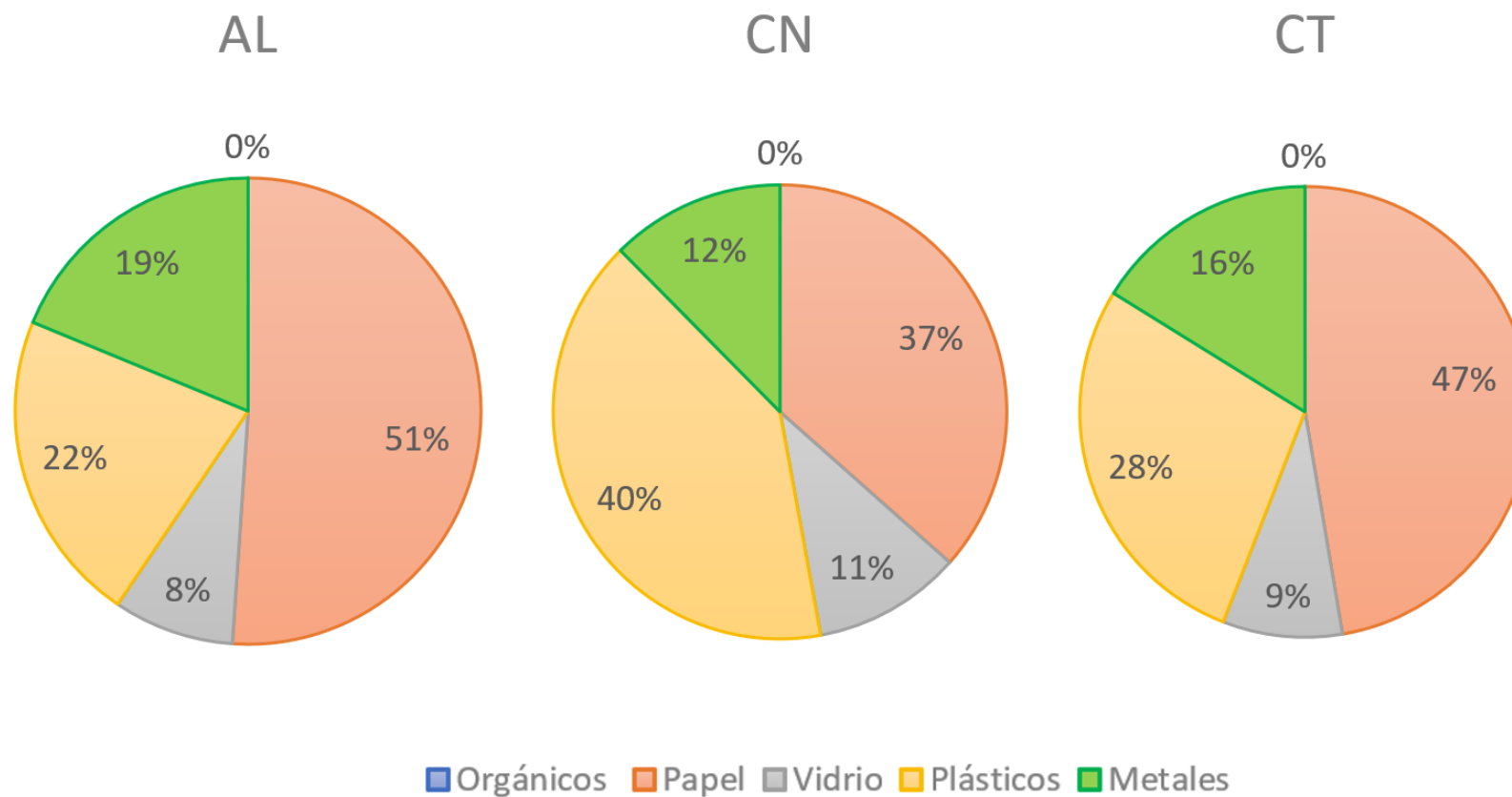


*Nota.* Elaboración propia.

La ilustración 09 Huella ecológica total de residuos orgánicos e inorgánicos pes de 394,43 ha\*fe de Alto de la Alianza, 133,86 ha\*fe de Ciudad Nueva y 842,43 ha\*fe de la Ciudad de Tacna.

**Figura 10**

*Gráfica comparativa de huella ecológica de residuos sólidos de los distritos de Tacna expresados en porcentajes*



*Nota.* Elaboración propia.

