

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**“ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
MUNICIPALES PARA LA PROPUESTA DE DISEÑO DE CELDAS
TRANSITORIAS EN EL CENTRO POBLADO BOCA DEL RÍO,
DISTRITO DE SAMA - TACNA, 2021”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

Bach. DARIELA MAYLING ORÉ RAMOS
Bach. ANGGELA GRACIELA NAVARRO BARRIO DE MENDOZA

TACNA – PERÚ
2021

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis

**“ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
MUNICIPALES PARA LA PROPUESTA DE DISEÑO DE CELDAS
TRANSITORIAS EN EL CENTRO POBLADO BOCA DEL RÍO,
DISTRITO DE SAMA - TACNA, 2021”**

Tesis sustentada y aprobada el 15 de octubre del 2021; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE	:	Dr. NORIBAL JORGE ZEGARRA ALVARADO
SECRETARIA	:	M Sc. MARISOL MENDOZA AQUINO
VOCAL	:	M Sc. HUMBERTO JACINTO SANTANA SOTO
ASESOR	:	Dr. RICHARD SABINO LAZO RAMOS

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotras, *Dariela Mayling Oré Ramos* y *Anggela Graciela Navarro Barrio de Mendoza*, en calidad de *Bachilleres* de la Escuela Profesional de *Ingeniería Ambiental* de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificadas con DNI N° 72329520 y DNI N° 71393059 respectivamente.

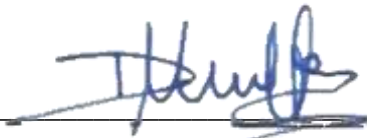
Declaramos bajo juramento que:

1. Somos autoras de la tesis titulada:
“Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales para la propuesta de Diseño de Celdas Transitorias den el Centro Poblado Boca del Río, Distrito de Sama - Tacna, 2021”
la misma que presentamos para optar:
Título Profesional de Ingeniera Ambiental.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumimos frente a *La Universidad* cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, nos hacemos responsables frente a *La Universidad* y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar

como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumimos las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 08 de noviembre del 2021



Dariela Mayling Oré Ramos

DNI N° 72329520



Anggela Graciela Navarro Barrio de Mendoza

DNI N° 71393059

DEDICATORIA

Dedicado con amor a mis padres, Ricardo y Maritza, quienes con su ejemplo, sacrificio y apoyo incondicional me permitieron lograr este objetivo; gracias por siempre confiar en mí, por alentarme a crecer personal y profesionalmente, y por ser mi mayor inspiración. De igual manera a mi abuelita Natividad, por su sabiduría, cariño y gran influencia en mi formación. A mi hermana Andrea, por la amistad y el constante apoyo moral que me brinda. Y a mi sobrina Doménica, por ser mi luz y alegría.

Anggela Graciela Navarro Barrio de Mendoza

De manera muy especial a quienes más amo, mis padres Santiago y Olivia, por enseñarme desde pequeña que no existen los imposibles, por su amor infinito, y que con su ejemplo son mi motivación para cumplir mis sueños, todo lo que tengo se los debo a ustedes. Así mismo, a mi hermano, Gianmarco, por su comprensión, apoyo y que con sus ocurrencias alegra mis días. A mis primos, Valeria y Diego, por su cariño y palabras de aliento. Finalmente, a mis angelitos Mayling, Lidia y Lola, un beso al cielo.

Dariela Mayling Oré Ramos

AGRADECIMIENTO

Siendo la gratitud uno de los valores más importantes para la formación profesional, aprovechamos estas líneas breves para expresar un poco de dicha gratitud.

A Dios, por siempre haber guiado nuestros caminos y que gracias a su voluntad hoy nos sentimos dichosas de haber coincidido en la universidad, haber sido compañeras de tesis, actualmente colegas y mejores amigas.

A nuestras familias, que son lo más importante en nuestra vida, gracias por su constante aliento y su amor en todo momento. Por ser nuestro ejemplo de que todo se puede lograr con esfuerzo, perseverancia y dedicación; siempre serán nuestra principal motivación.

A nuestras amigas, por su paciencia y compañía mediante mensajes de alegría. Gracias por celebrar nuestros logros como si fueran suyos.

Al Dr. Lazo, nuestro asesor, por su valiosa orientación y recomendaciones brindadas en nuestra tesis.

A los habitantes del Centro Poblado Boca del Río, por regalarnos su tiempo, mostrar interés y disposición en ser partícipes de nuestro estudio de caracterización.

De igual manera, a todas las personas que cooperaron con el desarrollo de nuestra tesis, al Ing. Cartagena por compartir su conocimiento estadístico con nosotras, al Ing. Santana por inculcarnos desde nuestros primeros ciclos la importancia de una adecuada gestión de residuos sólidos, y a todos los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental que fueron parte de nuestra formación y que con su vocación nos incentivaron a amar nuestra profesión.

Las autoras

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DEL JURADO.....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD.....	iii
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1.Descripción del Problema	2
1.2.Formulación del Problema	3
1.3.Justificación e Importancia.....	3
1.4.Objetivos.....	5
1.4.1.Objetivo General.....	5
1.4.2.Objetivos Específicos.....	5
1.5.Hipótesis.....	5
1.5.1.Hipótesis General	5
1.5.2.Hipótesis Específicas.....	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	6
2.1.Antecedentes del Estudio	6
2.1.1.A Nivel Internacional	6
2.1.2.A Nivel Nacional.....	7
2.1.3.A Nivel Local.....	8
2.2.Bases Teóricas.....	9
2.2.1.Gestión Integral de los Residuos Sólidos Municipales	9
2.2.2.Gestión de Residuos Sólidos en el Perú	10
2.2.3.Gestión de Residuos Sólidos en Tacna	11
2.2.4.Clasificación de los Residuos Sólidos	11
2.2.5.Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales.....	11
2.2.6.Factores que influyen en la Generación y Tipo de Residuos.....	11
2.2.7.Disposición Final de los Residuos Sólidos Municipales.....	12
2.2.8.Impactos Negativos por la Inadecuada Disposición Final de Residuos	13

2.2.9.Características de los Residuos Sólidos.....	13
2.2.10.Áreas Degradadas por Residuos Sólidos Municipales	13
2.2.11.Características para la Habilitación de Celdas Transitorias.....	14
2.2.12.Criterios para Calificación para la Selección de Área de la Celda Transitoria	14
2.2.13.Datos Generales del C.P. Boca del Río	15
2.3.Definición de Términos	16
2.3.1.Área Degradada por Residuos Sólidos Municipales.....	16
2.3.2.Botadero.....	17
2.3.3.Celda Transitoria.....	17
2.3.4.Generación Per Cápita.....	17
2.3.5.Generador.....	17
2.3.6.Humedad.....	17
2.3.7.Lixiviado.....	17
2.3.8.Plan de Recuperación de Áreas Degradadas por Residuos.....	18
2.3.9.Porcentaje de Peso Volumétrico	18
2.3.10.Relleno Sanitario Manual	18
2.3.11.Residuos Sólidos	18
2.3.12.Residuos Sólidos Domiciliarios	18
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	19
3.1.Tipo y Nivel de la investigación	19
3.2.Población y/o Muestra de Estudio.....	19
3.3.Operacionalización de Variables.....	20
3.4.Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos.....	20
3.4.1.Reconocimiento de la Zona de Estudio.....	21
3.4.2.Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales del C.P. Boca del Río.....	21
3.4.3.Diseño de Celdas Transitorias	23
3.5.Procesamiento y Análisis de Datos.....	24
3.5.1.Análisis de Datos del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos	24
3.5.2.Diseño de las Celdas Transitorias.....	26
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	29
4.1.Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos en el Centro Poblado Boca del Río	29
4.1.1.Determinación de las Muestras Domiciliarias y No Domiciliarias.....	29

4.1.2.Cálculo de la generación per cápita de residuos sólidos	30
4.1.3.Porcentaje según Tipo de Residuos Sólidos	34
4.1.4.Densidad de los Residuos Sólidos Municipales	41
4.1.5.Humedad de los Residuos Sólidos Municipales	42
4.2.Propuesta de Diseño de Celda Transitoria.....	43
4.2.1.Objetivos de la Propuesta	43
4.2.2.Marco de Referencia.....	43
4.2.3.Descripción de las Actividades.....	43
4.2.4.Desarrollo de las Actividades	44
4.2.5.Conclusiones de la Propuesta.....	47
4.3.Validación de Hipótesis.....	47
4.3.1.Hipótesis Específica 1	47
4.3.2.Hipótesis Específica 2.....	53
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	55
CONCLUSIONES.....	57
RECOMENDACIONES.....	58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
ANEXOS.....	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Disposición final de residuos sólidos municipales en Tacna	12
Tabla 2. Criterios de Calificación para la Selección de Área de la Celda Transitoria	15
Tabla 3. Variables dependientes e independientes	20
Tabla 4. Tipo de residuos sólidos aprovechables y no aprovechables.....	25
Tabla 5. Parámetros para el cálculo de la capacidad útil de la celda	28
Tabla 6. Población actual proyectada.....	29
Tabla 7. Cálculo de la muestra domiciliaria	29
Tabla 8. Muestras no domiciliarias	30
Tabla 9. Generación per cápita de los residuos sólidos domiciliarios	31
Tabla 10. Generación per cápita de los residuos sólidos domiciliarios para el año 2024	33
Tabla 11. Generación de Residuos Sólidos No domiciliarios de Establecimientos Comerciales	33
Tabla 12. Generación de Residuos Sólidos No Domiciliarios de los Restaurantes	34
Tabla 13. Densidad de los residuos sólidos domiciliarios	42
Tabla 14. Densidad de los residuos sólidos no domiciliarios (establecimientos comerciales y restaurantes)	42
Tabla 15. Humedad de los residuos sólidos municipales.....	42
Tabla 16. Proyección de la generación de residuos del C.P. Boca del Río.....	45
Tabla 17. Volumen Anual de Residuos Dispuestos	45
Tabla 18. Cálculo de la capacidad útil de la celda transitoria.....	46
Tabla 19. Tabla ANOVA	48
Tabla 20. Pruebas de Múltiple Rangos	48
Tabla 21. Tabla ANOVA	49
Tabla 22. Pruebas de Múltiple Rangos	49
Tabla 23. Tabla ANOVA	50
Tabla 24. Pruebas de Múltiple Rangos	51
Tabla 25. Tabla ANOVA	52
Tabla 26. Pruebas de Múltiple Rangos	52
Tabla 27. Estadísticos para una muestra	53
Tabla 28. Prueba para una muestra	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Generación total de residuos sólidos municipales en el Perú.....	10
Figura 2. Ubicación del Centro Poblado Boca del Río.....	16
Figura 3. Composición porcentual de residuos sólidos domiciliarios (%).....	35
Figura 4. Composición porcentual de residuos aprovechables – domiciliarios (%).....	36
Figura 5. Composición porcentual de residuos no aprovechables – domiciliarios (%).....	36
Figura 6. Composición porcentual de residuos no domiciliarios para establecimientos (%).....	37
Figura 7. Composición porcentual de residuos aprovechables para establecimientos (%).....	38
Figura 8. Composición porcentual de residuos no aprovechables para establecimientos (%)....	39
Figura 9. Composición porcentual de residuos no domiciliarios para restaurantes (%).....	39
Figura 10. Composición porcentual de residuos aprovechables para restaurantes (%).....	40
Figura 11. Composición porcentual de residuos no aprovechables para restaurantes (%).....	41

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia	63
Anexo 2. Tríptico entregado a la población.....	64
Anexo 3. Invitación al estudio de caracterización	65
Anexo 4. Sticker para identificación de viviendas y establecimientos participantes	66
Anexo 5. Generación municipal del C.P. Boca del Río	67
Anexo 6. Composición de residuos domiciliarios	68
Anexo 7. Composición de residuos no domiciliarios – Establecimientos comerciales.....	69
Anexo 8. Composición de residuos no domiciliarios - Restaurantes.....	70
Anexo 9. Compendio de composición de residuos sólidos municipales.....	71
Anexo 10. Registro de densidades de residuos domiciliarios y no domiciliarios	72
Anexo 11. Promedio de densidad de los residuos sólidos municipales	72
Anexo 12. Registro de datos de la humedad	73
Anexo 13. Plano de diseño de la celda transitoria	74
Anexo 14. Propuestas para selección de área para celda transitoria.....	75
Anexo 15. Matriz de calificación para la selección de área de la celda transitoria	76
Anexo 16. Criterios de calificación para la selección de área: calificación por geología del suelo y vulnerabilidad a desastres naturales	77
Anexo 17. Presupuesto para la etapa de construcción de celda transitoria	82
Anexo 18. Precios y cantidades de recursos requeridos para la construcción de la celda transitoria	85
Anexo 19. Resumen del presupuesto para construcción de celda transitoria	87
Anexo 20. Vista de la disposición final de los residuos sólidos generados en el C.P. Boca del Río	88
Anexo 21. Recojo de las bolsas codificadas.....	88
Anexo 22. Pesaje de las muestras	89
Anexo 23. Disposición de las muestras en el cilindro para determinar la densidad posteriormente	89
Anexo 24. Homogenización de las muestras.....	90
Anexo 25. Selección de la muestra para determinar la humedad posteriormente.....	90

RESUMEN

La investigación titulada “Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales para la propuesta de diseño de celdas transitorias en el Centro Poblado Boca del Río, Distrito de Sama - Tacna, 2021”, tiene como objetivo determinar el valor de los parámetros de generación, composición, densidad y humedad de los residuos sólidos municipales del Centro Poblado, para luego, realizar el diseño de celdas transitorias, mediante el cálculo del área, volumen y vida útil de las celdas. Para la ejecución del presente trabajo se utilizó la última actualización de la “Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales, 2019” y la “Guía para el diseño y la construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales, 2020”, elaborado por el Ministerio del Ambiente. Los resultados obtenidos del estudio indican que la GPC municipal del C.P. Boca del Río es de 0,53 kg/hab/día, con una GPC domiciliaria de 0,446 kg/hab/día y una generación no domiciliaria de 27,069 kg/día. La composición de los residuos es predominante en materia orgánica, con 23,43% para generadores domiciliarios y 35,32% para generadores no domiciliarios; en menor cantidad se encontraron los residuos de pilas con el mismo valor de 0,08% para generadores domiciliarios y no domiciliarios. La densidad promedio es de 90,69 kg/m³, y la humedad promedio de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios es de 39,45%. El volumen útil de disposición para el diseño de la celda transitoria será de 421,6 m³ con una vida útil de 3 años y un área comprendida entre 201,41 m² y 234,98 m².

Palabras clave: residuos sólidos municipales, residuos sólidos domiciliarios, residuos sólidos no domiciliarios, caracterización de residuos sólidos, celda transitoria.

ABSTRACT

The study entitled "Municipal solid waste characterization study for the design proposal of transitory cells located in Boca del Río Populated Center, Sama District – Tacna, 2021", aims to determine the value of the generation parameters, composition, density and humidity from the study of characterization of municipal solid waste of the Population Center, to then carry out the design of transitory cells, by calculating the area, volume and useful life of the cells. For the execution of this work, the latest update of the "Guide for the Characterization of Municipal Solid Waste, 2019", prepared by the Ministry of the Environment and the "Guide for the design and construction of infrastructures for the final disposal of municipal solid waste, 2020" was used. The results obtained from the study indicate that the municipal GPC of C.P. Boca del Río is 0,53%, with a home GPC of 0,446 kg/person/day and a non-home generation of 27,069 kg / day. The composition of the waste is predominant in organic matter, with 23,43% for home generators and 35,32% for non-home generators; to a lesser extent, battery waste was found with the same value of 0,08% for home and non-home generators. The average density is 90,69 kg/m³, and the average humidity of residential and non-residential solid waste is 39,45%. The useful volume of disposal for the design of the transitory cell will be 421,6 m³ with a useful life of 3 years and an area between 201,41 m² and 234,98 m².

Key words: municipal solid waste, household solid waste, non-household solid waste, characterization of solid waste, transitional cell.

INTRODUCCIÓN

La gestión integral de residuos sólidos municipales representa uno de los grandes desafíos a cumplir en nuestro país, esto comprende desde su generación hasta su disposición final, siendo esta última esencial para mitigar los impactos negativos ambientales en nuestra sociedad. La disposición final de residuos sólidos municipales debe ser sanitaria y ambientalmente segura, por lo tanto, requiere de un diseño como las celdas transitorias o celdas diarias según corresponda. Actualmente el C.P. Boca del Río carece de un lugar adecuado para disponer los residuos, siendo estos dispuestos en un botadero, el cual conlleva al aumento de áreas degradadas en nuestra ciudad.

Es sumamente importante que los funcionarios municipales tomen las medidas correspondientes para la elaboración de diferentes proyectos de inversión enfocados a una eficiente gestión de residuos sólidos, puesto que no solo se requiere de un buen diseño para la disposición final de los residuos sino, también de voluntad e integridad por parte de las autoridades, es por ello que es indispensable que se realicen estudios de caracterización para conocer las diversas características cualitativas y cuantitativas de los residuos generados tanto de la población actual y proyecciones futuras.

Nuestra investigación se desarrolló en cinco capítulos, en el primer capítulo se describe la problemática actual que enfrenta el Centro Poblado Boca del Río en referencia a la gestión de residuos sólidos municipales, en el segundo capítulo se muestran los diferentes antecedentes y conceptos que le dan sustento a nuestra investigación, el tercer capítulo está constituido por el marco metodológico, en el cuarto capítulo se mencionan los resultados obtenidos en el estudio de caracterización, es decir el trabajo en campo y el trabajo a nivel de gabinete, donde se desarrollaron los cálculos para el dimensionamiento de la celda, el quinto capítulo hace referencia a la discusión de los resultados, finalmente se manifiestan las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del Problema

Hoy en día, el inadecuado manejo de los residuos sólidos en áreas no adecuadas o permitidas forma parte de las causas más alarmantes que generan la degradación ambiental, lo que conlleva a una calidad de vida poco saludable. Los residuos sólidos son dispuestos en botaderos, desencadenando que los recicladores y trabajadores se encuentren en contacto directo con estos, originando riesgos sanitarios y enfermedades como infecciones respiratorias e intestinales, neumonía, tifoidea, hasta el cólera. Asimismo, la descomposición lenta de los residuos provoca la generación de malos olores y emanación de gases contaminantes; así como la reducción de fertilidad, capacidad de aireación, retención de agua y porosidad de los suelos.

El Banco Mundial, en el 2018, emitió un informe que resaltó que, si no se adoptan medidas urgentes, para el 2050, los residuos sólidos a nivel mundial incrementarán un 70% con respecto a los niveles actuales; también se resalta que la gestión de los residuos sólidos suele pasarse por alto, sobre todo en los países de ingreso bajo, reciclándose sólo un 4% de los desechos. Según el MINAM, en el año 2019, a nivel nacional, aproximadamente más de 7 millones de toneladas de residuos sólidos municipales fueron generados anualmente, de esa cifra, más de la mitad de los residuos son llevados a los 1585 botaderos existentes y reconocidos por OEFA (cifra actualizada en 2018). Además, apenas el 1,9% de los residuos orgánicos e inorgánicos, son valorizados.

En Tacna, de acuerdo con el MINAM, en el año 2019, 76 mil toneladas de residuos sólidos fueron generados, estos son dispuestos en el botadero del kilómetro 7 de la carretera Tacna - Tarata, que es un sitio no autorizado, sanitaria y ambientalmente inseguro. El manejo de los residuos sólidos en el Centro Poblado Boca del Río es ineficiente lo cual origina riesgos a la salud de la población, sumado a ello, su disposición final es a cielo abierto en un área que se ha utilizado por más de veinticinco años, convirtiéndola en un área degradada, su ubicación está entre el kilómetro 44 y 45 de la vía Costanera. Debido a la problemática descrita, es necesario tomar medidas de acción en el Centro Poblado Boca del Río por lo que se plantea realizar un estudio de caracterización para conocer la generación per cápita, tipo, humedad y densidad de los residuos; variables necesarias para el diseño de celdas transitorias.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿Es factible el diseño de una celda transitoria a partir del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales generados en el Centro Poblado Boca del Río, Distrito de Sama - Tacna, 2021?

1.2.2. Problemas Específicos

¿Cuál es la generación per cápita de residuos sólidos municipales generados en el Centro Poblado Boca del Río, Distrito de Sama - Tacna, 2021?

¿Cuál es la composición porcentual aprovechable y no aprovechable de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios generados en el Centro Poblado Boca del Río, Distrito de Sama - Tacna, 2021?

¿Cuál es la humedad y la densidad de los residuos sólidos municipales generados en el Centro Poblado Boca del Río, Distrito de Sama - Tacna, 2021?

¿Cuáles son las características dimensionales de la celda transitoria para el Centro Poblado Boca del Río, Distrito de Sama - Tacna, 2021?

1.3. Justificación e Importancia

1.3.1. Justificación

a. Científico – Ambiental

Una correcta gestión de residuos sólidos genera impactos positivos en el entorno ambiental y bienestar de las personas. El estudio de caracterización de residuos sólidos municipales en el C.P. Boca del Río cooperará con el gobierno local en mitigar los impactos negativos ya presentes en el balneario. Desde un punto de vista científico, la

instalación de la celda transitoria previene la fuga de lixiviados, evitando así la alteración de la calidad del suelo.

b. Social

La participación de la población en el presente estudio hará que incremente su interés en el correcto manejo de sus desechos y por ende sean más conscientes en su correcta segregación y disposición. Los estudios de caracterización permiten mejorar los sistemas de gestión de residuos sólidos donde haya participación de recicladores. Cabe resaltar que los residuos no recogidos y mal eliminados tienen un impacto significativo en la salud pública.

c. Económica

Con el análisis de los datos que se obtendrán en el estudio de caracterización de residuos sólidos municipales se podrá determinar la cantidad y composición física de estos, lo cual servirá para disponer de medidas que conlleven a su valorización económica y, por lo tanto, a una mejor calidad de vida del Centro Poblado; también puede conducir a que los residuos sean aprovechados trayendo consigo una disminución en la tarifa de limpieza en el Balneario.

1.3.2.Importancia

Este trabajo de investigación es importante porque nos permite diseñar celdas transitorias que servirán como base para que las autoridades competentes formulen proyectos de inversión para infraestructuras adecuadas de disposición final. La participación de la población de Boca del Río será importante ya que incentivara una cultura ambiental para que así se logre minimizar y segregar los residuos sólidos que generan en sus viviendas, cabe destacar que la valorización de los residuos traerá ingresos para el Centro Poblado.

La realización de este trabajo permitirá tener una base datos sobre las características de los residuos del Centro Poblado Boca del Río para que la municipalidad tenga un mejor desempeño en el manejo de estos y así contribuir en la mejora del medio ambiente y la salud de las personas.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Diseñar una celda transitoria a partir del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales generados en el Centro Poblado Boca del Río, Distrito de Sama - Tacna, 2021.

1.4.2. Objetivos Específicos

Determinar la generación per cápita de residuos sólidos municipales generados en el Centro Poblado Boca del Río, Distrito de Sama - Tacna, 2021.

Determinar la composición porcentual aprovechable y no aprovechable de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios generados en el Centro Poblado Boca del Río, Distrito de Sama - Tacna, 2021.

Determinar la humedad y la densidad de los residuos sólidos municipales generados en el Centro Poblado Boca del Río, Distrito de Sama - Tacna, 2021.

Determinar las características dimensionales de la celda transitoria para el Centro Poblado Boca del Río, Distrito de Sama - Tacna, 2021.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

El estudio de caracterización de residuos sólidos municipales permitirá el diseño de las celdas transitorias para el Centro Poblado Boca del Río, Distrito de Sama - Tacna, 2021.

1.5.2. Hipótesis Específicas

La generación per cápita de residuos sólidos municipales generados en el Centro Poblado Boca del Río, no supera el valor promedio per cápita de la Provincia de Tacna.

La composición de los residuos sólidos municipales domiciliarios y no domiciliarios aprovechables generados en el Centro Poblado Boca del Río, son en mayoría orgánicos, mientras que los no aprovechables son residuos sanitarios.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del Estudio

2.1.1.A Nivel Internacional

Viteri Romero y Brito (2016), realizaron el diseño de una celda diaria de confinamiento para los residuos de un relleno sanitario en la provincia de Napo - Ecuador debido a la inadecuada disposición de residuos del actual relleno que a corto plazo llegará a su punto máximo, para ello hicieron un diagnóstico, análisis cualitativos y cuantitativos; en la primera etapa de la investigación se determinó la cantidad de desechos dando un resultado de 0,791 kg/hab/día, esto permitió desarrollar las dimensiones usando la Guía del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria donde se optó que el largo es de 8 m, el ancho de 6 m y el alto de 1,5 m para evitar los lixiviados; para la elaboración de planos se usó el programa AutoCAD a una escala de 1:1000, la implementación de la celda diaria permitirá que el relleno sanitario actual tenga una vida útil de 4 años más.

Asimismo, Cabezas Albán y Casiera Ortiz (2020), a raíz de la problemática de un inadecuado manejo del relleno actual de Cantón Cumanda en Guayaquil que redujo su periodo de vida útil y por consecuencia dejó al Cantón Bucay sin un lugar sanitariamente adecuado para la disposición final de sus residuos, realizaron su propuesta de diseño de un relleno sanitario, en la cual se hizo la proyección poblacional teniendo como base los datos del INEC con el método de crecimiento exponencial para una proyección futura de 25 años, que es un valor de vida útil del relleno sanitario, por tal razón, la población proyectada es de 22 207 habitantes, asimismo realizaron cálculos de producción per cápita de desechos obteniendo un valor de 0,512 kg/ hab/ día; cabe recalcar que en su investigación no realizaron un estudio de caracterización, tomaron como referencia datos globales, y para el diseño aplicaron el método de operación mecánico tipo área o superficie debido al relieve del terreno, por ende el área requerida para el relleno es de 2,975 ha ya que la población es relativamente pequeña.

2.1.2.A Nivel Nacional

Según el análisis realizado por Contreras (2019) enfocado en los residuos sólidos domiciliarios del balneario de Tortugas en Casma, tuvo como objetivo realizar una caracterización y gestión de los residuos, el resultado fue de una generación per cápita de 0,44 kg/hab/día con una humedad promedio de 43,52% en el año 2015, donde la composición predominante fue de materia orgánica con un 75%, su muestra fue de 22 hogares a través del plano catastral donde se seleccionaron un total de 80 habitantes de manera aleatoria, siendo capacitados y empadronados, se entregaron bolsas durante un periodo de 15 días y finalmente se concluyó que es de suma importancia un plan adecuado hacia la gestión de residuos sólidos el cual debe estar correctamente implementado para lograr tener un balneario más organizado en el futuro.

De la Torre y Pilar (2019) elaboraron un artículo donde analizaron los puntos de afluencia de los bañistas en la playa Las Sombrillas - Lima para determinar la composición, características físicas y generación per cápita de los residuos sólidos de la zona. Se recogieron los residuos generados durante el día y se realizó una limpieza general con el fin de no contabilizar los residuos previos; luego, se tomó en cuenta 3 puntos de monitoreo y se obtuvo un total de 109,36 kg de residuos por aproximadamente 7848 personas en la playa. Concluyeron que la categoría con residuos no reciclables fue la más representativa con un 44,97% de volumen, 33,22% de masa total y estos residuos fueron recipientes de poliestireno.

Según Zumaeta Cauper (2017) en el distrito de Saquena se realizó un diagnóstico enfocado a un adecuado manejo de residuos sólidos urbanos con el objetivo de implementar mejoras en los servicios de limpieza; su muestra fue de 72 viviendas y la GPC domiciliaria fue de 0,54 kg/hab/día, la materia orgánica representa el mayor porcentaje de composición domiciliaria con un 76%, en contraste la menor composición está representada por 0,07% de residuos inertes; en referencia a la muestra no domiciliaria el estudio se efectuó en 32 predios dentro de ellos bodegas, hospedajes, bares, etc; la generación no domiciliaria obtenida fue de 91,51 kg/día, su composición no domiciliaria esta representa por la materia orgánica con 72,79 % y el cartón fue el tipo de residuo 5,49% con el porcentaje mayor consiguiente.

Por otro lado, Cascas Roncal (2019) precisó que se debe mejorar el manejo de residuos sólidos municipales en el Distrito de Cascas para ello en su metodología aplicó una encuesta para determinar el nivel de satisfacción de los pobladores respecto a la gestión ambiental, además para conocer las cualidades de los residuos realizó un estudio de caracterización, en los resultados se obtiene una generación de 0,4354 kg/hab/día, la densidad fue de 195,66 kg/m³ y el porcentaje de humedad tiene un valor de 72,075%, finalmente se efectuó un taller de sensibilización y se recomienda realizar estudios de caracterización cada 5 años.

2.1.3.A Nivel Local

Mendieta Romero y Mendoza Casilla (2019) realizaron un estudio en el distrito de Pachía en Tacna donde se caracterizó los residuos sólidos de ámbito municipal para realizar el diseño de un relleno sanitario manual, dentro de sus objetivos estaba determinar los parámetros de caracterización de los residuos, su metodología fue la guía elaborada por el MINAM, según datos estadísticos la población al año 2017 del distrito fue de 2106 habitantes, por ende se realizó una proyección de 10 años la cual es de 2281 habitantes, se aplicó la fórmula correspondiente y se obtuvo una muestra de 62 viviendas y a través del estudio de caracterización se obtuvo una generación per cápita de 0,404 Kg/hab/día en el año 2017 y la densidad fue de 103,504 kg/m³, asimismo, el diseño del relleno fue considerado con diez años de vida útil con un área mayor o igual a 1,9 ha.

Según Lazo Ramos et al. (2020) en su artículo de caracterización de residuos sólidos en el distrito La Yarada - Los Palos, donde empleó la metodología del MINAM para poder llevar a cabo un análisis de estos residuos determinando su cantidad y características, se obtuvo como generación per cápita 0,470 kg/hab/día, el porcentaje más elevado en cuanto a composición física fue el de materia orgánica con un 56,77% y para el diseño se realizó con una proyección de 10 años con 9 zanjas de 2659,2 m³. Las celdas se diseñaron con 2,4 m de altura, 60 m de largo y 30 m de ancho; la proyección da como resultado un volumen anual de 24 552,7 m³ de residuos.

Pezo Calle (2015) desarrolló su investigación denominada “Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios por estrato socioeconómico en Tacna” la cual fue aplicada a 120 familias, su metodología constó de tres etapas donde se utilizó el software

SPSS v 21.0., la generación per cápita fue de 0,540 kg/hab/día en el año 2013, los residuos con materia orgánica lideraron con un 51,1% y menos frecuente fue el papel con 6,75%; se concluyó que referente a los estratos socioeconómicos el nivel alto generó el mayor promedio.

Asimismo Causa Mamani (2019) con el objetivo de determinar la generación per cápita en el Distrito de Cairani, Provincia de Candarave, efectuó un estudio de caracterización de residuos municipales mediante la Guía Metodológica establecida por el MINAM en el año 2019, dentro de los resultados la GPC domiciliaria fue de 0,32 kg/hab/día y la no domiciliaria de 4,91 kg/día, asimismo la densidad promedio domiciliaria fue 155,33 kg/m³ y la no domiciliaria de 548,63 kg/m³, respecto al componente predominante de residuos domiciliarios fue la materia orgánica con un 50% por lo que se recomienda que se plantee un plan de compostaje, finalmente se propone un diseño de relleno sanitario manual con 5 años de vida útil.

Finalmente, Merino Alvino (2020) en su investigación efectuó el diseño de un Relleno Sanitario Manual en el Centro Poblado Morro Sama, para el cual inicio con una caracterización de residuos sólidos ya que dentro de sus objetivos está determinar el porcentaje, el tipo de residuos sólidos, calcular la generación per cápita y las dimensiones para el futuro relleno sanitario; para calcular la muestra domiciliaria tomó como referencia el cuadro establecido en la Guía Metodológica del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales por el MINAM del año 2019, y mediante una regla de tres simple se determinó 34 muestras domiciliarias. Obtuvo una GPC de 0,393 kg/persona/día, para el tipo de residuos sólidos predominó los residuos orgánicos con un 24% provenientes de los domicilios y un 20% provenientes de las muestras no domiciliarios, en conclusión, se requirió un área de 535,04 m², el volumen que se requiere es de 1602 m³, con una altura de 2,4 m y un largo inferior de 35,2 m.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Gestión Integral de los Residuos Sólidos Municipales

Una gestión integra involucra la prevención y minimización de la generación de los residuos sólidos en origen, y está enfocado a la recuperación, valorización energética y material de los residuos generados.

La gestión de los residuos sólidos municipales en el país debe ser establecida, de conformidad con las autoridades nacionales, regionales y sectoriales. Los municipios provinciales están obligados a realizar acciones para la implementación de una gestión adecuada, como los regímenes de residuos. Estos deben considerar el proceso de caracterizar los residuos, su segregación y valorización, el enfoque de género, la inclusión local y generar el empleo en la localidad (D. L. N° 1278, 2017).

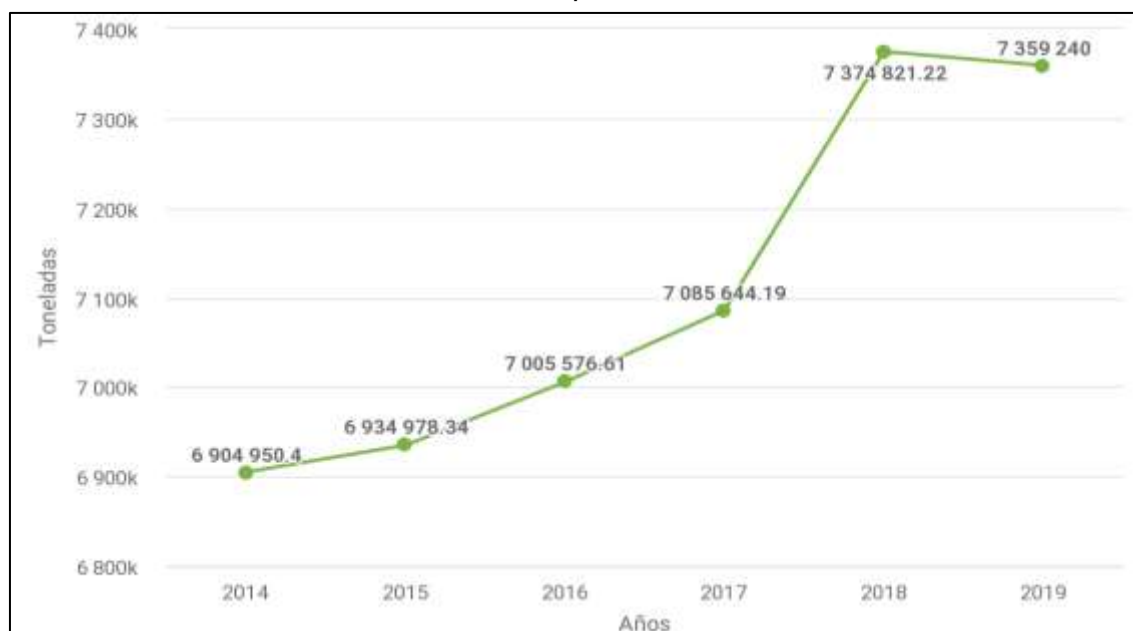
2.2.2. Gestión de Residuos Sólidos en el Perú

Uno de los grandes desafíos de nuestro país, es lograr una gestión integral de los residuos sólidos, esta gestión se define como una adecuada actividad técnica administrativa las cuales involucran la coordinación, el planeamiento, diseño, aplicación y evaluación (OEFA, 2016).

En el año 2019 se generaron un total de 7 359 240 toneladas de residuos sólidos municipales la cual representó una leve disminución a comparación del año anterior tal como se muestra en la Figura 1.

Figura 1

Generación total de residuos sólidos municipales en el Perú



Nota. Adaptado de Perú, *Generación total de residuos sólidos municipales*, SINIA, MINAM, 2019, <https://sinia.minam.gob.pe/informacion/tematicas?tematica=08>.

2.2.3. Gestión de Residuos Sólidos en Tacna

Actualmente la ciudad de Tacna no cuenta con un relleno sanitario para la disposición final de los residuos, por lo tanto, estos son destinados al botadero municipal. Este botadero ante el crecimiento poblacional está ubicado en una zona aledaña de asentamientos humanos lo cual representa un riesgo a la salud (Barreda, 2016).

En el año 2019 se generaron 76 mil toneladas al año de residuos sólidos municipales y la generación per cápita en la provincia de Tacna en el año 2020 fue de 0,61 kg/hab/día (MINAM, 2020).

2.2.4. Clasificación de los Residuos Sólidos

Los residuos sólidos se pueden clasificar de acuerdo al manejo que reciben y según la autoridad pública competente para su gestión. De acuerdo a su manejo se clasifican en peligroso y no peligroso y de acuerdo a su gestión, en municipales y no municipales (D.L. N° 1278, 2017).

2.2.5. Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales

Se define como una herramienta la cual tiene como objetivo adquirir información de las diferentes características de los residuos sólidos generados, por ende, permite futuras planificaciones, diseños, proyectos de inversión, programas de segregación en torno al manejo de estos residuos, todos estos datos estadísticos obtenidos en este estudio son primordiales para diseños como rellenos sanitarios y celdas transitorias (MINAM, 2019c).

2.2.6. Factores que influyen en la Generación y Tipo de Residuos

Existen diversas variables que generan una relación directa o indirecta respecto a un aumento o disminución en la cantidad y tipo de residuos generados, dentro de estas variables destacan:

Temporadas del año, que afectan los hábitos y costumbres de la población, un claro ejemplo es la temporada de verano, en la que suele incrementarse el consumo de bebidas en envases desechables.

Condiciones socioeconómicas, el estrato económico tiene una relación directa con el tipo de residuos generados. Y, actividades económicas, como la agricultura y la ganadería, que tiene un impacto considerable en el tipo y cantidad de residuos generados (Flores, 2009).

2.2.7. Disposición Final de los Residuos Sólidos Municipales

Comprende la etapa final de la gestión de residuos sólidos municipales, representa uno de los problemas más graves a nivel nacional, ya que en su mayoría son dispuestos en áreas libres las cuales no son sanitarias ni ambientalmente adecuadas.

La disposición final abarca diversas operaciones para disponer de los residuos municipales de forma permanente en una infraestructura adecuada, a estas se les denominan rellenos sanitarios, las cuales son implementados por las municipalidades o EO-RS (Conam, 2004).

En la Tabla 1 se puede observar la disposición final de residuos sólidos en Tacna, que hasta la fecha no se cuenta con una infraestructura adecuada, sin embargo, existen 37 áreas degradadas por una inadecuada disposición, las cuales están destinadas para su recuperación.

Tabla 1

Disposición final de residuos sólidos municipales en Tacna

Disposición final	N°
Infraestructuras de disposición final ¹	-
Disponen en rellenos sanitarios ²	-
Áreas Degradadas para la Recuperación	37
Áreas Degradadas para la Reconversión	-

Nota. Adaptado de *Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos y el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA del MINAM, 2020.*

¹Incluye rellenos sanitarios y rellenos de seguridad ubicados en jurisdicción.

²Cantidad de municipios de la jurisdicción que disponen en rellenos sanitarios.

2.2.8. Impactos Negativos por la Inadecuada Disposición Final de Residuos

Al llevarse a cabo la disposición final de los residuos en los botaderos, generan diversos impactos que deterioran la calidad de vida de la población y de la naturaleza, estos impactos negativos pueden llegar a alterar la calidad de aguas subterráneas por la percolación de lixiviados, transmitir enfermedades por los roedores en los botaderos, ocasiona la proliferación de aves, produce malos olores, obstruye los drenajes de aguas superficiales, entre otros (Conam, 2004).

2.2.9. Características de los Residuos Sólidos

Entre ellas tenemos a las características físicas que hacen referencia a la humedad, densidad y poder calorífico de los residuos.

También a las características químicas que son necesarias para designar alternativas en el tratamiento de los residuos sólidos, estas características dependen del tipo de tratamiento, por ejemplo, si es un aprovechamiento energético corresponde la determinación de humedad y poder calorífico. Si la reutilización es la producción de compost, las características básicas identificadas son el pH, nitrógeno/carbono, nitrógeno total, oxígeno disuelto y humedad.

Por último, las características biológicas, estas nos dicen que según el origen de los residuos varía la carga microbiana, al ser mayor esta carga representa un riesgo a la sociedad; la característica biológica más importante es la biodegradabilidad, puesto que los componentes orgánicos se pueden transformar biológicamente en gases (Olivera, 2017).

2.2.10. Áreas Degradadas por Residuos Sólidos Municipales

Se consideran áreas degradadas por residuos sólidos donde se ejecuta o se ha ejecutado el almacenamiento permanente de los mencionados residuos sin tener en consideración las especificaciones técnicas de las infraestructuras de disposición final de estos. La municipalidad de jurisdicción es responsable de la reconversión o recuperación del área degradada (Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, 2017).

2.2.11. Características para la Habilitación de Celdas Transitorias

En consideración del Reglamento del D. L. N° 1278 (2017), se denomina celda transitoria aquella donde se pueden disponer de manera temporal los residuos sólidos de carácter municipal, y tienen una vida útil como máximo de tres años, dentro de sus características deben presentar la construcción de trincheras, con las condiciones topográficas adecuadas; una barrera de impermeabilización, con geomembrana y geotextil o capa de arcilla; para la retención de aguas de escorrentía canales perimetrales; también sistema de drenaje, recolección y recirculación de lixiviados; sistema de manejo de gases; compactación y cobertura diaria; y acciones para el cierre definitivo de la celda.

Las celdas transitorias tienen características similares a las de una celda de relleno sanitario manual y dentro del contenido mínimo del expediente técnico de una celda transitoria, el estudio de caracterización de residuos sólidos es uno de los estudios técnicos a considerar.

El mencionado estudio no debe tener una antigüedad mayor a 5 años si es con fines de diseño y la información mínima que se utilizará para el diseño de la celda transitoria es la generación per cápita de la población (gpc – kg/día), cantidad total de residuos sólidos domiciliarios (t/día) y no domiciliarios (t/día), y la cantidad total de residuos sólidos municipales (MINAM, 2019b).

2.2.12. Criterios para Calificación para la Selección de Área de la Celda Transitoria

En la Tabla 2 se pueden observar algunos de los criterios permiten identificar las características de la zona donde se ubicará la celda transitoria para su posterior habilitación.

Estos son plasmados en una matriz que es rellenada con los puntajes obtenidos en base de estos (MINAM, 2019b).

Tabla 2*Criterios de Calificación para la Selección de Área de la Celda Transitoria*

Ítem	Criterios de selección	DL N°1278 y su Reglamento DS N° 014-2017
1	Distancia a la población más cercana (m)	>500(*)
2	Distancia a granjas crianza de animales (m)	>500(*)
3	Distancia a fuentes de agua superficiales, zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos (m)	>500(*)
4	Distancia a fallas geológicas	>500(*)
5	Vulnerabilidad a desastres naturales (inundaciones, deslizamientos, entre otros)	
6	Infraestructuras existentes (embalses, represas, obras hidroeléctricas, entre otros)	
7	Distancia a aeropuerto o pistas de aterrizaje (m)	>13 000(*)
8	Área del terreno (m ²)	
9	Vida útil	3 o 10 años (**)
10	Pendiente del terreno (topografía)	
11	Geología del suelo	
12	Posibilidad del material de cobertura	
13	Cuenta con barrera sanitaria natural	
14	Accesibilidad al área (distancia a vía de acceso principal km)	
15	Uso actual del suelo y del área de influencia	
16	Área natural protegida por el Estado	
17	Área arqueológica	
18	Propiedad del terreno	

Nota. Adaptación de la *Guía para el Diseño y Construcción de Infraestructuras para Disposición de Residuos Sólidos Municipales* del MINAM, 2019.

(*) Por excepción, la autoridad competente podrá permitir su ubicación a distancias menores.

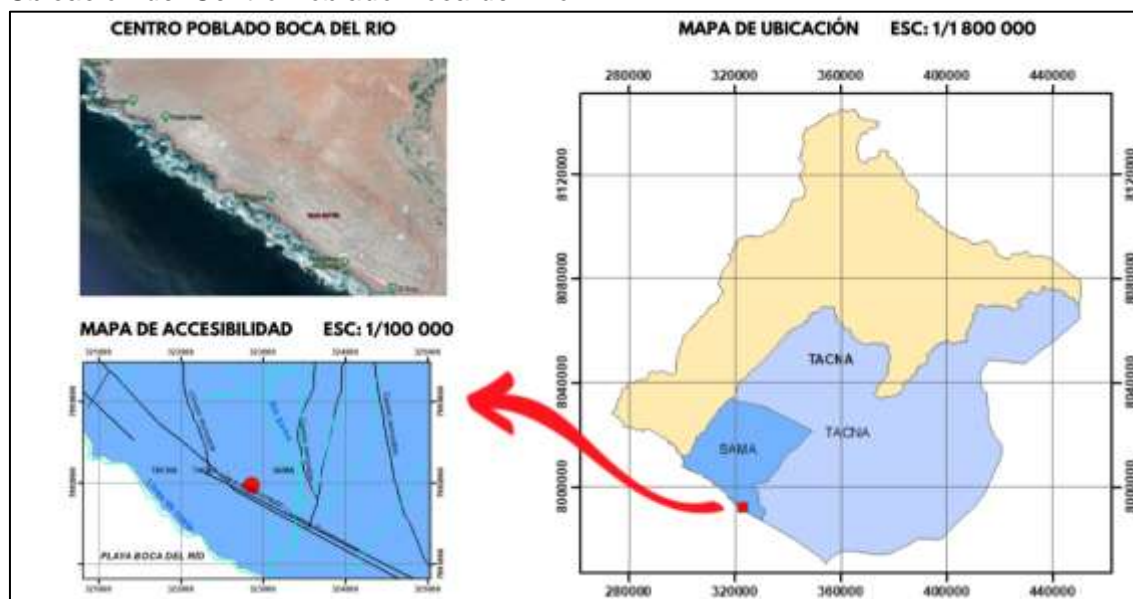
(**) ≤ 03 para celdas transitorias.

2.2.13. Datos Generales del C.P. Boca del Río

El Centro Poblado Boca del Río está localizado cerca al río Sama, a una altitud de 5 msnm; aproximadamente a 52 km al suroeste de la ciudad de Tacna.

Figura 2

Ubicación del Centro Poblado Boca del Río.



Dentro de los principales balnearios del sur del Perú se encuentra Boca del Río, actualmente cuenta con una población aproximada 400 habitantes y ha construido más de 2.000 viviendas.

Tiene 12 playas: El Toro, Las Viejas, La Lobita, Varadero, La Licera, Las Conchitas, Playita Brava, Los Yua, El Planchón, Los Arenales, Los Hornos y Tomoyo. Además de instituciones como: Iglesia "Nuestra Señora de Lourdes", Centro de Salud "Carlos Gera Almonte", Comisionado "Boca del Río", Instituto Educativo Víctor Gutierrez Aldoñez e Institución de Educación Inicial No. 367. También cuenta con un mercado municipal y áreas comerciales las cuales operan de forma permanente como restaurantes, hoteles y tiendas.

2.3. Definición de Términos

2.3.1. Área Degradada por Residuos Sólidos Municipales

Zona donde se realiza o se ha realizado el depósito permanente de residuos sólidos municipales sin autorización (Reglamento del D. L. N° 1278, 2017).

2.3.2. Botadero

Espacio inapropiado de acumulación de residuos sólidos con impactos negativos sanitarios y ambientales (D.L. N° 1278, 2017).

2.3.3. Celda Transitoria

Infraestructura donde se disponen los residuos sólidos de manera temporal (Reglamento del D. L. N° 1278, 2017).

2.3.4. Generación Per Cápita

Es la cantidad de residuos sólidos generados en términos de valor unitario, como kilogramos por persona por día (Kg/persona/día) (MINAM, 2019c).

2.3.5. Generador

Se denomina generador a las personas que, debido a las actividades cotidianas, generan residuos ya sean fabricantes, comerciantes o usuarios. Además, está en la obligación de entregar los residuos segregados para que su reaprovechamiento sea de forma adecuada y fácil (D.L. N° 1278, 2017).

2.3.6. Humedad

Parámetro que define la cantidad de agua de los residuos sólidos (MINAM, 2019c).

2.3.7. Lixiviado

Es el líquido proveniente principalmente de la precipitación del agua de lluvia que se infiltra con el material de cobertura atravesando la capa de basura, por ende, transporta una concentración de materia orgánica descompuesta y otros contaminantes (MINAM, 2011).