La ilustración 10 Gráfica comparativa de huella ecológica de residuos sólidos de los distritos de Tacna se ilustra que en Alto de la Alianza predomina el 51 % de papel, en ciudad nueva 40 % de plásticos y ciudad de Tacna 47 % de papel.

## DISCUSIONES

La comparación de la huella ecológica de residuos sólidos entre los distritos (Alto de la Alianza, Ciudad Nueva, Distrito de Tacna) AL, CN y CT revela diferencias interesantes y congruentes a la densidad poblacional y las actividades comerciales. La huella ecológica de residuos orgánicos muestra para los tres distritos analizados (AL, CN y CT) valores de cero, esto va acorde a los resultados indicados por SIGERSOL para el año 2023, en el que indica que la huella ecológica para residuos orgánicos es cero debido a que el 100 % de estos residuos son aprovechables. La huella ecológica de papel presenta valores más altos para el distrito de CT, destacándose notablemente sobre el resto de huellas ecológicas analizadas, esto es consecuencia a la mayor densidad poblacional registrada para este distrito (INEI, 2018). También es importante señalar que el distrito de CT es el lugar donde se ubican los principales comercios dedicados a la venta de papel como oficinas corporativas y administrativas, bancos y entidades financieras, instituciones educativas, imprentas, hospitales y clínicas, supermercados y puestos minoristas; entre otros. Por otra parte, la huella ecológica de vidrio presenta los valores más bajos respecto a todas las huellas ecológicas analizadas, CT registró los valores más altos seguido de AL y CN, estos valores son consecuencia del alto reciclaje que se da de este material promovido por las mismas empresas que las emplean para almacenar sus productos, los cuales fomentan el reciclaje directamente entre el consumidor y la empresa (Gonzales et al., 2017). La huella ecológica de plástico presenta valores semejantes a las anteriores huellas ecológicas encontrándose los mayores valores para el distrito de CT, sin embargo, para el porcentaje que le corresponde dentro del total de huellas ecológicas (orgánicos, papel, vidrio, plásticos, metales) el distrito de CN es el que presenta una mayor proporción respecto a la huella ecológica de plástico. Es importante indicar que la acumulación de plásticos se puede deber a múltiples factores como la economía local, actividades turísticas e incluso la falta de políticas de regulación y la promoción de alternativas sostenibles (Moreno, 2022; Buteler, 2018; Boltvinik, 2008). La huella ecológica de vidrio presenta valores más altos para el distrito de CT encontrándose un valor en porcentaje semejante para los tres distritos analizados. Esto debido a la densidad poblacional correspondiente a cada distrito como lo muestra los datos de INEI del año 2018.

Dejando de lado la información de densidad poblacional y enfocándonos en el análisis de la proporción de huellas ecológicas, encontramos diferencias resaltantes entre los distritos de AL, CT, y CN en términos de los tipos de residuos que generan mayor impacto ambiental. En el distrito de AL y CT, la huella ecológica que genera el mayor impacto corresponde a la huella ecológica del papel. Esto sugiere que, en estos distritos, las actividades comerciales predominantes están fuertemente asociadas con el uso de productos de papel. Los factores que podrían contribuir a esta alta huella de papel incluyen una alta concentración de oficinas corporativas, instituciones educativas, editoriales, imprentas, bancos, y entidades financieras. Estas instituciones utilizan grandes cantidades de papel para documentación, empaques, publicaciones, y transacciones financieras. Además, el comercio minorista en estos distritos puede generar una cantidad significativa de residuos de papel a través de recibos, empaques, y publicidad impresa. Por otro lado, en el distrito de CN, la huella ecológica más impactante corresponde a la huella ecológica del plástico. Este fenómeno probablemente se deba a la naturaleza de las actividades comerciales predominantes en este distrito, que pueden incluir ferias ambulantes como la denominada cachina, así como también otras actividades comerciales como los mercados de abastos. Estos establecimientos son conocidos por generar grandes cantidades de residuos plásticos a través de envases desechables, bolsas de plástico, botellas, y otros productos de un solo uso. La variación en la huella ecológica de estos distritos se puede atribuir principalmente a las diferentes actividades comerciales y patrones de consumo que predominan en cada uno. Es fundamental destacar que la huella ecológica no es el único indicador de los impactos ambientales. No obstante, es un enfoque extremadamente útil que puede contribuir a orientar hacia un futuro más sostenible (Badii, 2008).