2.3.8. Plan de Recuperación de Áreas Degradadas por Residuos

Instrumento de Gestión Ambiental que tiene como objetivo asegurar que no permanezcan los impactos ambientales negativos al cierre de las áreas degradadas por residuos (D.L. N° 1278, 2017).

2.3.9. Porcentaje de Peso Volumétrico

Porcentaje del peso diario de los residuos sólidos generados (MINAM, 2019c).

2.3.10. Relleno Sanitario Manual

Tecnología utilizada cuando la maquinaria está menos disponible que la mano de obra que haría el mismo trabajo, es decir, las operaciones diarias (esparcido, compactación y cubrimiento). Diseñado para dar disposición final de residuos sólidos de poblaciones que producen hasta 6 toneladas diarias de estos (MINAM, 2019b).

2.3.11. Residuos Sólidos

Un residuo es cualquier material que el productor o poseedor decida descartar, en su mayoría suelen provenir de procedimientos de fabricación, modificación, uso o consumo; los residuos se pueden dividir en sólidos, líquidos y gaseosos según su estado físico (Callirgos & Méndez, 2015).

2.3.12. Residuos Sólidos Domiciliarios

Específicamente incluye a las casas como fuente de generación, que debe entenderse como cualquier propiedad con un propósito específico de "casa habitación", se puede clasificar según el nivel socioeconómico (MINAM, 2019c).

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y Nivel de la investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

Descriptivo, ya que esta investigación implicó la recopilación de información sobre la generación de residuos sólidos en el Centro Poblado Boca del Río, sin interferir sobre los datos.

3.1.2. Nivel de Investigación

Perceptual, ya que esta investigación concernió en la caracterización de los residuos sólidos municipales del Centro Poblado Boca del Río a partir de una descripción.

3.2. Población y/o Muestra de Estudio

3.2.1. Población

Para el cálculo de la población actual se utilizó la Ecuación 1.

$$Pf(n) = Po \times (TC + 1)^n \quad (1)$$

Donde:

Pf: Población final.

Po: Población actual.

TC: Tasa de crecimiento. Según el censo del INEI en el año 2017, se consideró un valor de 1,3 %

n: Intervalo de años

3.2.2. Muestra

Para el cálculo de la muestra se usó la Ecuación 2.

$$n = \frac{z_{\frac{1-\alpha}{2}}^2 N \sigma^2}{(N - 1)E^2 + z_{\frac{1-\alpha}{2}}^2 \sigma^2} \quad (2)$$

Donde:

n: número de muestras que participarán en el estudio de caracterización

N: Total de viviendas que existe en periodo que se realizará el estudio

σ : Desviación estándar. El valor que se utilizó es 0,20

$z_{1-\alpha/2}^2$: Nivel de confianza, generalmente al 95 %, que es 1,96

E: Error permisible. El 10 % del GPC promedio nacional.

Para la identificación del tamaño de muestra de generadores no domiciliarios se consideró el rango detallado en la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales del MINAM (2019), donde explica que si el rango total de fuentes de generación no domiciliaria es menor a 50 generadores, se considerara el total de muestras no domiciliarias identificadas en el Centro Poblado.

3.3. Operacionalización de Variables

En el Anexo 1 se puede visualizar las variables dependientes e independientes, así como sus dimensiones e indicadores. De la misma manera, la descripción de cada variable se encuentra en la Tabla 3.

Tabla 3

Variables dependientes e independientes

Variable	Definición Conceptual	Dimensión	Indicadores
Independiente			
Generación per cápita	Cantidad de residuos sólidos generados en términos de valor unitario		kg/hab/día
Densidad	Relación entre la masa de una sustancia y el volumen que ocupa	Residuos sólidos municipales del Centro Poblado Boca del Río	kg/m ³
Porcentaje según tipo de residuo	Proporción de componentes que hay dentro de una cantidad específica		%
Porcentaje de humedad	Cantidad de materia acuosa		%
Dependiente			
Dimensionamiento de la celda transitoria	Referente a la acción y efecto de dimensionar	Diseño de la celda transitoria	Largo (m), ancho (m), altura (m) y volumen útil de disposición (m ³)

3.4. Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos

La presente investigación se desarrolló en tres fases, las cuales son el reconocimiento de la zona de estudio, el estudio de caracterización de residuos sólidos municipales y el diseño de la celda transitoria.

3.4.1.Reconocimiento de la Zona de Estudio

a. Afluencia de Veraneantes

Debido al estado de emergencia sanitaria por el SARS-CoV-2 se verificó la afluencia de veraneantes con la ayuda del plano del Centro Poblado. Además, se observó la ausencia de veraneantes y por ende algunos restaurantes y establecimientos cerrados.

b. Botadero del Centro Poblado Boca del Río

A través de una inspección ocular se observó la problemática del botadero como se visualiza en el Anexo 20. Se pudo resaltar cuatro aspectos: presencia de recicladores informales, gran cantidad de material de construcción, un acceso habilitado dentro del botadero y la delimitación de su área.

3.4.2.Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales del C.P. Boca del Río

Este se llevó a cabo de acuerdo a la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales del MINAM (2019c).

a. Etapa de Planificación

El equipo de planificación y de campo para el estudio de caracterización estuvo conformado por las tesis y un asistente capacitado. En esta etapa se aseguraron los aspectos logísticos como el espacio físico donde se recopilaron las muestras, el vehículo para la recolección y transporte de los residuos sólidos, la capacitación al personal de apoyo, diseño y elaboración de registros, los materiales o equipos para el estudio y los equipos de protección personal. Asimismo, se determinó el número de muestras por generación domiciliar y no domiciliar.

b. Etapa de Trabajo de Campo

- Participación de los Predios en el Estudio

Para poder llevar a cabo este ítem, con la carta plasmada en el Anexo 3 se invitó a los participantes a formar parte del estudio de caracterización, asimismo se realizó una

sensibilización, donde se tomaron en cuenta tres puntos importantes: definición, importancia y cronograma del estudio. Por lo tanto, se entregó un tríptico que se muestra en el Anexo 2. Posteriormente, se registró a los participantes en padrones con los datos de los generadores domiciliarios y no domiciliarios. Finalmente, se codificó las viviendas y establecimientos correspondientes mediante la entrega de un sticker para la identificación del predio, véase en el Anexo 4.

- **Manejo de las muestras**

Las encargadas de la investigación capacitaron al personal de apoyo para la recolección, traslado y descargas de las muestras. Para la recolección de las muestras se entregaron bolsas codificadas a los participantes como se muestra en el Anexo 21; la entrega fue diaria durante los ocho días del estudio, para evitar inconvenientes se estableció un horario. El traslado de las muestras se realizó en una unidad vehicular, cabe resaltar que el personal de apoyo y la unidad vehicular fueron identificados por los participantes el primer día del estudio. La descarga de las muestras se realizó en un lugar de acopio.

- **Análisis de las Muestras**

Para el pesaje de las muestras se llevó el registro de los valores del pesaje teniendo en cuenta el código de las bolsas, para obtener los valores se utilizó una balanza de mano digital como se puede observar en el Anexo 22. El resultado de la densidad se halló por tipo de generador, para lo cual se requirió un cilindro de lados homogéneos y se registró su altura y diámetro; también se verificó la cantidad de bolsas que se vertieron en el cilindro y se anotaron los pesos. Después se colocó el contenido de las bolsas en el cilindro como se visualiza en el Anexo 23 y se dejó 10 cm aproximadamente de altura, luego se levantó el cilindro entre 10 a 15 cm de altura y se dejó caer; esta acción se repitió por tres veces, durante cada repetición se midió la altura libre del cilindro.

Para obtener la composición de los residuos, utilizamos equipos de protección personal (guantes, mascarilla, uniforme y botas). Se verificó que las bolsas de análisis de la densidad estuvieran debidamente codificadas y separadas de acuerdo al tipo de generador. Se abrieron las bolsas y se dispusieron en una superficie plana para homogenizar la muestra cómo se plasma en el Anexo 24. No se realizó el método del

cuarteo ya que la muestra fue menor a 50 kg para ambos tipos de generador. Se procedió a segregar cada tipo de residuos sólidos de acuerdo a la ficha de registro de pesos en bolsas, para luego pesarlas y registrarlas. Para el cálculo de la humedad, se tomó una muestra diaria a partir del cuarto día, en total cuatro muestras. Se colocaron las muestras en bolsas herméticas transparentes rotuladas, representado en el Anexo 25, y se situaron en una caja hermética (cooler) para luego transportarlas al laboratorio y realizar el análisis respectivo. Este análisis se efectuó en el Laboratorio de la Universidad Privada de Tacna.

- **Limpieza del Área**

Cada día que se efectuó el estudio, se realizó la limpieza del área una vez tomadas las muestras, debido a que una mala gestión de los residuos caracterizados podría generar malos olores y afectar la calidad de vida de los participantes del estudio.

c. **Etapas de Análisis de Información del Estudio de Caracterización**

Es una etapa de gabinete donde se procedió a determinar y estimar los parámetros que se consideraron: generación, composición, densidad y humedad.

3.4.3. Diseño de Celdas Transitorias

El diseño fue a nivel de gabinete y se utilizó los criterios de la Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales (MINAM, 2019b).

3.5. Materiales y/o Instrumentos

3.5.1. Materiales

- Bolsas plásticas
- Bolsas herméticas
- Cilindro
- Manta para la segregación
- Wincha
- Caja hermética (cooler)
- Útiles de escritorio (lapiceros y cuaderno)

- Escoba
- Lejía
- Mascarillas
- Botas de jebes altas
- Uniforme
- Lentes de seguridad

3.5.2. Instrumentos

- Balanza de mano digital
- Cámara digital

3.6. Procesamiento y Análisis de Datos

3.6.1. Análisis de Datos del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos

a. Estimación de Generación Per cápita de Residuos Sólidos Domiciliarios

Se colocó en una hoja de cálculo de Excel, una matriz con los siguientes datos: N° de vivienda, código de vivienda, N° de habitantes, generación de cada día en kg y una columna para el cálculo de la generación per cápita. Se usó la Ecuación 3.

$$GPC\ Viv\ n = \frac{(Pnd1 + Pnd2 + \dots + Pnd7)}{7X} \quad (3)$$

GPc Viv n: Generación per cápita de la vivienda n. (kg/hab/día)

Pnd1: Peso de las bolsas recolectadas de la vivienda n en el día 1

Pnd2: Peso de las bolsas recolectadas de la vivienda n en el día 2

Pnd7: Peso de las bolsas recolectadas de la vivienda n en el día 7

X: Número de habitantes de la vivienda n

b. Validación de Generación Per cápita de Residuos Sólidos Domiciliarios

Se tuvo en consideración la existencia de valores atípicos que podrían elevar o disminuir erróneamente el promedio alcanzado. Para identificar estos valores atípicos en cada zona se utilizó la Ecuación 4.

$$Zc = \left| \frac{X - x}{S} \right| \quad (4)$$

Donde:

Z: Zona única

X: GPC promedio

x: GPC de cada vivienda

s: Desviación estándar

Si el Zc es mayor 1,96, la muestra se elimina

c. Estimación de Generación de Residuos Sólidos No Domiciliarios

Se colocó en una hoja de cálculo de Excel, una matriz con los siguientes datos: N° de establecimiento, código, generación de cada día en kg y una columna para el cálculo de la generación total de residuos no domiciliarios (kg/día).

d. Estimación de la Composición de Residuos Sólidos

Para la estimación de la composición de residuos se utilizó la tabla de composición porcentual de residuos sólidos detallada en la Tabla 4.

Tabla 4

Tipo de residuos sólidos aprovechables y no aprovechables

Residuos aprovechables	Residuos no aprovechables
Residuos orgánicos	Bolsas de plástico de un solo uso
Residuos de alimentos y, residuos de maleza y poda	Residuos sanitarios
Residuos inorgánicos	Pilas
Papel (blanco, periódico, mixto)	Tecnopor
Cartón (blanco, marrón, mixto)	Residuos inertes
Vidrio (transparente, otros colores)	Restos de medicamentos
Plástico (PET, PEAD, PEBD, PP, PS, PVC)	Envolturas de snack, galletas, caramelos
Tetrabrik	Otros residuos no categorizados
Metales (latas, acero, fierro, aluminio)	

Nota. Adaptado de *Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales* del MINAM, 2019.

e. Estimación de la Densidad de los Residuos Sólidos

Para el cálculo de la densidad de los residuos sólidos, se utilizó la Ecuación 5.

$$Densidad (S) = \frac{W}{Vr} = \frac{W}{\pi\left(\frac{D}{2}\right)^2(Hf - Ho)} \quad (5)$$

Donde:

S: Densidad de los residuos sólidos (kg/m³)

W: Peso de los residuos sólidos

Vr: Volumen del residuo sólido

D: Diámetro del cilindro
 Hf: Altura total del cilindro
 Ho: Altura libre del cilindro
 π : Constante (3,1416)

f. Estimación de la Humedad de Residuos Sólidos

Para el análisis de laboratorio, se empleó la Ecuación 6.

$$\text{Humedad (\%)} = \frac{(A - B)}{(A - C)} \times 100 \quad (6)$$

Donde:

A: Masa de crisol con muestra humedad
 B: Masa de crisol con muestra seca
 C: Masa de crisol

3.6.2. Diseño de las Celdas Transitorias

a. Cálculos para hallar el Volumen Anual de Residuos Dispuestos

- Cálculo de la Cantidad de Residuos Domiciliarios a Disponer

La estimación de la cantidad de residuos domiciliarios a disponer se obtuvo aplicando la Ecuación 7.

$$CRD_{RSD} = gpc * Pob \quad (7)$$

Donde:

CRD_{RSD}: Cantidad de residuos domiciliarios a disponer
 Gpc: Generación per cápita de los residuos domiciliarios (t/día)
 Pob: Población (N° Habitantes)

- Cálculo de la cantidad de residuos no domiciliarios a disponer

Para este cálculo se utilizó la Ecuación 8.

$$CRD_{ND} = GR_{ND} \times (TC + 1)^n \quad (8)$$

Donde:

CRD_{ND}: Cantidad de residuos no domiciliarios a disponer
 GR_{ND}: Generación de residuos no domiciliarios (t/día)

TC: Tasa de crecimiento anual de residuos sólidos no domiciliarios

n: Intervalo de años

- **Cantidad de Residuos Municipales a Disponer**

Para hallar la cantidad se utilizó la Ecuación 9.

$$CRM = (CRD_{RSD} + CRD_{RSND}) * 365 \quad (9)$$

Donde:

CRM: Cantidad de residuos municipales a disponer (t/año)

CRD_{RSD}: Cantidad de residuos domiciliarios a disponer

CRD_{RSND}: Cantidad de residuos no domiciliarios a disponer

- **Volumen Anual de los Residuos**

Para obtener el volumen se utilizó la Ecuación 10.

$$VAR = \frac{CRM}{DRE} \quad (10)$$

Donde:

VAR: Volumen anual de los residuos (m³/año)

CRM: Cantidad de residuos municipales

DRE: Densidad de residuos sólidos en la celda, se tuvo en consideración el rango de densidad de compactación: 0,5-0,6 t/m³, de relleno sanitario manual

- **Cantidad de Material de Cobertura**

El volumen del material de cobertura está entre el 20 % y el 25 % del volumen total de residuos sólidos, para hallar la cantidad se utilizó la Ecuación 11.

$$CMC = VAR * 25 \% \quad (11)$$

Donde:

CMC: Cantidad de material de cobertura (m³/año)

VAR: Volumen anual de los residuos

- **Volumen Anual de Residuos Dispuestos**

Se utilizó la Ecuación 12.

$$VARD = VAR + CMC \quad (12)$$

Donde:

VARD: Volumen anual de residuos sólidos (m³/año)

VAR: Volumen anual de los residuos sólidos

CMC: Cantidad anual de los residuos

- Área Útil Mínima de la Celda Transitoria

Se utilizó la Ecuación 13.

$$AUM = \frac{VMU}{H} \quad (13)$$

Donde:

AUM: Área útil mínima de la celda transitoria

VMU: Volumen mínimo útil (m³), que es la suma del VARD de los tres años de proyección de la celda transitoria

H: Altura de la celda transitoria

b. Cálculo de la Capacidad Útil de la Celda Transitoria

Tabla 5

Parámetros para el cálculo de la capacidad útil de la celda

Parámetro	Fórmulas	Interpretación
Área superior (As)	$As = ls \times as$	Donde: ls: largo superior as: ancho superior Unidad: m ²
Largo inferior (li)	$li = ls - 2(h)(H)$	Donde: h: altura H: Talud de la trinchera Unidad: m
Ancho inferior (ai)	$ai = as - 2(h)(H)$	Unidad: m
Área inferior (Ai)	$Ai = li \times ai$	Unidad: m ²
VUD	$VUD = (As + Ai)/2(h)$	Donde: VUD: Volumen útil de diseño Unidad: m ³

Nota. Adaptado de *Guía para diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales* del MINAM, 2019.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos en el Centro Poblado Boca del Río

4.1.1. Determinación de las Muestras Domiciliarias y No Domiciliarias

Se consideró los resultados del censo del INEI en el año 2017, en tal sentido, la población del C.P. Boca del Río fue de 309 habitantes. Por lo que se procedió a realizar la proyección al año 2021 utilizando la Ecuación 1 mencionada en el Capítulo III, con el fin de determinar el número de habitantes actuales, tal como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6

Población actual proyectada

Año	Población
2017	309
2018	313
2019	317
2020	321
2021	325

Luego, se utilizó la Ecuación 2 mencionada en el Capítulo III y se consideró el valor de 81 para el número de viviendas que participarán en el estudio (N) ya que se asumió un valor promedio de 4 personas por predio; los otros valores considerados están establecidos en la Guía para Caracterización de Residuos Sólidos Municipales. Se obtuvo que 37 muestras domiciliarias participarían del estudio. Los valores de las variables y del resultado obtenido se observan en la Tabla 7.

Tabla 7

Cálculo de la muestra domiciliaria

Variable	Valores
N	81
σ (Desviación estándar)	0,2
$z_{1-\alpha/2}^2$ (Nivel de confianza)	1,96
E (Error permisible)	0,056
n	37
Porcentaje de contingencia	20 %
Muestras de contingencia	37

Para la determinación de las muestras no domiciliarias se consideró especificado en el capítulo III. En la Tabla 8 se observan las muestras no domiciliarias que participaron en el estudio, cabe resaltar que la muestra se vio limitada por el actual contexto.

Tabla 8

Muestras no domiciliarias

Fuente de generación	Clase	Cantidad
Establecimientos comerciales	Bodegas	4
	Panaderías	1
Restaurantes	Cevicherías	4

4.1.2. Cálculo de la generación per cápita de residuos sólidos

El resultado del cálculo de la generación per cápita de residuos sólidos que se realizó está clasificado en dos partes: domiciliarios y no domiciliarios. Asimismo, se realizó el compendio de la generación de residuos sólidos municipales, véase en el Anexo 5.

a. Generación per cápita de residuos domiciliarios

La generación per cápita de los residuos sólidos domiciliarios del Centro Poblado Boca del Río es de 0,446 kg/hab/día, valor que ha sido determinado acorde al promedio de la generación per cápita del estudio de caracterización que duró 8 días, siendo el primer día descartado.

En la Tabla 9 se muestran los datos compilados de los predios domiciliarios. Las muestras recolectadas son de 41 domicilios respectivamente codificados con un total de 135 habitantes durante 8 días de estudio.

Tabla 9

Generación per cápita de los residuos sólidos domiciliarios

Código de Vivienda	Código	N° de habitantes	Peso (kg)								Promedio	GPC (kg/hab/día)
			Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7		
			kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg		
1	V-1	3	1,240	3,29	0,37	1,99	0,13	1,025	1,103	0,63	1,22	0,41
2	V-2	4	1,300	0,545	2,615	1,275	2,41	2,49	2,01	1,853	1,89	0,47
3	V-3	3	0,830	0,04	0,32	0,61	1,315	0,97	1,14	0,655	0,72	0,24
4	V-4	2	0,670	0,845	0,82	0,71	0,65	0,77	0,621	0,57	0,71	0,36
5	V-5	1	1,050	0,055	1,29	1,23	0,96	0,8	1,109	1,254	0,96	0,96
6	V-6	2	1,020	1,625	1,44	1,15	0,7	1,16	1,098	0,73	1,13	0,56
7	V-7	4	1,170	1,38	3,37	3,245	1,205	2,865	2,6	1,4	2,30	0,57
8	V-8	3	1,400	3,97	0,875	0,81	0,89	1,325	0,952	0,753	1,37	0,46
9	V-9	2	0,850	0,77	1,21	3,92	4,125	3,86	3,42	2,09	2,77	1,39
10	V-10	3	0,370	0,29	0,98	0,54	1,695	0,165	1,282	1,05	0,86	0,29
11	V-11	7	0,437	0,025	0,095	0,465	0,26	0,34	0,677	0,51	0,34	0,05
12	V-12	2	0,270	0,015	0,725	0,185	0,12	0,46	1,06	0,53	0,44	0,22
13	V-13	3	0,680	0,98	0,3	0,285	0,35	0,249	0,52	0,421	0,44	0,15
14	V-14	2	0,760	0,665	0,61	0,45	0,36	0,866	0,63	0,39	0,57	0,28
15	V-15	5	1,740	0,71	2,06	1,835	1,025	1,06	1,56	0,88	1,30	0,26
16	V-16	4	1,230	1,095	1,43	1,915	1,105	1,09	0,586	1,02	1,18	0,29
17	V-17	5	1,130	2,93	0,08	1,405	2,41	1,36	0,87	1,1	1,45	0,29
18	V-18	4	2,340	0,015	0,825	4,14	2,7	2,968	1,33	2,094	2,01	0,50
19	V-19	3	0,570	2,33	0,06	0,96	0,105	0,387	0,098	0,529	0,64	0,21
20	V-20	3	2,770	3,005	2,06	3,245	2,125	2,84	2,09	1,56	2,42	0,81
21	V-21	6	0,660	0,285	2,95	3,105	2,86	3,16	2,935	2,08	2,48	0,41
22	V-22	2	1,220	3,985	0,115	0,37	0,48	0,57	0,299	0,84	0,95	0,48
23	V-23	6	3,440	4,22	5,215	4,085	3,635	4,09	4,25	3,006	4,07	0,68
24	V-24	5	1,220	0,02	2,49	1,51	1,555	1,89	1,09	1,254	1,40	0,28
25	V-25	2	0,870	1,45	0,285	0,145	0,24	0,427	0,45	0,17	0,45	0,23

Tabla 9 (continuación)*Generación per cápita de los residuos sólidos domiciliarios*

Código de Vivienda	Código	N° de habitantes	Peso (kg)								Promedio	GPC (kg/hab/día)
			Día 0 kg	Día 1 kg	Día 2 kg	Día 3 kg	Día 4 kg	Día 5 kg	Día 6 kg	Día 7 kg		
26	V-26	4	1,650	0,795	3,37	3,105	0,105	2,44	2,39	3,08	2,18	0,55
27	V-27	2	0,440	0,24	0,87	0,585	0,465	0,52	0,76	0,77	0,60	0,30
28	V-28	1	0,330	0,13	0,45	0,326	0,217	0,115	0,18	0,15	0,22	0,22
29	V-29	2	1,210	3,955	0,36	0,825	0,521	0,603	0,48	0,57	1,04	0,52
30	V-30	3	2,330	2,45	0,525	3,55	0,37	2,15	1,66	1,95	1,81	0,60
31	V-31	4	1,210	0,555	1,954	3,02	2,31	3,45	3,127	2,09	2,36	0,59
32	V-32	2	0,560	0,18	0,645	0,155	0,46	0,82	1,029	0,523	0,54	0,27
33	V-33	4	0,588	0,94	0,14	0,56	0,42	0,25	0,36	0,622	0,47	0,12
34	V-34	3	0,760	0,078	1,205	1,01	0,89	0,765	1,2	0,855	0,86	0,29
35	V-35	2	1,210	2,43	0,085	0,31	0,285	0,3	0,266	0,095	0,54	0,27
36	V-36	5	2,110	2,345	2,72	3,5	2,96	2,55	2,166	1,066	2,47	0,49
37	V-37	3	1,550	2,37	3,02	1,655	5,5	3,422	5,098	2,846	3,42	1,14
38	V-38	3	0,760	1,3	1,93	0,995	0,225	1,93	1,067	0,839	1,18	0,39
39	V-39	4	1,660	3,32	1,21	0,86	1,51	1,463	1,269	0,681	1,47	0,37
40	V-40	4	1,550	2,1	3,455	3,925	3,17	2,938	3,058	3,163	3,12	0,78
41	V-41	3	1,340	2,1	1,52	1,742	1,929	1,835	1,009	1,1	1,61	0,54
Total		135	48,495	59,828	56,049	65,703	54,747	62,738	58,899	47,769	GPC Vivienda	0,446

Nota. La generación per cápita de los residuos sólidos domiciliarios en el Centro Poblado Boca del Río es de 0,446 kg/hab/día.

b. Generación per cápita de los residuos sólidos domiciliarios para el año 2024

Tabla 10

Generación per cápita de los residuos sólidos domiciliarios para el año 2024

	Año	Población	Generación de residuos (t/día)	Generación de residuos (t/mes)	Generación de residuos (t/año)
0	2021	325	0,14	4,35	52,18
1	2022	330	0,15	4,42	52,98
2	2023	334	0,15	4,47	53,63
3	2024	338	0,15	4,52	54,27

Nota. La proyección correspondiente a la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios para el año 2024 es de 54,27 t/año.

c. Generación de residuos no domiciliarios

En el resultado se consideró los tipos de residuos no domiciliarios en establecimientos comerciales y restaurantes.