Los hallazgos del estudio indican que existe una relación significativa entre el tipo de distrito y la huella ecológica de los residuos sólidos. Se observó que la distribución de los distintos tipos de residuos varía entre los distritos evaluados, influenciada por factores como la densidad poblacional, el tipo de actividad económica predominante y las prácticas de reciclaje. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ), confirmando que el tipo de localidad influye en la huella ecológica de residuos sólidos.

Los datos revelan que la huella ecológica de los residuos sólidos varía según las características de cada distrito. Por ejemplo, el distrito de Tacna (CT) presenta una mayor huella ecológica de papel debido a la concentración de entidades financieras, oficinas, instituciones educativas y comercios. En cambio, en el distrito de Ciudad Nueva (CN), la huella ecológica del plástico es más significativa, probablemente debido a la gran cantidad de mercados de abastos y ferias ambulantes. Dado que estas diferencias se explican por las particularidades de cada distrito, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ), concluyendo que las características distritales afectan significativamente la huella ecológica de residuos sólidos.

Los resultados muestran que la cantidad de residuos sólidos dispuestos en cada distrito está relacionada con la huella ecológica. Se identificó que la huella ecológica del vidrio es relativamente baja debido a los programas de reciclaje implementados por las empresas productoras, lo que reduce la cantidad de vidrio que llega a disposición final. En contraste, el papel y el plástico presentan mayores valores de huella ecológica en los distritos con una alta generación de estos materiales y menor tasa de reciclaje. Esto confirma que la cantidad de residuos sólidos dispuestos está directamente vinculada con la huella ecológica. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ), estableciendo que la disposición final de los residuos sólidos influye en la huella ecológica en la provincia de Tacna.

Los resultados del estudio respaldan las hipótesis alternas planteadas, demostrando que la huella ecológica de los residuos sólidos varía en función de las características del distrito, el tipo de actividad económica y la cantidad de residuos dispuestos. Esto resalta la necesidad de estrategias diferenciadas para la gestión de residuos sólidos en cada distrito, con un enfoque en reducción, reciclaje y políticas de sostenibilidad adaptadas a cada contexto urbano.

## CONCLUSIONES

1. La selección de los distritos de Alto de la Alianza, Ciudad Nueva y Tacna se realizó en base a los reportes de SIGERSOL entre 2016 y 2022; sin embargo, no todos los distritos registraron de manera completa sus datos de disposición final de residuos sólidos municipales. Para Tacna, en 2022 **se reportó una disposición final de más de 16 mil toneladas de residuos domiciliarios**, de los cuales más de 5 mil correspondieron a residuos no aprovechables. En el caso del distrito de Alto de la Alianza, se registró la mayor cantidad de residuos sólidos no aprovechables, alcanzando aproximadamente 1 434 toneladas en 2022. El análisis cronológico de Tacna evidenció un crecimiento sostenido en la generación de residuos domiciliarios aprovechables, que pasaron de 12 663 toneladas en 2016 a 16 661 en 2022. De manera similar, los residuos domiciliarios no aprovechables aumentaron de 2 616 toneladas en 2016 a 5 084 en 2022. Respecto a los residuos sólidos no aprovechables en general, se observó un incremento progresivo hasta 2020, cuando alcanzaron 3 567 toneladas. Sin embargo, en 2021 y 2022 se registró una marcada disminución, con apenas 10 toneladas reportadas en cada año.
2. En base a la información proporcionada por SIGERSOL se calculó cinco huellas ecológicas para residuos orgánicos, papel, vidrio, plásticos y metales. El distrito de Tacna mostró los niveles más altos con 398,74 ha\*fe para la huella ecológica de papel. Por otra parte, los niveles más bajos corresponden a Ciudad Nueva con 14,17 ha\*fe para la huella ecológica de vidrio. Respecto a la huella ecológica de residuos orgánicos mostró valores de cero, esto se debe a que los residuos orgánicos son 100 % reciclados. El cálculo de la huella ecológica total mostró los valores más altos para el distrito de Tacna con 842,43 ha\*fe, mientras los valores más bajos de residuos sólidos corresponden al distrito Ciudad Nueva con 133,86 ha\*fe. Las huellas ecológicas calculadas (residuos orgánicos, papel, vidrio, plásticos, metales) para los distritos de Alto de la Alianza, Ciudad Nueva, presentan variaciones, lo que sugiere diferencias en los hábitos de consumo y la gestión de residuos. El distrito de Alto de la Alianza y el distrito de Tacna,

presentan una mayor proporción para huella ecológica de papel, 51 % y 47 %, respectivamente. Por otra parte, el distrito de Ciudad Nueva muestra una mayor proporción de huella ecológica de plástico con 40 %. Esta variabilidad indica la necesidad de implementar estrategias de reducción de la huella ecológica adaptadas a las características específicas de cada distrito, con un enfoque en los materiales más destacados en cada caso.