- Generación de residuos No Domiciliarios – Establecimientos comerciales

En la Tabla 11 se detalla la generación por día de residuos sólidos no domiciliarios en los establecimientos comerciales del Centro Poblado Boca del Río.

Tabla 11

Generación de Residuos Sólidos No domiciliarios de Establecimientos Comerciales

N° de Establecimiento	Código	Peso (kg)								Generación total (kg/día)
		Día 0 kg	Día 1 kg	Día 2 kg	Día 3 kg	Día 4 kg	Día 5 kg	Día 6 kg	Día 7 kg	
1	E-2	0,750	0,63	0,82	0,55	0,92	1,29	1,009	0,57	0,83
2	E-3	0,460	0,33	0,5	0,23	0,35	0,452	1,1	0,732	0,53
3	E-4	3,420	2,56	2,92	3,012	3,655	3,15	3,445	3,48	3,17
4	E-6	0,566	0,472	0,73	0,605	0,945	1,024	0,827	0,6	0,74
5	E-7	1,430	1,022	1,17	1,35	1,7	1,228	1,5	1,352	1,33
Total		6,626	5,014	6,140	5,747	7,57	7,144	7,881	6,734	6,604

Nota. La tabla muestra el total por fuente de generación que es de 6,604 kg/día.

- Generación de Residuos Sólidos No Domiciliarios – Restaurantes

En la Tabla 12 se detalla la generación por día de residuos sólidos no domiciliarios en los restaurantes del Centro Poblado Boca del Río.

Tabla 12*Generación de Residuos Sólidos No Domiciliarios de los Restaurantes*

N° de Establecimiento	Código	Peso (kg)								Generación total (kg/día)
		Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
		kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	
1	E-1	6,020	6,325	8,522	9,4	7,365	9,509	9,018	8,941	8,440
2	E-5	3,045	3,92	3,62	5,215	4,265	4,32	4,05	3,822	4,173
3	E-8	4,522	4,56	3,92	3,73	4,612	4,83	4,17	4,66	4,355
4	E-9	2,844	3,21	3,72	2,944	3,67	3,77	4,01	3,16	3,498
Total		16,431	18,015	19,782	21,289	19,912	22,429	21,248	20,583	20,465

Nota. En la tabla se observa el total por fuente de generación de los restaurantes que es de 20,465 kg/día.

4.1.3. Porcentaje según Tipo de Residuos Sólidos

Para determinar la composición porcentual según los diferentes tipos de residuos, se trabajaron por separado los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios.

Con los datos recolectados al efectuar el estudio de caracterización en el C.P. Boca del Rio, se determinó los porcentajes promedio de la composición física de los residuos domiciliarios y no domiciliarios de acuerdo a los diferentes tipos que están especificados en la Tabla 4.

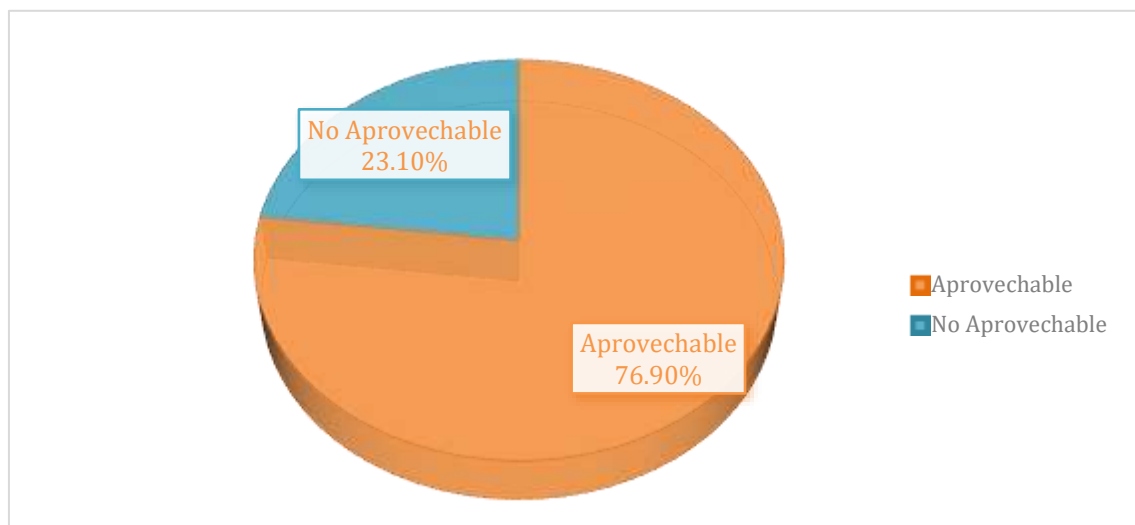
Los datos obtenidos de composición de residuos municipales fueron registrados en los Anexos 6, 7 y 8; así como se realizó el compendio de residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios en el Anexo 9.

a. Porcentaje según Tipo de Residuos Sólidos Domiciliarios

El primer tipo de residuo establecido en la guía se divide residuos aprovechables y no aprovechables. Se obtuvo como resultado un 76,90 % de residuos aprovechables y un 23,10 % de residuos no aprovechables para generadores domiciliarios. Con los datos recolectados se elaboró el grafico representado en la Figura 3.

Figura 3

Composición porcentual de residuos sólidos domiciliarios (%)



- **Composición Porcentual de Residuos Aprovechables Domiciliarios**

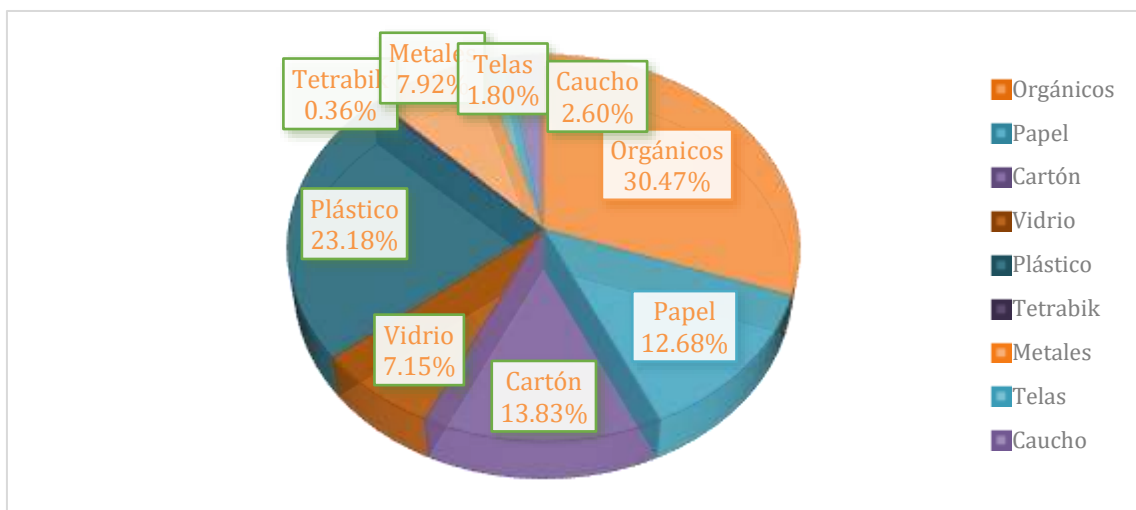
Dentro del porcentaje de residuos aprovechables domiciliarios se encuentran los residuos orgánicos e inorgánicos. Se obtuvo un porcentaje de 30,47 % de residuos orgánicos, donde en su totalidad son residuos de alimentos; por otro lado, un 69,53 % de residuos inorgánicos como se muestra en la Figura 4.

Según tipo de residuos inorgánicos, se obtuvo un resultado de 12,68 % de papel, en el cual el mayor porcentaje fue el papel blanco, seguido de papel periódico; de la misma manera se obtuvo un 13,83 % de cartón y se determinó que en su totalidad el tipo de cartón es marrón corrugado. Así mismo, se alcanzó un valor de 7,15 % de vidrio, resaltando que el tipo de vidrio que predominó fue el transparente; para plásticos el valor fue de 23,18 %, donde en su mayoría fue plástico PET, siguiéndole el polietileno de baja densidad (empaques de alimentos y empaques de detergente) y con menor porcentaje el poliestireno (vasos de yogurt y cubetas de helado); un 0,36% de tetrabrik; un 7,92 % de metales, el tipo de metal que predominó fue las latas-hojalata (latas de leche), también un 1,80 % de residuos de telas y finalmente un 2,60 % de caucho.

Recapitulando el mayor porcentaje de los residuos domiciliarios aprovechables fue representado por los orgánicos y en menor porcentaje fue el residuo inorgánico: tetrabrik.

Figura 4

Composición porcentual de residuos aprovechables – domiciliarios (%)

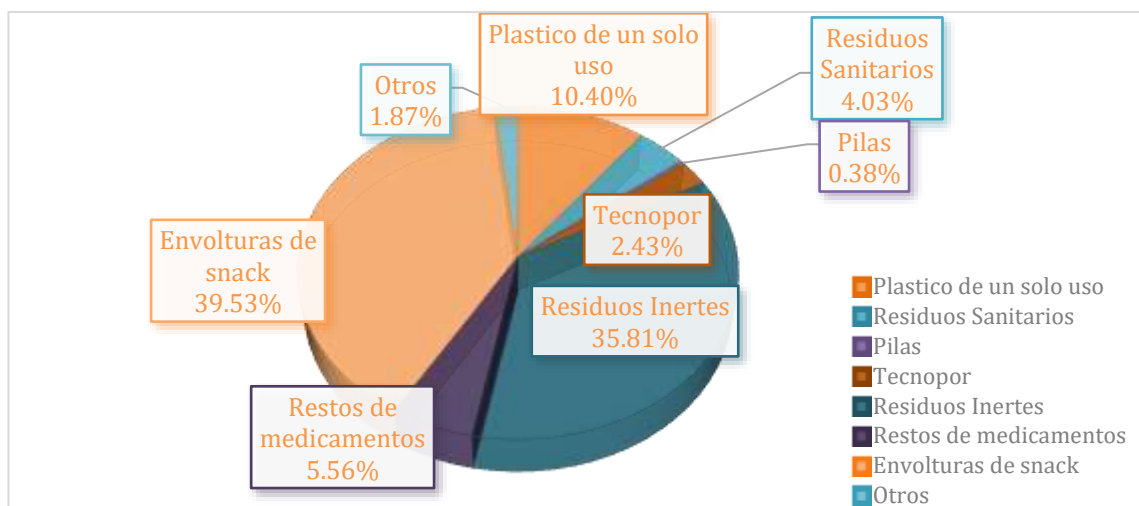


- **Composición Porcentual de Residuos No Aprovechables Domiciliarios**

El mayor porcentaje de los residuos domiciliarios no aprovechables estuvo representado por las envolturas de snack con un 39,53 %, los residuos inertes también representaron un porcentaje elevado de 35,81 %, cabe resaltar que se obtuvo este tipo de residuos ya que había gran cantidad de viviendas en construcción en el periodo de duración del estudio; finalmente el menor porcentaje fue el de las pilas con un 0,38 %, tal como se muestra en la Figura 5.

Figura 5

Composición porcentual de residuos no aprovechables – domiciliarios (%)



b. Porcentaje según Tipo de Residuos No Domiciliarios

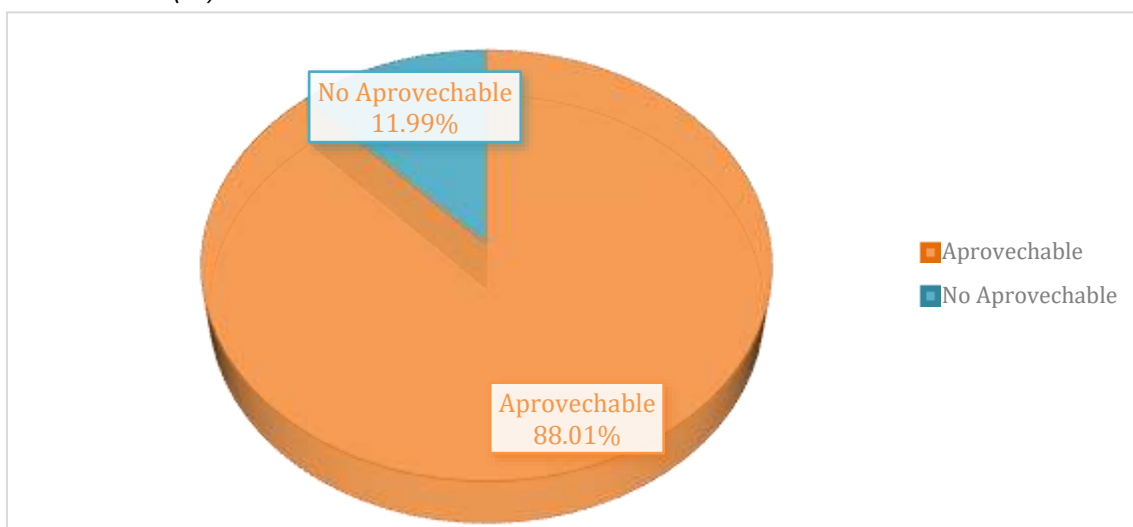
Para determinar la composición porcentual de los residuos no domiciliarios, se trabajaron por separado los residuos sólidos provenientes de establecimientos comerciales y los de restaurantes. Al efectuar el estudio de caracterización en los establecimientos comerciales y restaurantes del C.P. Boca del Río, se determinó los porcentajes promedio de la composición física de los residuos sólidos no domiciliarios según los diferentes tipos ya mencionados.

- Composición Porcentual de Residuos Sólidos No Domiciliarios de Establecimientos Comerciales

En la Figura 6 se observa la clasificación de los residuos aprovechables y no aprovechables de generadores no domiciliarios, obteniendo un 88,01 % de residuos aprovechables y un 11,99 % de residuos no aprovechables.

Figura 6

Composición porcentual de residuos no domiciliarios para establecimientos comerciales (%)



- Composición Porcentual de Residuos Aprovechables de Establecimientos Comerciales

Dentro del porcentaje de residuos aprovechables se encuentran los residuos orgánicos e inorgánicos. Se obtuvo un porcentaje de 2,01 % de residuos orgánicos,

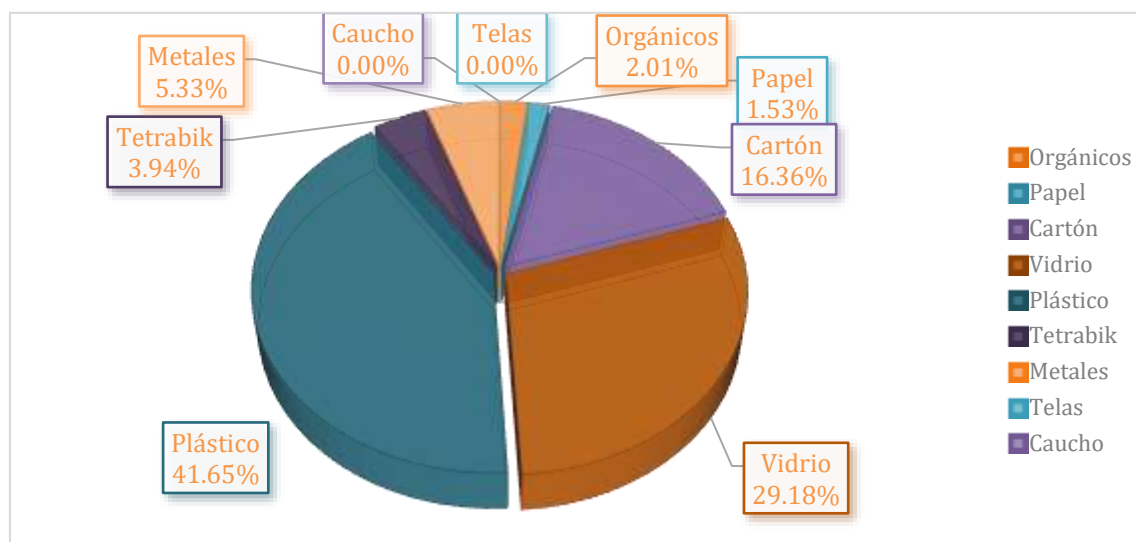
donde en su totalidad son residuos de alimentos, por otro lado, un 97,99 % de residuos inorgánicos, tal como se muestra en la Figura 7.

Los residuos inorgánicos estuvieron representados por papel con un 1,53 %, donde predomina el papel blanco; cartón con un 16,36 % en su mayoría cartón corrugado debido a las cajas de diferentes productos en los establecimientos; vidrio con 29,18 %; plástico con un 41,65 % en su mayoría botellas PET; tetrabrik con un 3,94 %; los metales representados por 5,33 %; así mismo, en la muestra no se encontró caucho ni telas por lo que no representan un porcentaje.

Recapitulando, el mayor porcentaje de los residuos aprovechables de establecimientos fueron los plásticos y el menor porcentaje fue de papel.

Figura 7

Composición porcentual de residuos aprovechables para establecimientos comerciales (%)



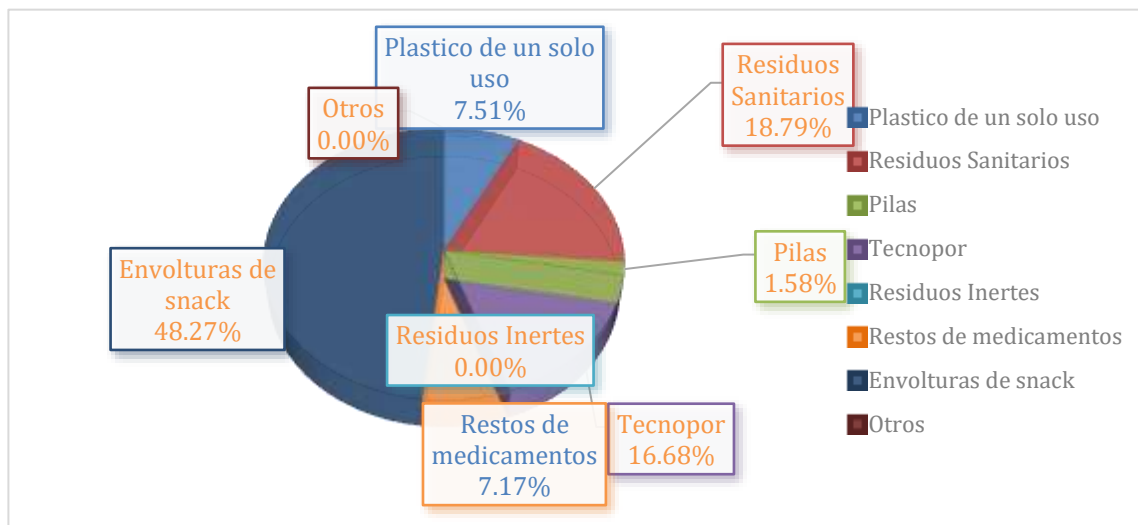
- Composición Porcentual de Residuos No Aprovechables de Establecimientos Comerciales

El mayor porcentaje de los residuos no aprovechables en los establecimientos estuvo representado por las envolturas de snack con un 48,27 %, no obstante, los residuos sanitarios representaron un porcentaje elevado de 18,79 %, finalmente dentro

de las muestras no se obtuvieron residuos inertes por lo que representa un porcentaje nulo como se puede observar en la Figura 8.

Figura 8

Composición porcentual de residuos no aprovechables para establecimientos comerciales (%)

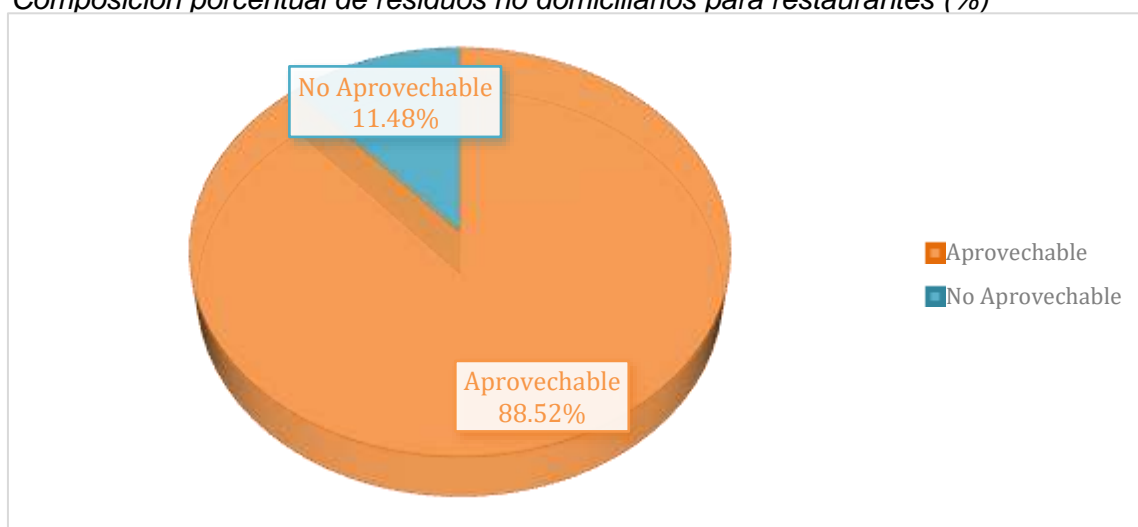


- Composición Porcentual de Residuos Sólidos No Domiciliarios de Restaurantes

Con los resultados de la caracterización se elaboró la Figura 9.

Figura 9

Composición porcentual de residuos no domiciliarios para restaurantes (%)



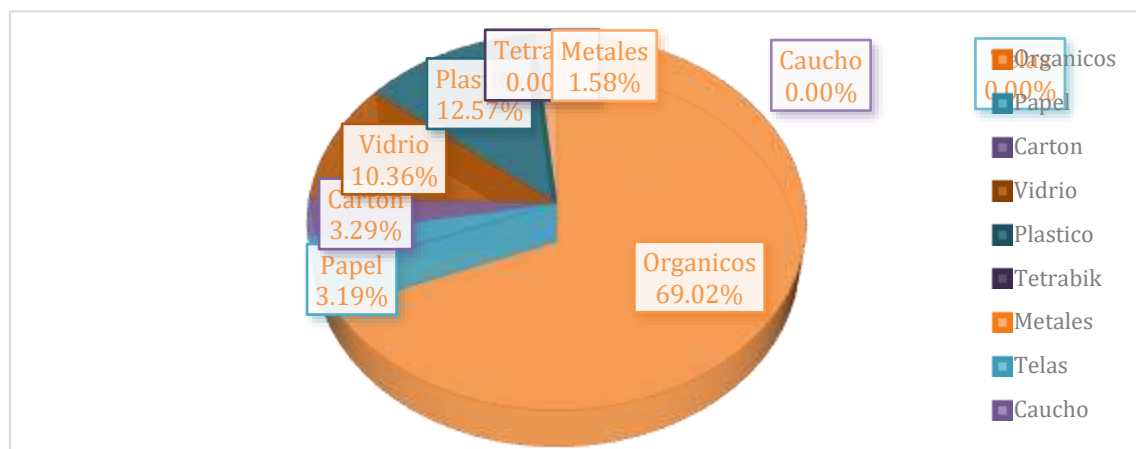
En la Figura 9 se observa la clasificación de los residuos aprovechables y no aprovechables, obteniendo un 88,52 % de residuos aprovechables y un 11,48 % de residuos no aprovechables.

- **Composición Porcentual de Residuos Aprovechables de Restaurantes**

Dentro del porcentaje de residuos aprovechables se encuentran los residuos orgánicos e inorgánicos. En la Figura 10 se observa que se obtuvo un porcentaje de 69,02 % de residuos orgánicos, donde en su totalidad fueron residuos de alimentos, por otro lado, un 30,98 % de residuos inorgánicos.

Figura 10

Composición porcentual de residuos aprovechables para restaurantes (%)



Los residuos inorgánicos estuvieron representados por papel con un 3,19 % predominando el papel blanco; cartón con un 3,29 %; vidrio con 10,36 %; plástico con un 12,57 %; los metales representados por 1,58 %, en su mayoría latas de leche; así mismo, en la muestra no se encuentra tetrabrik, caucho ni telas.

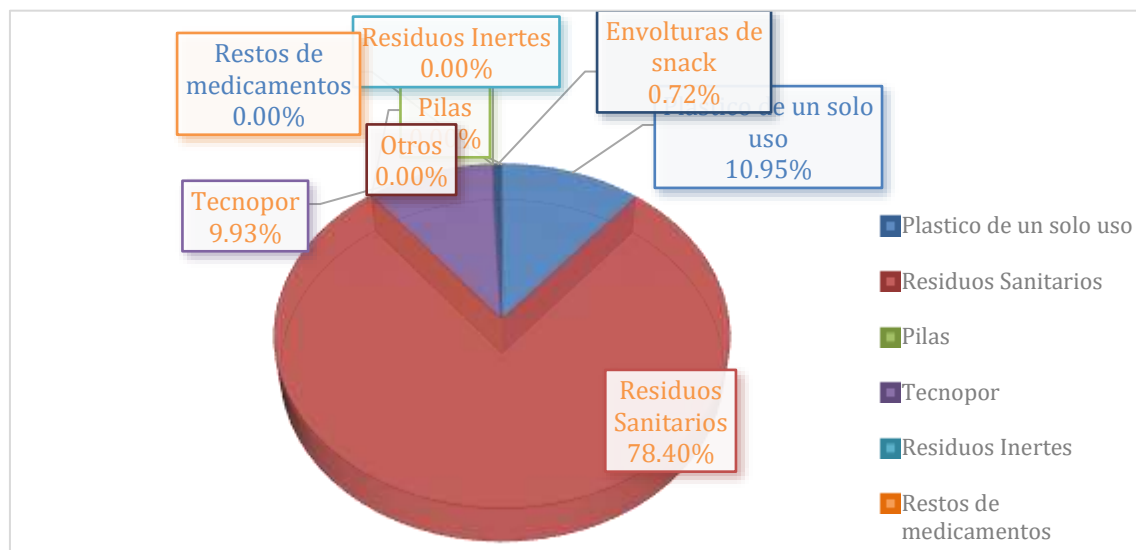
Recapitulando, el mayor porcentaje de los residuos aprovechables estuvo representado por los orgánicos, y el menor porcentaje por los metales.

- **Composición Porcentual de Residuos No Aprovechables de Restaurantes**

En la Figura 11, se expone el porcentaje de residuos no aprovechables para los restaurantes participantes.

Figura 11

Composición porcentual de residuos no aprovechables para restaurantes (%)



El mayor porcentaje de los residuos no aprovechables en los establecimientos estuvo representado por los residuos sanitarios con un 78,40 %, no obstante, los residuos de plástico de un solo uso representaron un porcentaje elevado de 10,95 %, finalmente dentro de las muestras no se obtuvieron residuos inertes, ni medicamentos, ni pilas por lo que representa un porcentaje nulo.

4.1.4. Densidad de los Residuos Sólidos Municipales

Las siguientes tablas representan la densidad de la cantidad de masa de un determinado volumen expresado en kg/m^3 en un periodo de 7 días del C.P. Boca del Río para residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios.

La densidad total de los residuos sólidos municipales es $146,081 \text{ kg}/\text{m}^3$. Asimismo, se registró los cálculos para determinar la densidad en el Anexo 10 y el promedio de la densidad en el Anexo 11.

a. Densidad de los Residuos Sólidos Domiciliarios

La densidad promedio de los residuos sólidos domiciliarios en el Centro Poblado Boca del Río fue de $101,972 \text{ kg}/\text{m}^3$, tal como se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13*Densidad de los residuos sólidos domiciliarios*

Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Densidad Promedio (kg/m ³)
111,271 ²	100,930	107,449	95,461	102,398	102,044	94,255 ¹	101,972

Nota. ¹Densidad mínima que está ubicada en el Día 7.

²Densidad máxima que está ubicada en el Día 3.

b. Densidad de los Residuos Sólidos No Domiciliarios

En la Tabla 14 se observa que para el cálculo de la densidad de los residuos sólidos no domiciliarios en el C.P. Boca del Río se consideraron los residuos procedentes de establecimientos comerciales y restaurantes. La densidad promedio es de 79,409 kg/m³.

Tabla 14*Densidad de los residuos sólidos no domiciliarios (establecimientos comerciales y restaurantes)*

Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Densidad Promedio (kg/m ³)
87,449	77,515	76,371	76,105	73,337 ¹	74,675 ¹	90,409 ²	79,409

Nota. ¹Densidad mínima que está ubicada en el Día 5.

²Densidad máxima está ubicada en el Día 7.

4.1.5. Humedad de los Residuos Sólidos Municipales

El resultado de humedad de los residuos sólidos municipales alcanzó un valor de 39,45 %, el cual representa un promedio total de las muestras tomadas en 4 días, así como se detalla en la Tabla 15. Se registraron los cálculos para determinar la humedad en el Anexo 12.

Tabla 15*Humedad de los residuos sólidos municipales*

Código de la muestra	Humedad (%)	Humedad promedio total (%)
1	D1	39,20
2	D2	49,57
3	D3	24,32
4	D4	44,73
		39,45

4.2. Propuesta de Diseño de Celda Transitoria

4.2.1. Objetivos de la Propuesta

a. Objetivo General

Proponer el diseño de una celda transitoria para la disposición de los residuos sólidos municipales generados por el Centro Poblado Boca del Río.

b. Objetivos Específicos

Determinar el volumen útil de disposición y el área comprendida de la celda transitoria.

Determinar las características dimensionales de la celda transitoria (largo, ancho y altura).

Plantear alternativas para la selección de área de la celda transitoria.

4.2.2. Marco de Referencia

Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

Resolución Ministerial N° 459-2018-MINAM, Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales.

4.2.3. Descripción de las Actividades

a. Volumen Útil de Disposición y Área Comprendida de la Celda Transitoria

Utilizando los valores de la generación per cápita de residuos domiciliarios (t/día), la generación de residuos no domiciliarios (t/día) y las fórmulas descritas en la metodología, se determinó la proyección de la generación de residuos del C.P. Boca del Río, el volumen anual de residuos dispuestos y la capacidad útil de la celda transitoria;

esto con la finalidad de hallar el volumen útil de disposición y el área comprendida de la celda transitoria.

b. Características Dimensionales de la Celda Transitoria (Largo, Ancho y Altura)

Se tomaron las características de un relleno sanitario manual ya que la cantidad máxima de residuos es menor a 6 t/día, además, con el cálculo del volumen útil de disposición, el talud de corte 2:1 para suelos arenosos y la altura de 2,4, se determinó el largo y ancho de la celda (MINAM, 2019b).

c. Alternativas para la Selección de Área de la Celda Transitoria

Con ayuda de la matriz de calificación para selección de área se plantearon las alternativas para la ubicación de la celda transitoria. La matriz permitirá identificar las características de la zona donde se ubicará la celda transitoria para su posterior habilitación. Para calificar cada una de las áreas propuestas se deben calificar los requisitos mínimos establecidos, según atributos o defectos de cada terreno, se asignará un puntaje a los criterios: (1) regular, (3) moderado y (5) bueno. Después de asignar el puntaje a cada criterio según los parámetros establecidos, se multiplica por un puntaje asignado por el ponderado (B), y luego, la suma de valores obtenidos en cada criterio determinará el valor final para cada alternativa. La alternativa seleccionada debe estar en un rango aceptable de: (0-195) Terreno no aceptable – regular, (195-355) terreno aceptable – moderado y (355 a más) terreno aceptable de primera opción – bueno (MINAM, 2019b).

Para calificar cada una de las alternativas se verificó el cumplimiento de los criterios teóricamente y con ayuda del programa ArcGIS.

4.2.4. Desarrollo de las Actividades

a. Diseño de la Celda Transitoria

En la Tabla 16, se realizó la proyección de generación de residuos del C.P. Boca del Río estimada para un periodo de tres años, considerando un incremento poblacional del 1,3 % de acuerdo al censo del INEI en el año 2017. Se usó una densidad promedio de 0,6 t/m³ de compactación y respecto al material de cobertura, tuvo un volumen de

25% en referencia del volumen anual de residuos sólidos acumulados. Se obtuvo un volumen mínimo útil (VMU) de 402,82 m³. El área que se calculó está entre 201,41 m² y 234,98 m².

Tabla 16

Proyección de la generación de residuos del C.P. Boca del Río

N°	Año	Población	Generación de Residuos Domiciliarios (t/día)	Generación de Residuos Sólidos no Domiciliarios (t/día)	Generación de residuos Municipales (t/año)	Densidad de residuos estabilizados (t/m ³)	VAR (m ³ /año)	Cantidad de material de cobertura (%)	Cantidad de material de cobertura (m ³ /año)	Volumen Anual de Residuos Dispuestos VARD (m ³ /año)	Volumen Mínimo Útil VMU (m ³)	Área útil mínima (AUM) = VMU/H	Áreas adicionales AUM + F20 (m ²)	Áreas adicionales AUM + F40 (m ²)
0	2021	325	0,14	0,0271	62,8	0,600	104,6	25						
1	2022	330	0,15	0,0273	63,7	0,600	106,2	25	26,54	132,71	402,	167,	201,	234,
2	2023	334	0,15	0,0276	64,5	0,600	107,4	25	26,85	134,27	82	84	41	98
3	2024	338	0,15	0,0279	65,2	0,600	108,7	25	27,17	135,84				

A continuación, se calculó el volumen anual de residuos dispuestos (VARD) de la celda transitoria en m³ como se puede observar en la Tabla 17, con una proyección de tres años.

Tabla 17

Volumen Anual de Residuos Dispuestos

Año	Generación de residuos (t/año)	Residuos compactados en la celda transitoria (m ³)	Residuos compactados acumulados (m ³)	Material de cobertura (m ³)	VARD acumulado (m ³)
2022	63,7	106,2	106,2	26,55	132,75
2023	64,5	107,4	213,6	53,4	267
2024	66,8	108,7	322,3	80,575	402,9

Nota. El VARD proyectado para el año 2024 es de 402,9 m³.

Finalmente, en la Tabla 18 se calculó la capacidad útil de la celda transitoria donde el volumen útil de disposición de la celda (VUD) es de 421,6 m³.

Tabla 18*Cálculo de la capacidad útil de la celda transitoria*

Parámetro/Fórmula	Unidad de medida	Cantidad
Largo superior (ls)	m	26
Ancho superior (as)	m	12
Área superior (As)= ls x as	m ²	312
Altura = h	m	2,4
Talud de la trinchera (H)		2
Talud de la trinchera (V)		1
Largo inferior (li) = ls - 2 x hH	m	16,4
Ancho inferior (ai)= as - 2 x hV	m	2,4
Área Inferior (Ai) = li x ai	m ²	39,36
VUD= (As+Ai)/2*h	m ³	421,6

Según la Tabla 18, para el largo superior de la celda se estimó un valor de 26 m y para el ancho superior, 12 m. Se tuvo en consideración la relación 2:1 para el talud de corte (H:V) y una altura de 2,4 m. El área superior es de 312 m², el largo inferior es 16,4 m, el ancho inferior es 2,4 m y el área inferior es de 39,36 m². El diseño de la celda se demuestra en el Anexo 13. Se calculó que se requiere una celda de 421,6 m³ de volumen para cumplir con los 402,9 m³ de VARD proyectados al 2024.

b. Propuesta para Selección de Área para la Celda Transitoria

Con ayuda del catastro brindado por el Gobierno Regional de Tacna, se elaboró el mapa de ArcGIS donde se muestran las alternativas (Alternativa 1, 2 y 3) para la ubicación de la celda transitoria, este se encuentra en el Anexo 14.

La matriz con los criterios de selección de área de la celda transitoria que se encuentra en el Anexo 15. Con ayuda del mapa de ArcGIS se pudo verificar que las alternativas 1, 2 y 3 cumplen con los criterios de distancia a la población más cercana, a granjas crianza de animales, a fuentes de agua superficiales, zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos; a fallas geográficas y a aeropuertos o pistas de aterrizaje. También con el mismo mapa se pudo comprobar que no hay infraestructuras existentes, que las alternativas para la ubicación de la celda cuentan con área de terreno disponible, que no es un área protegida por el Estado y que no es un área arqueológica. Con la salida a campo realizada se pudo constatar la posibilidad de material de cobertura, que cuenta con barrera sanitaria natural ya que la zona está rodeada de

cerros y accesibilidad al área pues las zonas están cercanas a la vía de acceso del botadero. Los criterios de calificación por geología del suelo y vulnerabilidad a desastres naturales se pueden visualizar en el Anexo 16. Teniendo en cuenta los criterios se hizo una estimación del presupuesto de la celda transitoria que se encuentra en los Anexos 17, 18 y 19.

4.2.5. Conclusiones de la Propuesta

El volumen útil de disposición de la celda transitoria es de 421,6 m³ con un área que está entre 201,41 m² y 234,98 m², además la celda cuenta con una altura de 2,4 m, se calculó una celda transitoria con un largo superior de 26 m, un ancho superior de 12 m, un largo inferior de 16,4 m y un ancho inferior de 2,4 m. Finalmente, las tres posibles alternativas de ubicación para la celda transitoria son aceptables ya que cumplen con un puntaje de 410, 394 y 402 respectivamente.

4.3. Validación de Hipótesis

Se validaron estadísticamente las hipótesis específicas, ya que la hipótesis general es declarativa.

4.3.1. Hipótesis Específica 1

“La composición de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios aprovechables generados en el Centro Poblado Boca del Río son en mayoría orgánicos, mientras que los no aprovechables son residuos sanitarios”

a. Prueba de hipótesis para la composición de los residuos sólidos domiciliarios aprovechables

Hipótesis estadística

H0: La composición de los residuos sólidos domiciliarios aprovechables no son en mayoría orgánicos

H1: La composición de los residuos sólidos domiciliarios aprovechables son en mayoría orgánicos

Nivel de Significancia

Para todo valor de probabilidad igual o menor que 0,05, se acepta H1 y se rechaza Ho

Prueba estadística

La prueba estadística aplicada es el análisis de varianza

Tabla 19

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	11,5133	8	1,43916	35,37	0,0000
Intra grupos	2,19696	54	0,0406844		
Total (Corr.)	13,7102	62			

Prueba Post hoc para contraste de grupos

Tabla 20

Pruebas de Múltiple Rangos

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Tetra Brik	7	0,0161429	a
Telas	7	0,08	a
Caucho	7	0,115714	ab
Vidrio	7	0,318	bc
Metales	7	0,352286	cd
Papel	7	0,564286	de
Cartón	7	0,615429	e
Plástico	7	1,03123	f
Materia orgánica	7	1,35571	g

Conclusión

Según la prueba estadística de análisis de varianza (Tabla 19), se puede observar que existen diferencias estadísticas significativas entre los tipos de residuos domiciliarios aprovechables (p -valor = 0,000), el cual se contrasta con la prueba de múltiples rangos (Tabla 20), donde se percibe que la materia orgánica es el residuo que se produce mayormente, por tanto aceptamos la hipótesis alterna (H1) donde se indica que “*La composición de los residuos sólidos domiciliarios aprovechables es en mayoría orgánicos*” al 95 % de confianza.

- b. Prueba de hipótesis para la composición de los residuos sólidos domiciliarios no aprovechables

Hipótesis estadística

H0: La composición de los residuos sólidos domiciliarios no aprovechables no son en mayoría residuos sanitarios.

H1: La composición de los residuos sólidos domiciliarios no aprovechables son en mayoría residuos sanitarios.

Nivel de Significancia

Para todo valor de probabilidad igual o menor que 0,05, se acepta H1 y se rechaza Ho.

Prueba estadística

La prueba estadística aplicada es el análisis de varianza

Tabla 21

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,1998	7	0,314257	3,93	0,0018
Intra grupos	3,83599	48	0,0799164		
Total (Corr.)	6,03578	55			

Prueba Post hoc para contraste de grupos

Tabla 22

Pruebas de Múltiple Rangos

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Pilas	7	0,00514286	a
Otros residuos	7	0,025	a
Tecnopor	7	0,0324286	a
Residuos sanitarios	7	0,0538571	a
Residuos de medicamentos	7	0,0742857	a
Bolsas plásticas de un solo uso	7	0,139	a
Residuos inertes	7	0,478571	b
Envolturas de snack, galletas y caramelos	7	0,528286	b

Conclusión

Según la prueba estadística de análisis de varianza (Tabla 21), se puede observar que existen diferencias estadísticas entre los tipos de residuos domiciliarios no aprovechables (p -valor = 0,0018), el cual se contrasta con la prueba de múltiples rangos (Tabla 22), donde se percibe que las envolturas de snack, galletas, caramelos y los residuos inertes son los residuos que se producen mayormente, por tanto no aceptamos la hipótesis alterna (H1) donde se indica que “*La composición de los residuos sólidos domiciliarios no aprovechables son en mayoría residuos sanitarios*” al 95 % de confianza.

c. Prueba de hipótesis para la composición de los residuos sólidos no domiciliarios aprovechables

Hipótesis estadística

H0: La composición de los residuos sólidos no domiciliarios aprovechables no son en mayoría orgánicos

H1: La composición de los residuos sólidos no domiciliarios aprovechables son en mayoría orgánicos

Nivel de Significancia

Para todo valor de probabilidad igual o menor que 0,05, se acepta H1 y se rechaza Ho

Prueba estadística

La prueba estadística aplicada es el análisis de varianza

Tabla 23

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	68,1123	6	11,3521	41,09	0,0000
Intra grupos	11,6026	42	0,276253		
Total (Corr.)	79,7149	48			

Prueba Post hoc para contraste de grupos

Tabla 24*Pruebas de Múltiple Rangos*

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Papel	7	0,103714	a
Tetra Brik	7	0,133286	a
Metales	7	0,360286	a
Cartón	7	1,10629	b
Vidrio	7	1,974	c
Plástico	7	2,81726	d
Materia orgánica	7	3,11614	d

Conclusión

Según la prueba estadística de análisis de varianza (Tabla 23), se puede observar que existen diferencias estadísticas significativas entre los tipos de residuos no domiciliarios aprovechables (p -valor = 0,000), el cual se contrasta con la prueba de múltiples rangos (Tabla 24), donde se observa que la materia orgánica es el residuo que se produce mayormente, por tanto aceptamos la hipótesis alterna (H1) donde se indica que *“La composición de los residuos sólidos no domiciliarios aprovechables son en mayoría orgánicos”* al 95 % de confianza.

d. Prueba de hipótesis para la composición de los residuos sólidos no domiciliarios no aprovechables

Hipótesis estadística

H0: La composición de los residuos sólidos no domiciliarios no aprovechables no son en residuos sanitarios.

H1: La composición de los residuos sólidos no domiciliarios aprovechables son en mayoría residuos sanitarios.

Nivel de Significancia

Para todo valor de probabilidad igual o menor que 0,05, se acepta H1 y se rechaza Ho.

Prueba estadística

La prueba estadística aplicada es el análisis de varianza

Tabla 25

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,48745	6	0,247909	53,51	0,0000
Intra grupos	0,194574	42	0,00463272		
Total (Corr.)	1,68203	48			

Prueba Post hoc para contraste de grupos

Tabla 26

Pruebas de Múltiple Rangos

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Residuos inertes	7	0	a
Pilas	7	0,00728571	a
Residuos de medicamentos	7	0,0330429	ab
Bolsas plásticas de un solo uso	7	0,0828571	bc
Envolturas de snack, galletas y caramelos	7	0,154143	c
Tecnopor	7	0,257	d
Residuos sanitarios	7	0,524143	e

Conclusión

Según la prueba estadística de análisis de varianza (Tabla 25), se puede observar que existen diferencias estadísticas entre los tipos de residuos no domiciliarios no aprovechables (p -valor = 0,0018), el cual se contrasta con el prueba de múltiples rangos (Tabla 26), donde se observa que los residuos sanitarios son los residuos que se producen mayormente, por tanto aceptamos la hipótesis alterna (H1) donde se indica que “*La composición de los residuos sólidos no domiciliarios no aprovechables son en mayoría residuos sanitarios*” al 95 % de confianza.

4.3.2. Hipótesis Específica 2

“La generación per cápita de residuos sólidos municipales generados en el Centro Poblado Boca del Río, no supera el valor promedio per cápita de la Provincia de Tacna”

Prueba de hipótesis para la generación per cápita de los residuos sólidos municipales

Hipótesis estadística

H0: La generación per cápita de residuos sólidos municipales supera el valor promedio per cápita de la Provincia de Tacna

H1: La generación per cápita de residuos sólidos municipales no supera el valor promedio per cápita de la Provincia de Tacna

Nivel de Significancia

Para todo valor de probabilidad igual o menor que 0,05, se acepta H1 y se rechaza H0

Prueba estadística

La prueba estadística aplicada es T-Student

Prueba T para una muestra

Tabla 27

Estadísticos para una muestra

	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Generación per cápita	41	,4461	,27053	,04225

Tabla 28*Prueba para una muestra*

	Valor de prueba = 0,61					
	T	I	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
Generación per cápita	-3,879	0	,000	-,16390	-,2493	-,0785

Conclusión

Según la prueba estadística T-Student, en la Tabla 27 y en la Tabla 28 se puede observar que existen diferencias entre los dos valores, por tanto, aceptamos la hipótesis alterna (H1) donde se indica que “*La generación per cápita de residuos sólidos municipales no supera el valor promedio per cápita de la Provincia de Tacna.*” al 95 % de confianza.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que el promedio de la generación per cápita de residuos domiciliarios es de 0,446 kg/hab/día siendo una cantidad similar a lo estudiado por Contreras (2019) en el balneario Tortugas con una generación de 0,44 kg/hab/día, sin embargo, las muestras del balneario Tortugas fueron menores a las del presente estudio por su menor población. La similitud de la generación per cápita a pesar de la diferencia del número de muestras se puede deber a que el estudio en el balneario de Tortugas se realizó durante 15 días teniendo más muestras.

Con respecto a la generación de los residuos no domiciliarios, la investigación efectuada por Zumaeta (2017) en el distrito de Saquena demuestra una generación de 97,51 kg/día de residuos no domiciliarios, a diferencia de la presente que fue de 27,069 kg/día, esto se debe a que al encontrarnos en un estado de emergencia sanitaria había una menor afluencia de veraneantes y por ende una baja demanda de consumo en restaurantes y establecimientos comerciales a diferencia de otros años, es por ello que la muestra se vio limitada.

Asimismo, la materia orgánica predomina en las muestras domiciliarias con un total de 23,43 % (valor del Anexo 6), en similitud con el estudio de caracterización efectuado en Morro Sama por Merino Alvino (2020) con un valor de 24 %, esto se debe a que en ambos Centros Poblados predomina la misma actividad económica, en este caso la pesca, donde la mayoría de pobladores acostumbran a abastecer sus hogares con la pesca del día.

La composición porcentual de residuos domiciliarios aprovechables en su mayoría es orgánicos, representados por un 30,47 %, de la misma manera en los restaurantes predomina la materia orgánica, pero con un 69,02 %, existe una gran diferencia en porcentajes y esto se debe que en el C.P. Boca del Río la mayoría de población que se encontraba durante el periodo de estudio eran adultos mayores y tenían preferencia en consumir en los limitados restaurantes abiertos.

La composición porcentual de residuos domiciliarios no aprovechables tiene un porcentaje predominante en cuanto a residuos inertes con un 35,81 %, este resultado concuerda con lo indicado por Causa Mamani (2019) en su estudio donde obtuvo un 34

% de estos. La presencia de residuos inertes en el C.P. Boca del Río se debió a que varias viviendas se encontraban en remodelación durante el periodo de estudio.