3. La comparación entre las huellas ecológicas de los distritos urbanos de la provincia de Tacna seleccionadas por la base de datos de SIGERSOL, permitieron entender que los factores asociados a las características demográficas y sociales de cada distrito como el tamaño poblacional, el nivel de urbanización, el acceso a servicios de recolección, la participación en programas de reciclaje y el nivel educativo influyen directamente en la magnitud de la huella ecológica.

## RECOMENDACIONES

1. Fomentar la reducción en la fuente a través de fomentar campañas educativas como la reducción de residuos desde el origen y la formulación de regulaciones locales que incentiven la reducción de residuos en establecimientos comerciales y domiciliarias.
2. Mejorar la infraestructura del reciclaje con la implementación de puntos de reciclaje en donde la huella de plástico es alta como en Ciudad Nueva, así como la implementación del programa RECICLA en todas las localidades de Tacna.
3. Incentivar la economía circular promoviendo las empresas recicladoras y los mercados de segunda mano con la finalidad de la reutilización y extensión de vida útil de los objetos y así reducir la generación de residuos.
4. Desarrollar políticas y regulaciones efectivas como implementar leyes de responsabilidad extendida del productor (REP) y normativas de reciclaje obligatorio tanto en hogares y empresas.
5. Fomentar la colaboración público-privada creando alianzas entre gobiernos locales, empresas y ONG para desarrollar proyectos y campañas en conjunto y la financiación de proyectos verdes enfocados en la gestión de residuos y reciclaje.
6. Implementar tecnologías avanzadas de gestión de residuos sólidos como tecnologías de separación automática de residuos y establecer plantas de compostaje para gestionar los residuos orgánicos como en el distrito Tacna.
7. Brindar sensibilizar a través de programas de concienciación sobre el impacto ambiental de los residuos e importancia del reciclaje, así como ofrecer incentivos a la población que participe activamente en programas de reciclaje y reducción de residuos, con la implementación del programa EDUCCA.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (2019). *Municipalidad distrital de Ciudad Nueva*. Tacna, Tacna: Municipalidad distrital de Ciudad Nueva.
- Badii. M. (2008). La huella ecologica y sustentabilidad. *International Journal of Good Conscience*, 672 - 678.
- Boltvinik. (2008). *Remover y esconder, acumular y dispersar: Geografías de la basura en la Ciudad de México*. Mexico.
- Buteler, M. (2018). ¿Que es la contaminación por plástico y por qué nos afecta a todos? *ISSN*, 56 - 60.
- Carpio Mosquera, Y. M. (2022). *La huella ecológica en los estudiantes en dos instituciones educativas urbanas y rural de urubamba*. Cusco.
- Carrasco Capo, K. N. (2021). *Análisis de la huella ecológica como indicador de sostenibilidad en la etapa de construcción de dos instituciones educativas estatales en Chiclayo*. Chiclayo.
- Crean en el departamento de Tacna, el distrito de Alto de la Alianza, cuya capital será el centro poblado la Esperanza. (10 de mayo de 1984). *El peruano - normas legales*, págs. 25461-25642. El peruano - normas legales. [https://biblioteca.congreso.gob.pe/exlibris/aleph/u23\\_1/alephe/www\\_f\\_spa/icon/html/Demarcacion/TALE23828.pdf](https://biblioteca.congreso.gob.pe/exlibris/aleph/u23_1/alephe/www_f_spa/icon/html/Demarcacion/TALE23828.pdf)
- Crean los Distritos de Alto Selva Alegre y de Ciudad Nueva en las Provincias de Arequipa y Tacna, respectivamente. (20 de noviembre de 1992). Lima, Lima, Peru: Diario Oficial El Peruano.
- De la Torre, J. (2016). La huella ecologica: un indicador de sostenibilidad para las actividades humanas. *Revista Indes*, 9-18.