Adicionalmente, en referencia a la composición de los residuos no domiciliarios, específicamente en los restaurantes, el porcentaje más elevado es el de residuos sanitarios con un 78,40 %, de igual manera, en el Distrito de Cairani también predominan los residuos sanitarios, pero con un porcentaje menor de 39 %; cabe resaltar que en el distrito hay una presencia de residuos inertes representados con un 15 % a comparación del presente estudio, cuyo valor es nulo.

La densidad de los residuos sólidos domiciliarios del presente estudio tiene un valor promedio de 101,972 kg/m³, la cual es menor a lo obtenido en el distrito de Cairani, que fue de 155,33 kg/m³, esto se debe a que la población del distrito de Cairani al ser parte de la sierra de Tacna, se abastece de sus propios cultivos característicos de la zona, a comparación de nuestro estudio que está ubicado en la costa tacneña y la mayoría de la población está acostumbrada a abastecerse de productos empaquetados, embotellados y enlatados, por lo tanto, el volumen de estos últimos, es mayor.

La humedad presente de los residuos sólidos municipales del estudio es de 39,45 %, en contraste, la humedad en el distrito de Cascas conforme Cascas Roncal (2019) se diferencia significativamente con 72,1 %, esto se debe a que el último estudio mencionado indica que sus condiciones climáticas durante el invierno son en su mayoría reflejadas por lluvias, por ende esto influye en el contenido de humedad ya que el peso de los residuos aumenta en la fase de recolección y la generación de lixiviados en la fase de disposición final.

Respecto al dimensionamiento de la celda para el C.P. Boca del Río se determinó el volumen útil de disposición de 421,6 m³ en diferencia al Distrito de La Yarada- Los Palos según Lazo (2020), donde se muestra un VUD de 3829,2 m³, cabe recalcar que al tratarse de un relleno sanitario manual, este está proyectado para 10 años de vida útil a comparación de nuestra celda que está proyectada para 3 años de utilidad, esto es un factor en cuanto a la diferencia de resultados, sin embargo lo que más difiere es la mayor cantidad de población, la cual influye en la generación de residuos.

CONCLUSIONES

La generación per cápita de los residuos municipales del Centro Poblado Boca del Río es de 0,53 kg/hab/día. La generación per cápita de los residuos domiciliarios es de 0,446 kg/hab/día. La generación de residuos no domiciliarios es de 27,069 kg/día, con una generación de 6,604 kg/ día para residuos de establecimientos comerciales y una generación de 20,465 kg/día para restaurantes.

En la composición según tipo de residuos, en domicilios predomina en aprovechables la materia orgánica con 30,47 %, en no aprovechables con mayor porcentaje están las envolturas de snack con 39,53 % y con menor porcentaje se encuentran las pilas con 0,38 %. De la misma manera, en el caso de los residuos no domiciliarios de restaurantes, en aprovechables predominan los residuos orgánicos con 69,02 % y en no aprovechables predominan los residuos sanitarios con 78,40 % y con menor porcentaje se encuentran las envolturas de snack con 0,72 %; en los residuos no domiciliarios de tiendas, en aprovechables hay en mayor cantidad residuos plásticos con 41,65% y en no aprovechables, hay una mayoría de envolturas de snack con 48,27 % y minoría en residuos de pilas con 1,58 %.

La densidad promedio en los generadores domiciliarios es de 101,972 kg/m³ y la densidad promedio de los generadores no domiciliarios, que comprende los residuos de tiendas y restaurantes, es de 79,409 kg/m³. La humedad promedio de los residuos sólidos municipales del Centro Poblado Boca del Río es de 39,45 %.

La celda transitoria para el Centro Poblado Boca del Río, se diseñó para un plazo de tres años de vida útil, considerando una población proyectada para el año 2024 de 338 habitantes y una generación de residuos de 65,2 t/año, por lo cual se requerirá una celda transitoria con un largo superior de 26 m, un ancho superior de 12 m, una altura de 2,4 m y un volumen útil de disposición de 421,6 m³. La celda transitoria deberá contar con un área comprendido entre 201,41 m² y 234,98 m².

RECOMENDACIONES

Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Tacna realizar la formulación y ejecución de un Plan de Recuperación de Áreas Degradadas ya que el botadero de disposición de residuos sólidos del C.P. Boca del Río no cuenta con las condiciones técnicas establecidas de infraestructuras de disposición final.

Continuar con la elaboración de los estudios técnicos para el expediente técnico de la celda transitoria, puesto que la celda es una buena medida para el almacenamiento temporal de residuos.

Se recomienda realizar programas de segregación en fuente, los cuales deben ser sencillos, eficientes y monitoreados constantemente con el fin de reaprovechar los residuos orgánicos e inorgánicos del C.P. Boca del Río, ya que al momento de efectuar el estudio gran parte de la población mostro su interés en ser partícipe de programas como el compostaje.

Se propone realizar capacitaciones a la población enfocadas a una economía circular de los residuos sólidos, dado que mediante ellos se puede obtener ganancias en beneficio del Centro Poblado.

Se sugiere realizar el estudio técnico correspondiente a la selección de área para la disposición final de los residuos sólidos generados en el C.P. Boca del Río.

La municipalidad de Boca del Río debe efectuar un Plan Integral de Gestión de Residuos Sólidos Municipales, dentro del cual se sugiere actualizar y establecer la ruta de recolección de estos, además de brindar un servicio de barrido y limpieza continuo.

Se sugiere formalizar a los de recicladores debido a que en la visita a campo realizada al botadero se observó su presencia, quienes no cuentan con el equipo de protección personal correspondiente.

Se recomienda iniciar las coordinaciones a fin de implementar un relleno sanitario que reciba los residuos sólidos provenientes del C.P. Boca del Río, Morro Sama, Llostay y Vila Vila.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barreda, W. J. (2016). Determinación del efecto del botadero de residuos sólidos sobre la salud de la población aledaña, Tacna. (Trabajo de grado). Universidad Nacional de San Agustín, Facultad Ciencias Biológicas, Arequipa, Perú. In *Universidad Nacional de San Agustín*. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/1833>
- Cabezas Albán, C. A., y Casiera Ortiz, M. A. (2020). Propuesta de diseño del relleno sanitario en el Cantón Bucay, provincia del Guayas. In *Universidad de Guayaquil*. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/49453>
- Callirgos, L., y Méndez, D. (2015). *Gestión integral para el tratamiento de residuos sólidos en el distrito de Trujillo provincia Trujillo. La Libertad* [Universidad Privada Antenor Orrego]. http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/2053/1/re_ing.civil_luis.callirgos_diana.mendez_gestion.integral.residuos.solidos_datos_t046_45994483t.pdf
- Cascas Roncal, J. P. (2019). Gestión ambiental para mejorar el manejo de residuos sólidos municipales en el distrito de Cascas - provincia de Gran Chimú. *Universidad Nacional de Trujillo*. <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/16439?show=full>
- Causa Mamani, Y. F. (2019). Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales y propuesta de diseño de relleno sanitario manual para el distrito de Cairani - provincia Candarave – Tacna. *Universidad Privada de Tacna*, Financial Distress. <http://209.45.55.171/handle/UNAC/3989%0Ahttp://www.upt.edu.pe/upt/web/home/contenido/100000000/65519409>
- Conam. (2004). Guía técnica para la clausura y conversión de botaderos de residuos sólidos. *Ministerio de Salud DIGESA*, 98. <https://www.gob.pe/institucion/minsa/informes-publicaciones/352997-guia-tecnica-para-la-clausura-y-conversion-de-botaderos-de-residuos-solidos>
- Contreras, M. (2019). Caracterización y Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios del Balneario de Tortugas, Casma Perú, 2015. In *Universidad Nacional de Trujillo* (Vol.

30).<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/7515%0Ahttp://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/11724>

De la Torre, G., y Pilar, R. (2019). Composition, physical characteristics and per capita generation of solid waste at Las Sombrillas beach, Lima. *Universidad Nacional de Tumbes*, 16(1), 39–44. <https://doi.org/10.17268/manglar.2019.006>

Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, El Peruano 32 (2017). <http://www.minam.gob.pe/gestion-de-residuos-solidos/nueva-ley-de-residuos-solidos/>

Flores, J. (2009). Estudio de caracterización de los residuos sólidos. *Municipalidad Distrital De Las Lomas*, 1, 104. http://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/elibros_internet/55777.pdf

Lazo Ramos, R. S., Cotrado Flores, D. M., Sequeiros Abarca, D. A., Apaza Pilco, V., Mamani Vargas, A. J. P., & Mamani Juli, R. (2020). Caracterización de residuos sólidos y diseño de un relleno sanitario manual para del distrito La Yarada Los Palos. *Universidad Privada de Tacna*, 2(2), 431–443. <https://doi.org/10.47796/ing.v2i2.416>

Mendieta Romero, M., y Mendoza Casilla, R. (2019). Caracterización De Residuos Sólidos Municipales Para El Diseño De Un Relleno Sanitario Manual En El Distrito De Pachia-Tacna. In *Universidad Privada de Tacna*. <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1153>

Merino Alvino, Y. M. N. (2020). Diseño de un Relleno Sanitario Manual para Residuos Sólidos Generados en el Centro Poblado Morro Sama, Las Yaras- Tacna. *Universidad Privada de Tacna*, 1–63. <http://www.upt.edu.pe/upt/web/home/contenido/100000000/65519409>

MINAM. (2011). *Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual*. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/guia-diseno->

construccion-operacion-mantenimiento-cierre-relleno

- Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo N° 1278 35 (2017).
<http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Decreto-Legislativo-N°-1278.pdf>
- MINAM. (2019a). *Generación total de residuos sólidos municipales, Perú*. SINIA.
<https://sinia.minam.gob.pe/informacion/tematicas?tematica=08>
- MINAM. (2019b). Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 01(01), 1689–1699. <https://aulaambiental.minam.gob.pe/guia-para-el-diseno-y-construccion-de-infraestructuras-para-disposicion-final-de-residuos-solidos-municipales/>
- MINAM. (2019c). *Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales*.
<https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/279521-guia-para-elaborar-la-caracterizacion-de-residuos-solidos>
- MINAM. (2020). Reporte: Tacna: estadísticas ambientales, Junio 2020. In SINIA.
<https://doi.org/10.4000/books.cemca.5418>
- Neyra Palomino, F., Flores, J., Alarco, G., Matos, H. J., y Ríos Araujo, T. (2016). Estudios de identificación de las condiciones de riesgo de desastres y vulnerabilidad al cambio climático en Tacna. *MINAM, GORE Tacna*.
http://geoservidorperu.minam.gob.pe/geoservidor/Archivos/Documentos/evar_tacna.pdf
- OEFA. (2016). Fiscalización ambiental en Residuos Sólidos de gestión municipal provincial. *Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental*.
<https://repositorio.oefa.gob.pe/handle/20.500.12788/57>
- Olivera, M. (2017). *Diagnóstico, caracterización y propuesta del plan de manejo de residuos sólidos del campus universitario de la UNALM*. 257.

<https://1library.co/document/yeew3p0y-diagnostico-caracterizacion-propuesta-manejo-residuos-solidos-campus-universitario.html>

Pezo Calle, D. C. (2015). Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios por Estrato socioeconómico en el Distrito de Tacna. In *Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann*. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1936>

Viteri Romero, J. P., y Brito, H. (2016). Diseño de una celda diaria de confinamiento de residuos sólidos para el actual relleno sanitario del Tena. In *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: Vol. Bachelor*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4900>

Zumaeta Cauper, J. L. (2017). Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales del distrito de Saquena localidad de Bagazán río Ucayali - Perú. *Universidad Nacional de La Amazonía Peruana*. <http://repositorio.unapikitos.edu.pe/handle/UNAP/4693>

ANEXOS

Anexo 1

Matriz de consistencia

TÍTULO PROBABLE						
"ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA LA PROPUESTA DE DISEÑO DE CELDAS TRANSITORIAS EN EL CENTRO POBLADO BOCA DEL RÍO, DISTRITO DE SAMA - TACNA, 2021"						
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADOR	METODOLOGÍA
<p>Problema General</p> <p>¿Es factible el diseño de una celda transitoria a partir del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales generados en el Centro Poblado Boca del Río, Distrito de Sama - Tacna, 2021?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Diseñar una celda transitoria a partir del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales generados en el Centro Poblado Boca del Río, Distrito de Sama - Tacna, 2021.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>El estudio de caracterización de residuos sólidos municipales permitirá el diseño de una celda transitoria en el Centro Poblado Boca del Río, Distrito de Sama - Tacna, 2021.</p>	<p>Independiente</p> <p>Generación per cápita Densidad Porcentaje según tipo de residuo Porcentaje de humedad</p>	<p>Residuos sólidos municipales del Centro Poblado Boca del Río</p>	<p>t/día kg/m³ % %</p>	<p>Se considerará la determinación de la población actual e identificación de la muestra, la comunicación y empadronamiento de las viviendas/ establecimientos participantes, la entrega de bolsas para recolectar residuos, el plan de seguridad e higiene, la recolección y transporte de muestra, la determinación de parámetros y la etapa de gabinete.</p>
<p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cuál es la generación per cápita de residuos sólidos municipales generados en el Centro Poblado Boca del Río, Distrito de Sama - Tacna, 2021?</p> <p>¿Cuál es la composición porcentual aprovechable de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios generados en el Centro Poblado Boca del Río, Distrito de Sama - Tacna, 2021?</p> <p>¿Cuál es la humedad y la densidad de los residuos sólidos municipales generados en el Centro Poblado Boca del Río, Distrito de Sama - Tacna, 2021?</p> <p>¿Cuáles son las características dimensionales de la celda transitoria para el Centro Poblado Boca del Río, Distrito de Sama - Tacna, 2021?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar la generación per cápita de residuos sólidos municipales generados en el Centro Poblado Boca del Río, Distrito de Sama - Tacna, 2021.</p> <p>Determinar la composición porcentual de los residuos sólidos municipales aprovechables y no aprovechables generados en el Centro Poblado Boca del Río, Distrito de Sama - Tacna, 2021.</p> <p>Determinar la humedad y la densidad de los residuos sólidos municipales generados en el Centro Poblado Boca del Río, Distrito de Sama - Tacna, 2021.</p> <p>Determinar las características dimensionales de la celda transitoria para el Centro Poblado Boca del Río, Distrito de Sama - Tacna, 2021.</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>La generación per cápita de residuos sólidos municipales generados en el Centro Poblado Boca del Río, no supera el valor promedio per cápita de la Provincia de Tacna.</p> <p>La composición de los residuos sólidos municipales domiciliarios y no domiciliarios aprovechables generados en el Centro Poblado Boca del Río, son en mayoría orgánicos, mientras que los no aprovechables son residuos sanitarios.</p>	<p>Dependiente</p> <p>Dimensionamiento de la celda transitoria</p>	<p>Diseño de la celda transitoria</p>	<p>largo (m), ancho (m), altura (m) y volumen útil de disposición (m³)</p>	<p>Se hará uso de la Guía de diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales. (MINAM) y la Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales. (MINAM)</p> <p>Para luego proceder con el diseño de las celdas transitorias en AutoCad.</p>

Anexo 2

Tríptico entregado a la población

BENEFICIOS DE UN ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN PARA EL C.P. BOCA DEL RÍO

A PARTIR DE ESTE ESTUDIO REALIZAREMOS UN DISEÑO PARA LA ADECUADA DISPOSICIÓN FINAL DE TUS RESIDUOS.

AYUDARÁ A NUESTRAS AUTORIDADES A TOMAR DECISIONES EFICIENTES PARA LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.

ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN EL C.P. BOCA DEL RÍO 2021

CONTACTO

Anggela Navarro : 935639904
Dariela Oré : 986746449

LAS BOLSAS SE DEJARAN ENTRE LAS 8 Y 1 PM
¡GRACIAS POR PARTICIPAR!

BOTADERO CERRO CORTADO

PERO... ¿QUÉ SON RESIDUOS SÓLIDOS?

Son los desechos que generamos debido a las actividades que realizamos diariamente.

Erroneamente llamado "basura"

¿COMO PUEDO AYUDAR?

ENTREGANDO TUS RESIDUOS

TODOS LOS RESIDUOS QUE SE GENEREN EN TU VIVIENDA DEBEN SER DISPUESTOS EN LAS BOLSAS ENTREGADAS DURANTE 08 DIAS SEGUIDOS.

¿SABIAS QUÉ..?

Actualmente tus residuos sólidos, son dispuestos en el botadero Cerro Cortado de manera inadecuada, contaminando la calidad del aire, suelo y agua!!

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE UN ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN?

Porque nos permitirá conocer la cantidad y calidad de tus residuos y esto futuras planificaciones para nuestro balneario

NO RETIRANDO EL STICKER DE TU VIVIENDA

RECUERDA QUE ESTO NOS AYUDA A IDENTIFICAR TU HOGAR.

Anexo 3*Invitación al estudio de caracterización*

Tacna, 22 de marzo de 2021

Sr (a):

Dirección:

**ASUNTO: SOLICITAMOS SU PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO DE
CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES**

Tenemos el agrado de dirigirnos a usted para saludarlo cordialmente y a su vez hacer de su conocimiento que como alumnas de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental estamos llevando a cabo el Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios del Centro Poblado Boca del Río que permitirá conocer las particulares de estos, con el fin de mejorar el manejo de los residuos sólidos y las condiciones sanitarias y ambientales para el Centro Poblado.

En tal sentido y con conocimiento de la Municipalidad del C.P. Boca del Río, para llevar a cabo el estudio satisfactoriamente se requiere de su colaboración y su participación en las siguientes actividades:

- Visita a su domicilio para su empadronamiento.
- Encuesta a un representante adulto del hogar para solicitarle información respecto al servicio de limpieza pública.
- Participación en el Estudio de Caracterización con la entrega de sus residuos en bolsas de plástico codificadas, que le serán suministradas durante 8 días seguidos, a partir del día de marzo del 2021 hasta el día de marzo del 2021.

Para lograr nuestro objetivo se ha involucrado personal capacitado que estará identificado para realizar el empadronamiento y recolección respectiva. Agradeciéndole su valiosa atención y cooperación, nos despedimos de usted dándole las gracias por su participación. Si tuviera alguna consulta puede comunicarse a los teléfonos: 935639904 o 986746449.

Atentamente,

Dariela Oré Ramos

Angela Navarro Barrio de Mendoza

Alumnas de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

Anexo 4

Sticker para identificación de viviendas y establecimientos participantes



**ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES
2021**

Vivienda Participante



CÓDIGO:



**ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES
2021**

Establecimiento Participante



CÓDIGO:

Anexo 5*Generación municipal del C.P. Boca del Río*

Población 2021 (hab)	GPC domiciliaria (kg/hab/día)	Generación domiciliaria (kg/día)	Generación no domiciliaria (kg/día)	Generación Municipal	GPC Municipal (kg/día)
325	0,446	144,95	27,069	172,019	0,53

Anexo 6

Composición de residuos domiciliarios

COMPOSICIÓN DE RESIDUOS DOMICILIARIOS										
TIPOS DE RESIDUOS		Día 1 (kg)	Día 2 (kg)	Día 3 (kg)	Día 4 (kg)	Día 5 (kg)	Día 6 (kg)	Día 7 (kg)	TOTAL (kg)	Composición porcentual (%) (Aprovechable/No aprovechable)
1. RESIDUOS APROVECHABLES										
1.1. Residuos Orgánicos										
Residuos de alimentos		1.38	1.3	1.24	1.16	1.2	1.7	1.51	9.49	30.47
Residuos de maleza y poda		-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
1.2. Residuos inorgánicos										
1.2.1. Papel	Blanco	0.5	0.38	0.47	0.33	0.51	0.66	0.43	3.28	10.53
	Periódico	0.5	0.05	-	0.12	-	-	-	0.67	2.15
	Mixto (páginas de cuadernos, revistas, similares)	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
1.2.2. Cartón	Blanco (liso y cartulina)	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
	Marrón (corrugado)	0.34	0.41	0.75	0.915	0.633	0.74	0.52	4.308	13.83
	Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros)	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
1.2.3. Vidrio	Transparente	0.294	0.586	0.311	0.39	0.295	0.15	0.2	2.226	7.15
	Otros colores (marrón-ámbar, verde, otros)	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
	Otros (vidrio de ventana)	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
1.2.4. Plástico	PET - Tereftalato de polietileno (aceite y botellas de bebidas y agua, otros)	0.535	0.86	1	0.71	0.63	1.05	1.222	6.007	19.29
	PEAD - Polietileno de alta densidad (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante)	0.0016	-	-	0.005	-	-	-	0.0066	0.02
	PEBD - Polietileno de baja densidad (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)	0.2	0.195	0.145	0.016	0.117	0.325	0.14	1.138	3.65
	PP - Polipropileno (balde, tinas, tapas de bebidas, bolsas de cereales, tapers)	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
	PS - Poliestireno (micas, vasos de yogurt, cubetas de helado)	0.067	-	-	-	-	-	-	0.067	0.22
	PVC - Policloruro de vinilo (tuberías de agua, desagüe y eléctricas)	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
1.2.5. Tetra Brik		0.04	0.009	-	-	-	0.014	0.05	0.113	0.36
1.2.6. Metales	Latas-hojalata (latas de leche, atún, otros)	0.78	0.056	0.26	0.09	0.45	0.48	0.35	2.466	7.92
	Acero	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
	Hierro	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
	Aluminio	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
	Otros metales	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
1.2.7. Telas, textiles		-	-	-	-	0.56	-	-	0.56	1.80
1.2.8. Caucho, cuero, jebe		0.42	-	-	-	-	0.39	-	0.81	2.60
2. RESIDUOS NO APROVECHABLES										
2.1. Bolsas plásticas de un solo uso		0.16	0.09	0.2	0.117	0.209	0.114	0.083	0.973	10.40
2.2. Residuos sanitarios (papel higiénico, pañales, toallas sanitarias, excretas de)		0.055	0.08	0.067	0.059	0.04	0.066	0.01	0.377	4.03
2.3. Pilas		-	-	-	0.022	-	0.014	-	0.036	0.38
2.4. Tecnopor (poliestireno expandido)		0.001	-	0.1	0.05	-	-	0.076	0.227	2.43
2.5. Residuos inertes (tierras, piedras, cerámicos, ladrillos, etc)		-	0.45	2	-	-	0.9	-	3.35	35.81
2.6. Restos de medicamentos		0.1	0.33	-	-	0.09	-	-	0.52	5.56
2.7. Envolturas de snacks, galletas, caramelos, etc.		0.605	0.58	0.8	0.483	0.72	0.14	0.37	3.698	39.53
2.8. Otros residuos no categorizados		-	0.08	-	-	-	0.095	-	0.175	1.87

Anexo 7

Composición de residuos no domiciliarios – Establecimientos comerciales

COMPOSICIÓN DE RESIDUOS NO DOMICILIARIOS - ESTABLECIMIENTO TIENDAS									
TIPOS DE RESIDUOS	Día 1 (kg)	Día 2 (kg)	Día 3 (kg)	Día 4 (kg)	Día 5 (kg)	Día 6 (kg)	Día 7 (kg)	TOTAL (kg)	Composición porcentual (%) (Aprovechable/No aprovechable)
1. RESIDUOS APROVECHABLES									
1.1. Residuos Orgánicos									
Residuos de alimentos	0.06	0.049	0.1	0.12	0.035	0.011	0.1	0.475	2.01
Residuos de maleza y poda	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
1.2. Residuos inorgánicos									
1.2.1. Papel									
Blanco	-	0.09	-	-	-	0.051	0.029	0.17	0.72
Periódico	0.023	0.038	0.012	-	0.02	-	-	0.093	0.39
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, similares)	-	-	-	0.1	-	-	-	0.1	0.42
1.2.2. Cartón									
Blanco (liso y cartulina)	0.098	0.116	0.06	0.14	-	-	-	0.414	1.75
Marrón (corrugado)	0.64	0.51	0.32	0.645	0.473	0.37	0.42	3.378	14.27
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros)	-	-	-	-	-	0.08	-	-	0.08
1.2.3. Vidrio									
Transparente	0.82	1.099	1.31	1.12	0.77	0.68	1.11	6.909	29.18
Otros colores (marrón-ámbar, verde, otros)	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
Otros (vidrio de ventana)	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
1.2.4. Plástico									
PET - Tereftalato de polietileno (aceite y botellas de bebidas y agua, otros)	0.52	0.99	0.82	1.265	1.555	1.8	1.399	8.349	35.27
PEAD - Polietileno de alta densidad (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante)	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
PEBD - Polietileno de baja densidad (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)	0.085	0.029	0.109	0.022	0.034	0.05	0.0584	0.3874	1.64
PP - Polipropileno (baldes, tinas, tapas de bebidas, bolsas de cereales, tapers)	-	-	-	0.099	-	-	-	0.099	0.42
PS - Poliestireno (micas, vasos de yogurt, cubetas de helado)	0.5	0.045	-	-	0.48	-	-	1.025	4.33
PVC - Policloruro de vinilo (tuberías de agua, desagüe y eléctricas)	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
1.2.5. Tetra Brik	0.1	0.33	-	0.16	-	0.243	0.1	0.933	3.94
1.2.6. Metales									
Latas-hojalata (latas de leche, atún, otros)	0.05	0.2	-	0.133	0.09	0.788	-	1.261	5.33
Acero	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
Fierro	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
Aluminio	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
Otros metales	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
1.2.7. Telas, textiles	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
1.2.8. Caucho, cuero, jebe	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
2. RESIDUOS NO APROVECHABLES									
2.1. Bolsas plásticas de un solo uso	0.02	0.09	0.098	0.0035	0.02	0.0098	0.001	0.2423	7.51
2.2. Residuos sanitarios (papel higiénico, pañales, toallas sanitarias, excretas de	0.074	0.333	0.005	0.009	0.06	0.1	0.025	0.606	18.79
2.3. Pilas	-	-	-	-	0.051	-	-	0.051	1.58
2.4. Tecnopor (poliestireno expandido)	0.2	0.1	0.04	0.034	0.062	0.022	0.08	0.538	16.68
2.5. Residuos inertes (tierras, piedras, cerámicos, ladrillos, etc)	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
2.6. Restos de medicamentos	0.05	0.07	0.021	0.054	0.018	0.015	0.0033	0.2313	7.17
2.7. Envolturas de snacks, galletas, caramelos, etc.	0.15	0.23	0.099	0.318	0.4	0.0699	0.29	1.5569	48.27
2.8. Otros residuos no categorizados	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00

Anexo 8

Composición de residuos no domiciliarios - Restaurantes

COMPOSICIÓN DE RESIDUOS NO DOMICILIARIOS - RESTAURANTES											
TIPOS DE RESIDUOS		Día 0 (kg)	Día 1 (kg)	Día 2 (kg)	Día 3 (kg)	Día 4 (kg)	Día 5 (kg)	Día 6 (kg)	Día 7 (kg)	TOTAL (kg)	Composición porcentual (%) (Aprovechable/No aprovechable)
1. RESIDUOS APROVECHABLES											
1.1. Residuos Orgánicos											
Residuos de alimentos			2.84	2.65	2.523	3	4.7	3.08	2.6	21.393	69.02
Residuos de maleza y poda			-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
1.2. Residuos inorgánicos											
1.2.1. Papel	Blanco		0.05	0.021	0.177	0.19	0.2	0.154	0.09	0.882	2.85
	Periódico		-	-	0.04	0.067	-	-	-	0.107	0.35
	Mixto (páginas de cuadernos, revistas, similares)		-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
1.2.2. Cartón	Blanco (liso y cartulina)		-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
	Marrón (corrugado)		-	-	0.45	0.57	-	-	-	1.02	3.29
1.2.3. Vidrio	Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros)		-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
	Transparente		1	0.85	-	-	0.74	0.62	-	3.21	10.36
1.2.3. Vidrio	Otros colores (marrón-ámbar, verde, otros)		-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
	Otros (vidrio de ventana)		-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
1.2.4. Plástico	PET - Tereftalato de polietileno (aceite y botellas de bebidas y agua, otros)		0.5	0.44	0.7	0.07	0.8	0.46	0.03	3	9.68
	PEAD - Polietileno de alta densidad (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante)		-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
	PEBD - Polietileno de baja densidad (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)		-	0.17	0.155	-	0.23	0.08	-	0.635	2.05
	PP - Polipropileno (baldes, tinas, tapas de bebidas, bolsas de cereales, tapers)		-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
	PS - Poliestireno (micas, vasos de yogurt, cubetas de helado)		-	-	-	0.26	-	-	-	0.26	0.84
	PVC - Policloruro de vinilo (tuberías de agua, desagüe y eléctricas)		-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
1.2.5. Tetra Brik											
	Latas-hojalata (latas de leche, atún, otros)		-	0.29	-	-	-	0.2	-	0.49	1.58
1.2.6. Metales	Acero		-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
	Fierro		-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
	Aluminio		-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
	Otros metales		-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
1.2.7. Telas, textiles											
			-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
1.2.8. Caucho, cuero, jebe											
			-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
2. RESIDUOS NO APROVECHABLES											
2.1. Bolsas plásticas de un solo uso			0.07	0.04	0.06	0.08	0.124	0.056	0.01	0.44	10.95
2.2. Residuos sanitarios (papel higiénico, pañales, toallas sanitarias, excretas de			0.22	0.39	0.4	0.481	0.61	0.72	0.33	3.151	78.40
2.3. Pilas			-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
2.4. Tecnopor (poliestireno expandido)			-	0.09	0.1	0.03	0.051	0.04	0.088	0.399	9.93
2.5. Residuos inertes (tierras, piedras, cerámicos, ladrillos, etc)			-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
2.6. Restos de medicamentos			-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
2.7. Envolturas de snacks, galletas, caramelos, etc.			0.012	0.005	-	-	0.002	0.01	-	0.029	0.72
2.8. Otros residuos no categorizados			-	-	-	-	-	-	-	0	0.00

Anexo 9*Compendio de composición de residuos sólidos municipales*

Tipos de residuos	Residuos Domiciliarios (%)	Residuos No Domiciliarios Establecimientos comerciales (%)	Residuos No Domiciliarios Restaurantes (%)	Residuos No Domiciliarios (%)	Residuos Municipales (%)
Materia Orgánica	23,43	1,77	61,1	35,32	30,62
Papel	9,75	1,35	2,8	2,18	5,18
Cartón	10,64	14,39	2,9	7,90	8,98
Vidrio	5,50	25,69	9,2	16,34	12,05
Plástico	17,82	36,66	11,1	22,22	20,48
Tetra brik	0,28	3,47	0,0	1,51	1,02
Metales	6,09	4,69	1,4	2,83	4,12
Telas, Textiles	1,38	0,00	0,0	0,00	0,55
Caucho, Cuero	2,00	0,00	0,0	0,00	0,79
Bolsas plásticas de un solo uso	2,40	0,90	1,3	1,10	1,62
Residuos Sanitarios	0,93	2,25	9,0	6,07	4,04
Pilas	0,09	0,19	0,0	0,08	0,08
Tecnopor	0,56	2,00	1,1	1,51	1,14
Residuos Inertes	8,27	0,00	0,0	0,00	3,27
Restos de medicamentos	1,28	0,86	0,0	0,37	0,73
Envolturas de snack, galletas, caramelos	9,13	5,79	0,1	2,56	5,16
Otros residuos	0,43	0,00	0,0	0,00	0,17
TOTAL	100	100	100	100	100

Anexo 10*Registro de densidades de residuos domiciliarios y no domiciliarios*

Registro de datos - densidad de residuos sólidos domiciliarios						Densidad (kg/m³)
Fecha	Peso (kg)	Altura Total del Cilindro (m)	Diámetro (m)	Constante	Volumen	
Día 1	23,225	0,790	0,580	3,142	0,209	111,271
Día 2	19,200	0,720	0,580	3,142	0,190	100,930
Día 3	22,995	0,810	0,580	3,142	0,214	107,449
Día 4	19,925	0,790	0,580	3,142	0,209	95,461
Día 5	21,373	0,790	0,580	3,142	0,209	102,398
Día 6	19,951	0,740	0,580	3,142	0,196	102,044
Día 7	17,183	0,690	0,580	3,142	0,182	94,255
Densidad Promedio						101,972

Registro de datos - densidad de residuos sólidos no domiciliarios						Densidad (kg/m³)
Fecha	Peso (kg)	Altura Total del Cilindro (m)	Diámetro (m)	Constante	Volumen	
Día 1	14.787	0,640	0,580	3,142	0,169	87,449
Día 2	13.312	0,650	0,580	3,142	0,172	77,515
Día 3	11.905	0,590	0,580	3,142	0,156	76,371
Día 4	13.070	0,650	0,580	3,142	0,172	76,105
Día 5	11.432	0,590	0,580	3,142	0,156	73,337
Día 6	12.627	0,640	0,580	3,142	0,169	74,675
Día 7	16.243	0,680	0,580	3,142	0,180	90,409
Densidad Promedio						79,409

Anexo 11*Promedio de densidad de los residuos sólidos municipales*

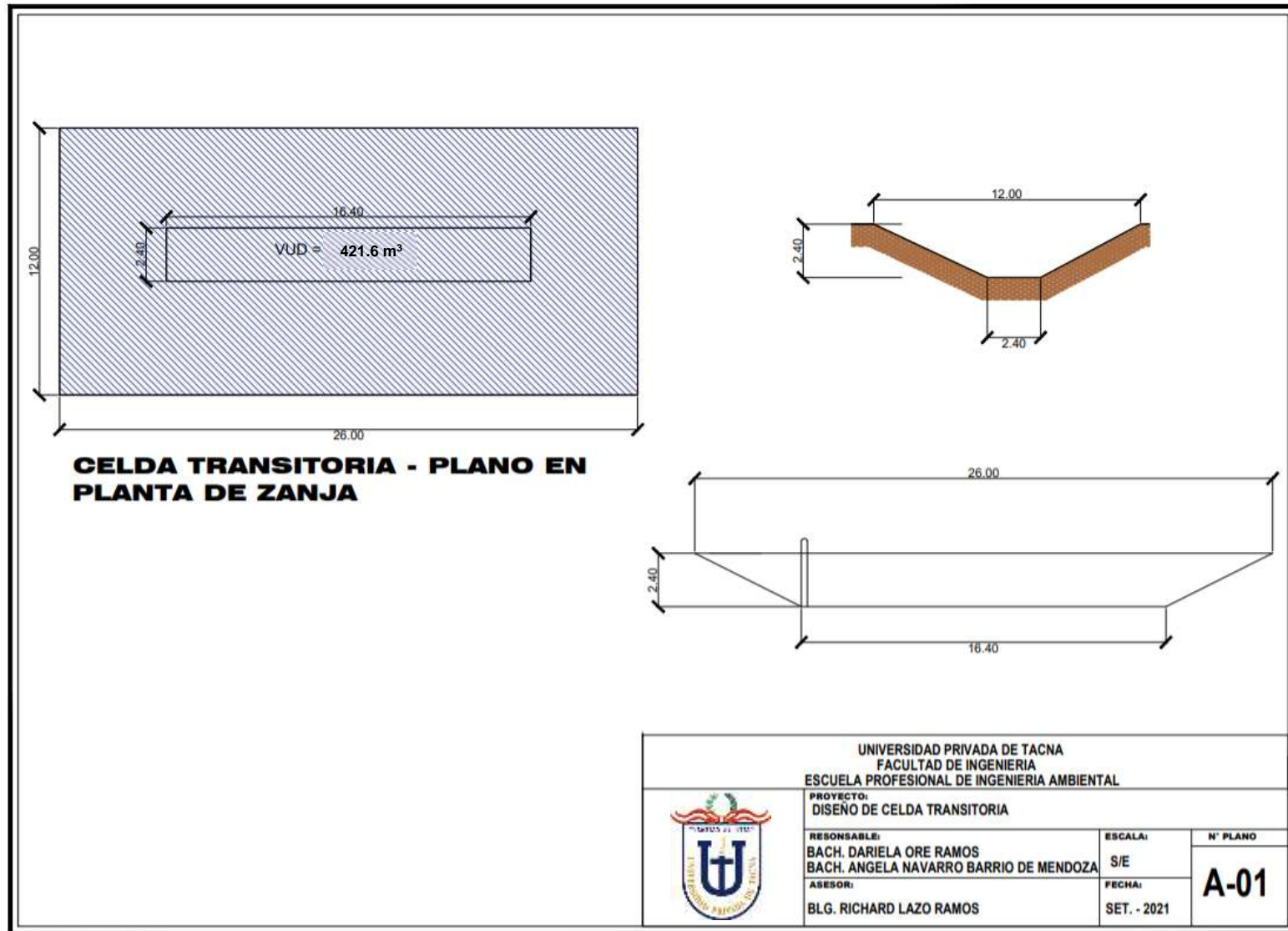
Densidad de los Residuos Sólidos Municipales (kg/m³)		
Densidad de los Residuos Sólidos Domiciliarios (kg/m³)	Densidad de Residuos Sólidos no domiciliarios	Promedio de densidad (kg/m³)
101,972	79,409	90,6905

Anexo 12*Registro de datos de la humedad*

	D1	D2	D3	D4	
A (masa de crisol con muestra humedad)	135,97	197,72	190,68	161,02	Promedio de humedad (%)
B (masa de crisol con muestra seca)	123,34	147,85	170,48	133,15	
C (masa de crisol)	103,73	97,12	107,64	98,69	
Humedad	39,20	49,57	24,32	44,73	39,45

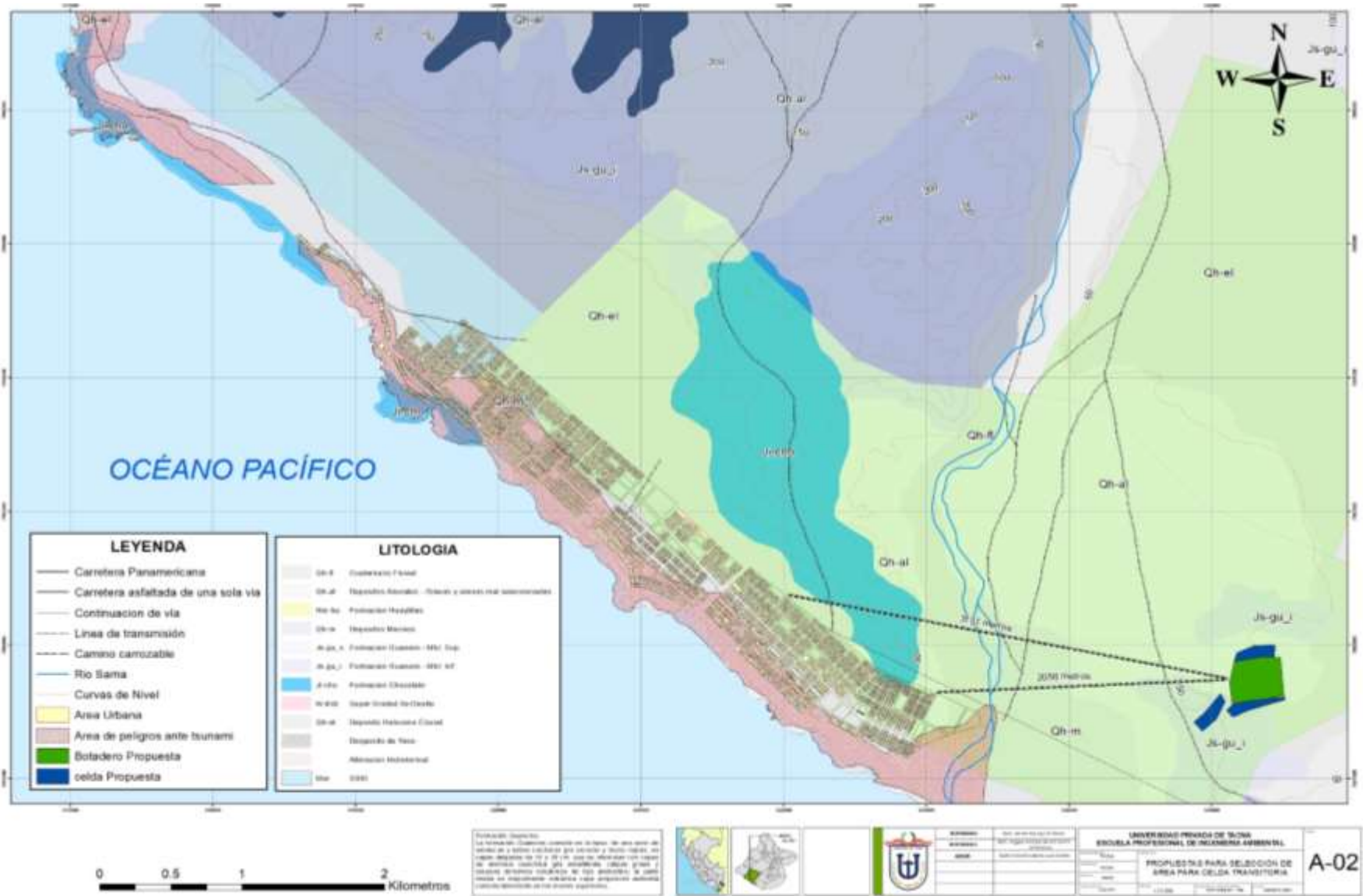
Anexo 13

Plano de diseño de la celda transitoria



Anexo 14

Propuestas para selección de área para celda transitoria



Anexo 15

Matriz de calificación para la selección de área de la celda transitoria

Ítem	Criterios de selección	DL N°1278 y su Reglamento DS N° 014-2017	Ponderado (B)	Puntaje (A)			Calificación (AxB)		
				Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Calificación Alternativa 1	Calificación Alternativa 2	Calificación Alternativa 3
1	Distancia a la población más cercana (m)	>500	6	5	5	5	30	30	30
2	Distancia a granjas crianza de animales (m)	>500	6	3	3	3	18	18	18
3	Distancia a fuentes de agua superficiales, zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos (m)	>500	6	5	5	5	30	30	30
4	Distancia a fallas geológicas	>500	6	5	5	5	30	30	30
5	Vulnerabilidad a desastres naturales (inundaciones, deslizamientos, entre otros)		6	5	5	5	30	30	30
6	Infraestructuras existentes (embalses, represas, obras hidroeléctricas, entre otros)		5	5	5	5	25	25	25
7	Distancia a aeropuerto o pistas de aterrizaje (m)	>13 000	5	5	5	5	25	25	25
8	Área del terreno (m2)		5	5	5	5	25	25	25
9	Vida útil	3 o 10 años	5	5	5	5	25	25	25
10	Pendiente del terreno (topografía)		4	3	3	3	12	12	12
11	Geología del suelo		4	5	3	5	20	12	20
12	Posibilidad del material de cobertura		3	5	5	5	15	15	15
13	Cuenta con barrera sanitaria natural		4	5	5	5	20	20	20
14	Accesibilidad al área (distancia a vía de acceso principal km)		4	5	3	3	20	12	12
15	Uso actual del suelo y del área de influencia		4	5	5	5	20	20	20
16	Área natural protegida por el Estado		5	5	5	5	25	25	25
17	Área arqueológica		5	5	5	5	25	25	25
18	Propiedad del terreno		5	3	3	3	15	15	15
Total			100				410	394	402

Anexo 16

Criterios de calificación para la selección de área: calificación por geología del suelo y vulnerabilidad a desastres naturales

Geología del suelo

Según el ítem 11 del Anexo 16, el cual hace referencia a la geología del suelo, dentro de nuestras alternativas la propuesta (Alternativa 1 y Alternativa 3) tienen una formación geológica correspondiente a la **formación Guanero (Js-gui_i)** esta formación consiste en una serie de arenisca calcárea de color gris oscuro y marrón rojizo y un sótano de pizarra, la capa delgada es de 10 a 20 cm, mezclada con arenisca de cuarzo amarillo-gris, piedra caliza gris y una pequeña cantidad de erupciones volcánicas andesíticas, principalmente en el Volcán medio, la proporción de la capa superior aumenta.

Por otro lado, la Alternativa 2 presenta una formación geológica correspondiente a un **depósito aluvial (qhal)**,. Estos depósitos consisten en conglomerados sueltos dispersos irregularmente, arena y arcilla, que cubren aproximadamente el 30 % del área del mapa. Los conglomerados están compuestos principalmente por crestas redondas a subangular de diferentes tipos de rocas volcánicas y en menor medida rocas intrusivas, con dimensiones de sección transversal entre 1 y 30 cm, con una longitud promedio de cresta de 10 a 20 cm. En el cuadrángulo de Tacna estos sedimentos constituyen el cono de hundimiento del río Caplina y sus afluentes; en La Yarada, los sedimentos aluviales se encuentran en el borde de la planicie costera. El espesor de la capa aluvial varía desde unos pocos metros hasta más de 1.000 metros, debido a que los pozos perforados por Tacna y La Yarada para extraer agua subterránea han pasado más de 100 metros entre estos materiales.

No se consideró propuestas en el lado oeste ya que la formación geológica es **formación chocolate**, esta consiste de derrames y piroclásticos de composición predominante andesítica, de color pardo rojizo y verde oscuro. Esta litología físicamente se puede correlacionar con serie de basaltos y flujos andesíticos.

Finalmente, los suelos correspondientes son francos arenosos, de color gris oscuro y claro a marrón claro; en algunas zonas se alternan con capas de arena fina, en otros casos son capas de arena con una pequeña cantidad de grava. Su drenaje es moderado, con una pendiente

general del 1 % al 25 %. Son suelos con reacciones neutras o ligeramente alcalinas (pH 6-7), con bajo contenido de materia orgánica y extremadamente bajo contenido en ácido fosfórico, nitrógeno y potasio. La humedad es de 2 a 36 %. La producción de sales solubles es alta y están representadas mayormente por sulfatos y cloruros. En lo general se puede establecer que son de baja capacidad retentiva de agua y sin estructuras definidas, lo que da como resultado suelos filtrantes y secos.

Vulnerabilidad a desastres naturales

El Balneario Boca del Río está ubicado al sureste de la ciudad de Tacna (distancia de 41,7 km). Está asentada en la margen derecha del río Sama en una zona de pendiente plana (1,8 %) sin muchos accidentes geográficos. En el ítem 5 del Anexo 16, se evalúa la vulnerabilidad de desastres para las Alternativas 1,2 y 3, hemos considerado los siguientes desastres:

Respecto a los **sismos**, de acuerdo a los cálculos desarrollado por el IGP para Tacna, en un periodo de retorno de 100 años, la magnitud sísmica de la Escala de Richter es de 6,9, con un riesgo sísmico de 75 % de ocurrencia. Los efectos que produce un sismo reducen a un mínimo al no contar con infraestructuras civiles significativas en las alternativas 1, 2 y 3.

Referente a los **Tsunamis**, según el Estudio para la Identificación de Condiciones de Riesgo de Desastres y Vulnerabilidad al Cambio Climático en la Región Tacna del año 2016, se realizó un escenario de riesgo que se basa en la ocurrencia de tsunami producido en un evento de un sismo de 8,5 Ms de magnitud, basado en el modelo desarrollado por el INGEMMET donde Boca del Río sufriría una ola de 7,05 m de altura. Al observar el Anexo 15, el área de peligro ante tsunami no afectaría a las posibles áreas para la celda transitoria, pero si pondría en riesgo muy alto al Centro Poblado Boca del Río. (Neyra Palomino et al., 2016)

En relación con las **inundaciones**, según el mismo estudio mencionado en el párrafo anterior, los distritos que presentan mayor nivel de vulnerabilidad de más del 75 % de su territorio ante el peligro de las inundaciones son los distritos de Sama, Locumba, Alto de la Alianza, Gregorio Albarracín y Tarata y los de afectación más baja, de menos de 25 % son Ilabaya, Camilaca, Curibaya, Héroe Albarracín, Estique, Estique Pampa y Pachia. Además, los distritos que concentran mayor población pueden verse afectados por el fenómeno, de esta manera los distritos de mayor vulnerabilidad son Candarave, Cairani, Quilahuani, Susapaya, Ticaco y Tarata.

Teniendo en cuenta el párrafo anterior y considerando las temporadas de aumento de caudal del río Sama por las constantes lluvias en las zonas alto andinas de Tacna y que desemboca en las playas del Balneario de Boca del Río cargándolo de lodo y piedras. Una posible **inundación y/o huayco** no afectaría a alguna de las posibles áreas para la ubicación de la celda transitoria, ya que estas están fuera de la faja marginal.

Por último, respecto a **deslizamientos y huaycos**, según el Estudio para la Identificación de Condiciones de Riesgo de Desastres y Vulnerabilidad al Cambio Climático en la Región Tacna del año 2016, en donde no se ha encontrado evidencia de ni uno de los desastres en mención cerca de las posibles áreas para la ubicación de la celda transitoria. (Neyra Palomino et al., 2016)

Cabe resaltar que, en el año 2019, se reportó un deslizamiento de lodo y piedras en la Quebrada de Burros, la cual interrumpió el kilómetro 68 de la vía Costanera Sur; aun así, esta zona no es cercana a las alternativas de ubicación 1, 2 y 3.