- Domémech, J. L. (2010). *Huella ecológica y desarrollo sostenible*. España: ISBN.
- Gonzales et al. (2017). Percepción de la formalidad de la cadena de reciclaje de vidrio en Lima Zona Norte. *In Anales Científicos*, 216-224.
- Hernandez, A. (2015). *Metodología de la Investigación*. Celaya.
- Hoffmann. (2016). *Guía de educación ambiental y residuos*. Chile.
- Huerta Esquivel, Jeankarlo Valentino & Popayán Valverde, Elvis Manolo. (2014). *Determinación de la Huella ecológica en la comunidad universitaria "Santiago Antunéz de Mayolo", campus universitario de Shancayán - periodo anual 2014*. Huaraz.
- INEI. (2018). *Tacna - Resultados definitivos*. Lima.
- Jaimes Gutierrez, L. L. (2019). *Estimación de la huella ecológica de la Universidad Peruana Unión*. Lima.
- Ley de demarcación territorial de la provincia de Tacna, d. d. (03 de Febrero de 2001). Ley N°27415. *El Peruano*, págs. 198123-198124.
- Luna. (2003). *Factores involucrados en el manejo de la basura doméstica por parte del ciudadano*. Barcelona.
- Martinez Castillo, R. (2008). Características socio-ambientales de la huella ecológica. *Biocenosis*, 1-2.
- Martínez, R. (2007). Algunos aspectos de la huella ecológica. *Revista de las sedes del año*, 11-25.
- Mataix, C. (2010). *Movilidad urbana sostenible: un reto energético y ambiental*. Madrid: TF Artes Gráficas.

- Meza Vargas, L. V. (2020). *HUELLA ECOLÓGICA EN LA POBLACIÓN DEL DISTRITO DE YAUYOS, JAUIJA*. Huancayo.
- Moreno, D. (2022). Las Islas de plástico su vinculación ambiental en el Ecuador. *Revista Metropolitana de ciencias aplicadas*, 96-103.
- MPT. (2021). *PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS*.
- Municipalidad distrital Alto de la Alianza*. (2021). Municipalidad distrital Alto de la Alianza.  
[https://munialtoalianza.gob.pe/web/resources/fotoContenido/233\\_ba6f2e\\_02062021\\_PDF%20PLAN%20DE%20ACCION%20DISTRITAL%20DE%20SEGURIDAD%20CIUDADANA%20ALTO%20DE%20LA%20ALIANZA%202021.pdf](https://munialtoalianza.gob.pe/web/resources/fotoContenido/233_ba6f2e_02062021_PDF%20PLAN%20DE%20ACCION%20DISTRITAL%20DE%20SEGURIDAD%20CIUDADANA%20ALTO%20DE%20LA%20ALIANZA%202021.pdf)
- Navarro. (2019). Plan de desarrollo regional concertado Tacna hacia el 2021. *Colombia Forestal*, 51-67.
- Primo Ordoñez, J. F. (2022). *Política pública ambiental para reducir la huella ecológica en pobladores de las unidades vecinales de la provincia de Ferreñafe*. Chiclayo.
- Quichimbo Saraguro, L. d. (2015). *La Huella Ecológica de la Ciudad Universitaria "Guillermo Falconi Espinosa"*. Loja, Ecuador.
- Rosas. (2019). Prevención de la generación de residuos en el marco de una economía ecológica y solidaria: un análisis del manejo de residuos en los municipios de México. *Sociedad y ambiente*, 7-31.
- Ruiz, B. (2013). *Huella ecológica, datos y rostros*. Mexico D.F.: ISBN.
- S.A. (17 de Enero de 2006). El peruano. *Ley que precisa el Artículo 3° de la Ley N°27415, Ley de demarcación territorial de la Provincia de Tacna, Departamento de*

Tacna, págs. 6-12. <https://docs.peru.justia.com/federales/leyes/29189-jan-16-2008.pdf>

S.A. (s.f.). Plan local de seguridad ciudadana 2018. *Plan local de seguridad ciudadana 2018*. Tacna, Tacna, Tacna.

Solis, J. (2010). *Evaluación de la Huella Ecológica del Sector Edificación (uso residencial) en la comunidad Andaluza*. Sevilla.

Valdivia Martel, P. S. (2019). *LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL MEDIANTE EL CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA EN LOS ALUMNOS DE LA GRAN UNIDAD ESCOLAR LEONCIO PRADO DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO*. Huanuco.

Villalobos Perea, Carlos Enrique & Castillo Franco, Carlos Arturo. (2015). *Huella ecológica y gestión de residuos sólidos de la Universidad Autónoma de Occidente*. Santiago de Cali.