Anexo 17

Presupuesto para la etapa de construcción de celda transitoria

Presupuesto					
Presupuesto	0702004 CONSTRUCCIÓN DE CELDA PARA RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CPM BOCA DEL RÍO DEL DISTRITO DE SAMA, PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA				
Cliente	UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA			Costo al	06/09/2021
Lugar	TACNA - TACNA - SAMA				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES Y SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA				16,083.82
01.01	OBRAS PROVISIONALES				10,473.84
01.01.01	CAMPAMENTO Y ALMACÉN	m2	60.00	88.54	5,312.40
01.01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA	und	1.00	1,351.31	1,351.31
01.01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA PARA LA OBRA	GLB	1.00	3,000.00	3,000.00
01.01.04	SUMINISTRO ELECTRICO PARA LA OBRA	mes	1.00	450.13	450.13
01.01.05	SUMINISTRO DE AGUA PARA LA OBRA	GLB	1.00	360.00	360.00
01.02	SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA				2,609.98
01.02.01	BAÑO PORTATIL (INODORO Y LAVADERO)	mes	1.00	800.00	800.00
01.02.02	CINTA PLASTICA SEÑALIZADORA PARA LIMITE DE SEGURIDAD DE OBRA	m	272.00	1.40	380.80
01.02.03	CERCO MALLA DE 1 M DE ALTURA PARA LIMITE DE SEGURIDAD DE OBRA	m	136.00	3.74	508.64
01.02.04	CONO FIBRA DE VIDRIO P/DESIVIO DE TRANSITO DURANTE LA OBRA	und	6.00	75.00	450.00
01.02.05	CARTEL INFORMATIVO 0.50 X 1.20 M PROVISIONAL DURANTE LA OBRA	und	5.00	63.96	319.80
01.02.06	TRANQUERA TIPO CABALLETE DE 2.40 X 1.20 M PROV. DURANTE LA OBRA	und	2.00	75.37	150.74
01.03	FLETES				3,000.00
01.03.01	FLETE TERRESTRE	GLB	1.00	3,000.00	3,000.00
02	ÁREA OPERATIVA (CELDA PARA RESIDUOS SOLIDOS)				77,827.51
02.01	OBRAS PRELIMINARES MASIVAS				418.88
02.01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS - CAPA INICIAL DE TERRENO				418.88
02.01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	1,496.00	0.28	418.88
02.02	EXPLANACIONES - PLATAFORMAS PARA EDIFICACIONES				3,740.00
02.02.01	TRABAJOS PRELIMINARES				957.44
02.02.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	1,496.00	0.64	957.44
02.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				2,782.56
02.02.02.01	PERFILADO Y COMPACTADO	m2	1,496.00	1.86	2,782.56
02.03	CELDA DE RESIDUOS SÓLIDOS - TRINCHERA				41,711.38
02.03.01	TRABAJOS PRELIMINARES				522.24
02.03.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	816.00	0.64	522.24
02.03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				25,635.89
02.03.02.01	EXCAVACIÓN DE ZANJA EN TERRENO NORMAL C/MAQUINARIA	m3	535.99	6.61	3,542.89
02.03.02.02	CONFORMACION DE DIQUES PERIMETRALES	m3	736.00	10.43	7,676.48
02.03.02.03	PERFILADO Y COMPACTADO EN TALUD	m2	887.06	2.49	2,208.78
02.03.02.04	CAMA DE PROTECCION DE GEOMEMBRANA C/AFIRMADO	m3	184.63	66.12	12,207.74
02.03.03	IMPERMEABILIZACIONES				12,485.74
02.03.03.01	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOMEMBRANA LISA HDPE E=1.5 MM	m2	461.58	27.05	12,485.74
02.03.04	OTROS TRABAJOS				3,067.51
02.03.04.01	CONTROL DE CALIDAD DE INSTALACION DE GEOMEMBRANA	GLB	1.00	180.00	180.00
02.03.04.02	ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO	und	2.00	180.00	360.00
02.03.04.03	ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO	und	9.00	80.00	720.00
02.03.04.04	VALVULA COMPUERTA HD BB DN 200 MM	und	1.00	1,807.51	1,807.51
02.04	POZA PARA LIXIVIADOS				13,936.94
02.04.01	TRABAJOS PRELIMINARES				368.64
02.04.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	576.00	0.64	368.64
02.04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				4,690.37
02.04.02.01	EXCAVACIÓN DE ZANJA EN TERRENO NORMAL C/MAQUINARIA	m3	136.11	6.61	899.69
02.04.02.02	CONFORMACION DE DIQUES PERIMETRALES	m3	216.33	10.43	2,256.32
02.04.02.03	PERFILADO Y COMPACTADO EN TALUD	m2	616.21	2.49	1,534.36
02.04.03	IMPERMEABILIZACIONES				8,697.93
02.04.03.01	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOMEMBRANA LISA HDPE E=1.5 MM	m2	321.55	27.05	8,697.93

02.04.04	OTROS TRABAJOS					180.00
02.04.04.01	CONTROL DE CALIDAD DE INSTALACION DE GEOMEMBRANA	GLB	1.00	180.00		180.00
02.05	DRENES DE LIXIVIADOS					3,439.21
02.05.01	TRABAJOS PRELIMINARES					156.90
02.05.01.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m	30.00	5.23		156.90
02.05.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					1,120.21
02.05.02.01	EXCAVACION NORMAL EN TERRENO NORMAL	m	30.00	5.26		157.80
02.05.02.02	REFINE Y NIVELACION DE ZANJA	m	30.00	6.49		194.70
02.05.02.03	CAMA DE ARENA EN FONDO DE DREN	m	30.00	8.47		254.10
02.05.02.04	RELLENO CON PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3	2.40	159.83		383.59
02.05.02.05	ACARREO MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	6.00	21.67		130.02
02.05.03	TUBERÍAS					2,162.10
02.05.03.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE POLIETILENO HDPE ISO 4427 DN 200 MM CORRIGADO Y PERFORADO	m	30.00	72.07		2,162.10
02.06	DREN VERTICAL PARA GASES					1,633.21
02.06.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS					96.37
02.06.01.01	RELLENO CON PIEDRA SELECCIONADA DE 2" A 4"	m3	0.96	100.39		96.37
02.06.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					14.44
02.06.02.01	CONCRETO C:H 1:10 PARA SOLADOS E=4"	m2	0.50	28.87		14.44
02.06.03	CARPINTERIA DE MADERA					605.76
02.06.03.01	MADERA PARA CHIMENEA	p2	48.00	12.62		605.76
02.06.04	CARPINTERIA METALICA					846.99
02.06.04.01	MALLA GALVANIZADA N° 10 COCADA 1/2" X 1/2"	m2	13.44	63.02		846.99
02.06.05	INSTALACIONES SANITARIAS					69.65
02.06.05.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA P.V.C. 8"	m	5.00	13.93		69.65
02.07	POZO DE MONITOREO					718.13
02.07.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS					488.98
02.07.01.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	1.06	32.51		34.46
02.07.01.02	RELLENO DE SELLADORES IMPERMEABILIZANTE (BENTONITA)	m3	0.38	1,036.25		393.78
02.07.01.03	RELLENO CON PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3	0.38	159.83		60.74
02.07.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					103.21
02.07.02.01	CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	m3	0.16	645.06		103.21
02.07.03	INSTALACIONES SANITARIAS					125.94
02.07.03.01	TUBERIA PVC SAP 6"	m	3.00	24.41		73.23
02.07.03.02	TAPON DE PVC 6"	und	1.00	52.71		52.71
02.08	CERCO PERIMÉTRICO Y ACCESOS DE INGRESO					10,950.56
02.08.01	TRABAJOS PRELIMINARES					815.88
02.08.01.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m	156.00	5.23		815.88
02.08.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					347.69
02.08.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	5.00	32.51		162.55
02.08.02.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	2.50	49.09		122.73
02.08.02.03	ACARREO MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	2.88	21.67		62.41
02.08.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					1,776.67
02.08.03.01	CONCRETO $F'c = 140 \text{ KG/CM}^2 + 30\% \text{ P.M.}$	m3	3.14	565.82		1,776.67
02.08.04	CERCO PERIMÉTRICO					8,010.32
02.08.04.01	SUMINISTRO Y COLOCACION DE POSTES DE CONCRETO L=2.40 M	und	49.00	61.32		3,004.68
02.08.04.02	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ALAMBRE DE PUAS	m	1,560.00	2.27		3,541.20
02.08.04.03	PUERTA Y MONTAJE DE PUERTA METALICA 2 HOJAS 4.5 X 2.2	und	1.00	1,464.44		1,464.44
02.09	SEÑALIZACIÓN					1,279.20
02.09.01	SEÑALES INFORMATIVAS Y PREVENTIVAS					1,279.20
02.09.01.01	FABRICACION DE SEÑALES INFORMATIVAS	und	20.00	63.96		1,279.20
03	VIAS DE ACCESO					45,755.82
03.01	TRABAJOS PRELIMINARES					492.76
03.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	KM	0.50	985.52		492.76
03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					7,541.81
03.02.01	CORTE DE TERRENO C/MAQUINARIA	m3	270.00	4.51		1,217.70
03.02.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO C/MAQUINARIA	m3	25.00	11.47		286.75
03.02.03	PERFILADO, NIVELACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE	m2	2,250.00	2.25		5,062.50
03.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINARIA $D \leq 1 \text{ KM}$	m3	281.75	3.46		974.86

03.03	PAVIMENTO					37,721.25
03.03.01	AFIRMADO E=0.25 M	m3	562.50	67.06		37,721.25
04	EDIFICACIONES (MODULO ADMINISTRATIVO)					12,396.48
04.01	CASETA ADMINISTRATIVA PREFABRICADA					12,396.48
04.01.01	ESTRUCTURAS					1,196.48
04.01.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES					23.04
04.01.01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	36.00	0.64		23.04
04.01.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					134.12
04.01.01.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	1.80	32.51		58.52
04.01.01.02.02	REFINE Y NIVELACION EN TERRENO NORMAL	m2	36.00	2.10		75.60
04.01.01.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					1,039.32
04.01.01.03.01	CONCRETO C:H 1:10 PARA SOLADOS E=4"	m2	36.00	28.87		1,039.32
04.01.02	ARQUITECTURA					9,000.00
04.01.02.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE CASETA ADMINISTRATIVA	und	1.00	9,000.00		9,000.00
04.01.03	INSTALACIONES SANITARIAS					1,000.00
04.01.03.01	INSTALACIONES SANITARIAS	und	1.00	1,000.00		1,000.00
04.01.04	INSTALACIONES ELECTRICAS					1,200.00
04.01.04.01	INSTALACIONES ELECTRICAS	und	1.00	1,200.00		1,200.00
05	MITIGACIÓN AMBIENTAL					13,500.53
05.01	MEDIDAS CONSTRUCTIVAS Y DE RECUPERACION					8,399.92
05.01.01	READECUACION AMBIENTAL DE INSTALACIONES PROVISIONALES	m2	1,496.00	1.27		1,899.92
05.01.02	HUMEDECIMIENTO DE VIAS DE ACCESO	m2	25,000.00	0.26		6,500.00
05.02	MEDIDAS DE CONTROL AMBIENTAL					2,190.61
05.02.01	MEDIDAS PARA CONTROL DE MATERIAL PARTICULADO	mes	1.00	1,030.32		1,030.32
05.02.02	MEDIDAS PARA CONTROL DE CONTAMINACION DE SUELOS	mes	1.00	1,160.29		1,160.29
05.03	PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS					2,910.00
05.03.01	EQUIPAMIENTO DEL PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS	GLB	1.00	1,200.00		1,200.00
05.03.02	AREA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL	GLB	1.00	1,500.00		1,500.00
05.03.03	TRANSPORTE Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS	m3	1.20	175.00		210.00
	COSTO DIRECTO					165,564.16

Anexo 18

Precios y cantidades de recursos requeridos para la construcción de la celda transitoria

Precios y cantidades de recursos requeridos

Obra **0702004** CONSTRUCCIÓN DE CELDA PARA RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CPM BOCA DEL RÍO DEL DISTRITO DE SAMA, PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA

Fecha **01/09/2021**

Lugar **230109** TACNA - TACNA - SAMA

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	Presupuestado S/.
MANO DE OBRA						
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	19.6500	21.86	429.51	429.42
0147000023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	236.0700	21.88	5,165.28	5,183.24
0147000032	TOPOGRAFO	hh	34.3800	21.88	752.17	763.90
0147010001	CAPATAZ	hh	2.5200	21.88	55.09	59.37
0147010002	OPERARIO	hh	262.8800	21.88	5,751.85	5,767.98
0147010004	PEON	hh	666.2100	15.78	10,512.84	10,482.80
0147010023	CONTROLADOR OFICIAL	hh	23.6800	21.88	518.05	532.15
0147010092	OPERARIO - GASFITERO	hh	6.0000	21.86	131.14	131.01
0147030091	OFICIAL	hh	33.5900	18.00	604.54	604.06
					23,920.46	23,953.93
MATERIALES						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg	12.0000	4.00	48.00	48.00
0202010003	CLAVOS PARA MADERA C/C 2"	kg	1.4400	4.00	5.76	5.76
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg	0.3800	4.00	1.50	1.50
0202010006	CLAVOS PARA MADERA C/C 3/4"	kg	124.4000	4.00	497.60	497.60
0202020007	CLAVOS Fo No C/C 3/4"	kg	2.4000	4.00	9.60	9.60
0202100015	PERNOS HEXAGONALES DE 3/4" X 6"	und	12.0000	4.00	48.00	48.00
0202100093	INC.TUER					
0202580002	CLAVOS PARA MADERA C/C DE 2"	kg	15.6000	4.00	62.40	62.40
0202850011	CONO DE SEGURIDAD	und	6.0000	75.00	450.00	450.00
0202970003	TUBO DE FIERRO GALVANIZADO DE 3"	m	4.0000	14.50	58.00	58.00
0202970003	ACERO LISO DE 5/8"	m	5.0000	7.50	37.50	37.50
0204000000	ARENA GRUESA	m3	1.7600	44.00	77.35	75.72
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3	4.9700	110.00	546.40	546.40
0205000010	PIEDRA MEDIANA DE 4"	m3	0.5800	40.00	23.04	23.04
0205000011	PIEDRA MEDIANA DE 6"	m3	1.1000	40.00	43.96	43.96
0205010000	AFIRMADO	m3	821.8400	50.00	41,092.15	41,092.15
0205010004	ARENA GRUESA	m3	0.7100	45.00	31.76	31.76
0205020020	PIEDRA MEDIANA DE 2"	m3	0.5800	50.00	28.80	28.80
0207010000	CABLE TW# 14 AWG 2.5 MM2	m	50.0000	2.20	110.00	110.00
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL	59.4900	21.00	1,249.33	1,248.37
0226020070	BISAGRA 4"	pza	6.0000	8.00	48.00	48.00
0226140007	CANDADO FORTE 50 MM.	und	1.0000	40.00	40.00	40.00
0227000005	BENTONITA (30 kg)	bls	22.8000	17.00	387.60	387.60
0227010004	CORDON HDPE PARA EXTRUSION	kg	3.9200	40.00	156.63	156.63
0229130040	LONA DE PROTECCION	m2	20.0000	6.00	120.00	120.00
0229990024	KIT ANTIDERRAME	und	1.0000	480.00	480.00	480.00
0230020001	YESO DE 12 Kg	BOL	0.0000	10.00	0.00	0.00
0230110014	IMPERMEABILIZANTE	kg	12.7700	80.00	1,021.68	1,021.68
0230460035	PEGAMENTO PARA PVC 1/4 GLN	und	0.0200	85.00	1.28	1.30
0230460036	PEGAMENTO PARA PVC	L	0.0800	85.00	6.80	6.80
0230470003	SOLDADURA CELLOCORD P 3/16"	kg	11.2800	9.00	101.52	101.52
0230480031	CINTA PLASTICA DE SEÑAL DE SEGURIDAD DE OBRA	m	299.2000	0.65	194.48	195.84
0230700027	MODULO DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL	und	1.0000	1,500.00	1,500.00	1,500.00
0230990075	BOLSA PARA BASURA 140 LT X 10 UND	pqt	50.0000	8.00	400.00	400.00
0238000000	HORMIGON	m3	11.4200	35.00	399.86	400.17
0239010095	DEPOSITO DE ALMACENAMIENTO DE RRSS (PUNTO ECOLOGICO) 120 LT	und	4.0000	200.00	800.00	800.00
0239050000	AGUA	m3	0.6200	6.00	3.74	3.76
0243000025	MADERA NACIONAL P/ENCOFRADO-CARP	p2	158.2000	6.00	949.20	949.20

0243010003	MADERA TORNILLO	p2	42.1600	6.00	252.96	252.96
0243160052	REGLA DE MADERA	p2	3.6500	16.00	58.40	58.40
0243570029	BANNER P/CARTEL DE OBRA	pza	1.0000	250.00	250.00	250.00
0244000016	MADERA TORNILLO CEPILLADA	p2	48.9500	6.00	293.70	293.60
0244010000	ESTACA DE MADERA	p2	25.0000	4.00	100.00	100.00
0244010005	MADERA TORNILLO O SIMILAR	p2	50.4000	6.00	302.40	302.40
0244030022	TRIPLAY DE 4'x8'x 6 mm	pln	24.0000	35.00	840.00	840.00
0244030025	TRIPLAY DE 6 MM	m2	0.7000	35.00	24.50	24.50
0244030029	TRIPLAY 3.60 x2.40 m de 6 mm	m2	61.8000	15.00	927.00	927.00
0244070004	BANDEJA METALICA 1.5 X 1.5 M	und	4.0000	125.00	500.00	500.00
0246000000	MALLA CUADRADA CRIPADA GALVANIZADA # 10	m2	24.0600	18.00	433.12	433.12
0246000039	MALLA HDP C/NARANJA DE 1 M ALTO	m	149.6000	0.85	127.16	127.84
0246910004	ALAMBRE DE PUAS # 12	m	1,652.5000	0.65	1,074.13	1,070.23
0254020026	PINTURA ESMAL.METAL-MAD.ESMALTEX C/COLOR	gln	0.1000	50.00	5.00	5.00
0254020036	PINTURA ESMALTE PARA TRAFICO	gln	0.1600	60.00	9.60	9.60
0254020042	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gln	0.7500	50.00	37.50	37.50
0256040000	TAPON PVC SAP 6"	und	1.0000	20.00	20.00	20.00
0263010005	POSTE PREFABRICADO CA H=2.40 M	und	49.0000	55.00	2,695.00	2,695.00
0265040070	TRANSICION DE ACERO TIPO CAMPANA- BRIDA DN 200 MM	und	2.0000	270.00	540.00	540.00
0271010000	TUBO DE FIERRO NEGRO DE 2"	m	17.0000	11.00	187.00	187.00
0272000073	TUBERIA PVC SAP 200 MM	m	5.2500	9.50	49.88	49.90
0272000077	TUBERIA PVC SAP 6"	m	3.0900	7.00	21.63	21.63
0272080031	TUBERIA PVC NORMA ISO 4435 DN 200 MM S-25	und	1.0000	200.00	200.00	200.00
0272080035	TUBERIA HDPE ISO 4427 200 MM CORRUGADA Y PERFORADA	m	31.5000	52.00	1,638.00	1,638.00
0272080040	GEOMEMBRANA HDPE LISA 1.5 MM	m2	861.4400	18.50	15,936.70	15,936.69
0273000011	UNION PARA TUBERIA DE HDPE 200 MM	und	4.5000	71.00	319.50	319.50
0278000054	VALVULA COMPUERTA HD BB 200 MM ISO 7259	und	1.0000	950.00	950.00	950.00
					78,825.10	78,820.93
	EQUIPOS					
0317020009	PISON MANUAL	hm	13.3800	10.00	133.78	133.60
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	% MO			698.56	698.56
0348040023	CAMION VOLQUETE 15 M3	hm	3.0100	150.00	452.21	453.62
0348070000	SOLDADORA ELECT. MONOF. ALTERNA 225 AMP.	hm	14.9800	15.00	224.64	224.64
0348120001	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 1,500 GAL.	hm	69.0600	150.00	10,359.35	10,488.21
0349030007	RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10- 12T	hm	49.8600	180.00	8,974.03	8,971.00
0349040006	EXCAVADORA S/ORUGA 110-140 HP CAP 1.1-1.3 M3	hm	15.3900	250.00	3,847.78	3,851.13
0349040007	CARGADOR FRONTAL 3.0 M3	hm	7.8000	280.00	2,183.94	2,182.76
0349040021	RETROEXCAVADOR S/LLANTAS 80-110 HP 0.5-1.3 YD3.	hm	9.3000	150.00	1,394.91	1,394.93
0349040032	TRACTOR DE ORUGAS DE 105-135 HP	hm	19.8800	220.00	4,373.56	4,373.60
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	25.0000	200.00	4,999.30	4,999.30
0349100011	MEZCLADORA CONCRETO TROMPO 8 HP 9 P3	hm	4.7500	15.00	71.22	71.22
0349150007	GRUPO ELECTROGENO 38 HP 20 KW	hm	44.2900	20.00	885.73	882.48
0349520003	VIBRADOR DE 4 HP CAB.=2.40"	hm	1.1000	20.00	21.96	21.96
0349610059	CAMIÓN GRUA 4x2 DE 10 TN	hm	20.9100	150.00	3,136.44	3,140.36
0349910003	EQUIPO DE TERMOFUSION	hm	2.0000	20.00	40.02	39.90
0349950001	EQUIPO ESTACION TOTAL INC. PRISMA JALONES TELESCOPICOS	hm	34.3800	25.00	859.43	852.12
					42,656.84	42,779.39

SUBCONTRATOS								
0401010001	SC SUMINISTRO E INSTALACION DE CASETA ADMINISTRATIVA	und	1.0000	9,000.00	9,000.00	9,000.00	9,000.00	
0401010002	SC MOVILIZACION DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS	GLB	1.0000	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	
0401010003	SC AGUA PARA LA OBRA	m3	10.0000	36.00	360.00	360.00	360.00	
0401010004	SC PROCTOR MODIFICADO	und	4.0000	180.00	720.00	720.00	720.00	
0401010005	BAÑO PORTATIL INC. MANTENIMIENTO (ALQUILER)	und	2.0000	400.00	800.00	800.00	800.00	
0401010006	ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO	und	9.0000	80.00	720.00	720.00	720.00	
0401010007	FLETE TERRESTRE DE TACNA A OBRA	GLB	1.0000	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	
0401010008	SC INSTALACIONES SANITARIAS	und	1.0000	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	
0401010009	SC INSTALACIONES ELECTRICAS	und	1.0000	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	
0401010010	SC TRANSPORTE Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS	m3	1.2000	175.00	210.00	210.00	210.00	
					20,010.00	20,010.00		
					TOTAL	S/.	165,412.40	165,564.25
						S/.		165,564.25

Anexo 19

Resumen del presupuesto para construcción de celda transitoria

Hoja resumen

Obra	0702004	CONSTRUCCIÓN DE CELDA PARA RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CPM BOCA DEL RÍO DEL DISTRITO DE SAMA, PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA
Localización	230109	TACNA - TACNA - SAMA
Fecha Al	06/09/2021	

Presupuesto base

001	OBRAS PROVISIONALES Y SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA	16,083.82
002	ÁREA OPERATIVA (CELDA PARA RESIDUOS SOLIDOS)	77,827.51
003	VÍA DE ACCESO	45,755.82
004	EDIFICACIONES (MODULO ADMINISTRATIVO)	12,396.48
006	MITIGACIÓN AMBIENTAL	13,500.53
		(CD) S/.
		165,564.16
COSTO DIRECTO		165,564.16

Descompuesto del costo directo

MANO DE OBRA	S/.	23,953.93
MATERIALES	S/.	78,820.93
EQUIPOS	S/.	42,779.39
SUBCONTRATOS	S/.	20,010.00
Total descompuesto costo directo	S/.	165,564.25

Anexo 20

Vista de la disposición final de los residuos sólidos generados en el C.P. Boca del Río

**Anexo 21**

Recojo de las bolsas codificadas



Anexo 22

Pesaje de las muestras

**Anexo 23**

Disposición de las muestras en el cilindro para determinar la densidad posteriormente



Anexo 24

Homogenización de las muestras

**Anexo 25**

Selección de la muestra para determinar la humedad posteriormente

