

Minimizar los impactos de los residuos sólidos

Propuesta para minimizar los impactos de los residuos sólidos urbanos bajo un modelo de gestión integral sostenible en la ciudad de Chota

Proposal to minimize the impacts of solid urban waste under a sustainable integrated management model in the city of Chota

Carmen Rosa Cárdenas Rosales

Universidad Nacional de Trujillo, Av. Juan Pablo II s/n- Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú.

Carmen Rosa Cárdenas Rosales:carmencardenas0@gmail.com

5711 palabras, 1 tabla.

RESUMEN

El consumo genera residuos sólidos, siendo su disposición final un problema ambiental. La gestión integral sostenible de los residuos sólidos urbanos (GISRSU) bajo el “sistema residuo cero” busca que los productos sean concebidos para su reutilización, reciclaje y recuperación de materia. El objetivo de la presente investigación es la minimización de los impactos de la generación de residuos sólidos a través del sistema residuo cero como modelo sostenible para Chota. La muestra es representativa para la caracterización, utilizándose la metodología de Kunitoshi Sakurai-1982. Se recolecto datos (medición directa) durante cinco meses. Los materiales utilizados: cilindros, bolsas plásticas, mallas, balanza, etc. Los focos de infección en la ciudad (residuos sólidos) generan impactos negativos: muerte de peces en el río chotano; erosión de suelos; contaminación del aire; paisaje urbano desordenado y malos olores. Se ha determinado 142 muestras; generándose 10,662.85 kg/día/residuos (el 90% son aprovechables y el 10% no). La densidad y la humedad de los residuos sólidos alcanzan los 107.70 kg/m³ y 61.50% respectivamente. Minimizar los impactos de los residuos en Chota requiere un modelo de GISRSU cuyos lineamientos buscan: la prevención (generación y segregación en el origen), reutilización, reciclaje, valoración, tratamiento, disposición final, participación ciudadana y el fortalecimiento municipal.

Palabras clave: residuo sólido urbano; residuo cero; minimizar impactos; gestión integral sostenible.

ABSTRACT

Consumption generates solid waste, its final disposal being an environmental problem. The sustainable integral management of the urban solid waste (GISRSU) under the zero waste system seeks that the products are conceived for their reuse, recycling and recovery of matter. The objective of this research is the minimization of the impacts of the generation of solid waste through the zero waste system as a sustainable model for Chota. The sample is representative for the characterization, using the methodology of Kunitoshi Sakurai-1982. Data was collected (direct measurement) for five months. The materials used: cylinders, plastic bags, meshes, scale, etc. The foci of infection in the city (solid waste) generate negative impacts: death of fish in the Chotano River; soil erosion; air pollution; Messy urban landscape and bad smells. It has determined 142 samples; generating 10,662.85 kg / day / waste (90% are usable and 10% not). The density and humidity of solid waste reach 107.70 kg / m³ and 61.50% respectively.

Minimizar los impactos de los residuos sólidos

Minimizing the impacts of waste in Chota requires a model of GISRSU whose guidelines seek: prevention (generation and segregation at the source), reuse, recycling, assessment, treatment, final disposal, citizen participation and municipal strengthening.

Keywords: urban solid waste; Zero residue; Minimize impacts; Integral management.

1. INTRODUCCION

Según Glyn et al (1990) los residuos son todos los objetos, sustancias o elementos en estado sólido, que se abandona, bota o rechaza. Basura o residuo cero es un concepto de vida sustentable, basado en la reutilización de residuos que de otra manera serían almacenados y/o incinerados, contribuyendo así a la contaminación del ambiente. Significa avanzar hacia una economía circular en que todo residuo pueda ser transformado en materia prima desde un punto de vista que maximice la sostenibilidad.

La gestión integral sostenible de los residuos sólidos urbanos (GISRU) se conceptualiza bajo un modelo denominado “residuo cero” cuyo propósito es no centrarse únicamente en la fase de reciclaje de los materiales y la recuperación de materia orgánica, sino que los productos sean concebidos desde un inicio para poder ser recuperados, en vez de pensar solamente en su futura eliminación. (Gómez, 2010).

Es decir, comprende un conjunto de actividades interdependientes y complementarias entre sí, que conforman un proceso de acciones para la administración de un sistema que comprende, generación de residuos, manejo del lugar y almacenamiento, recolección, transferencia y transporte, procesamiento y recuperación, reciclado y la reutilización, tratamiento y disposición final, con el objeto de garantizar la reducción progresiva de la disposición final de residuo sólido urbano (RSU). (Cole, 2014). Este modelo de residuo cero considera al RSU como recurso o insumo de procesos productivos y no como basura o desecho, tal como se consideraba anteriormente. (González, 2014).

Actualmente, la generación de RSU tiene una triple repercusión medioambiental: contaminación, desperdicio de recursos y necesidad de espacios para su disposición final.

En el presente trabajo no se está considerando a los residuos por construcción por ser residuos generados por la construcción de infraestructuras y edificaciones, así como la

Minimizar los impactos de los residuos sólidos

demolición de inmuebles incluso pequeñas obras de reforma de viviendas y locales cuya gestión amerita una propuesta específica y detallada.

En países industrializados como Estados Unidos, Japón, Rusia, a pesar que tiene solo la cuarta parte de la población mundial, utilizan el 80% de los recursos naturales del planeta en las exigencias propias de su desarrollo tecnológico. Estos modelos de desarrollo exigen grandes cantidades de recursos y energía para transformar la materia, además de generar grandes desperdicios. De igual forma los estilos de vida se distinguen por el consumo indebido de productos y envases desechables, provocando desmesuradas cantidades de residuos contaminantes, se estima que en dichas naciones se producen alrededor de 2 kg/persona/día.

Siendo la problemática de los residuos sólidos uno de los mayores problemas ambientales de nuestro país, la gestión integral de los residuos ha adquirido importante prioridad en la agenda ambiental del país, no solo por la necesidad de proteger la salud de las personas y el cuidado del ambiente sino por la gran responsabilidad que todos debemos tener para prevenir y mitigar los efectos del calentamiento global.

El ámbito de la GISRS domésticos, comerciales y semejantes corresponde al Gobierno Municipal Provincial o Distrital (en todo el ámbito de su jurisdicción) por ser la autoridad competente.

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) para el año 2015; 1,245 Municipalidades han recogido menos de 3 toneladas métricas/día, 237 municipios han recogido entre los 3 -9 toneladas/día y 96 no han realizado ningún recojo.

De acuerdo a los resultados obtenidos de la Encuesta Nacional de la Evaluación Regional de los Servicios de Manejo de Residuos 2013, se ha encontrado que para dicho año el medio urbano representaba el 69% de la población, generándose como residuo domiciliario un promedio de 0.619 kg/per/día.

El total de residuos de origen municipal, sin incluir residuos de construcción, expresado en función de la población, alcanza para el país un promedio de 0.711 kg/per/día, lo que significa una generación de 12 986,23 toneladas diarias de residuos sólidos del ámbito municipal urbano a nivel nacional. La composición de los residuos expresa una preponderancia de la materia orgánica putrescible con un 47% en peso, mientras que los materiales altamente reciclables como el plástico 9.5%, los residuos peligrosos alcanzan el 6.4% y otros residuos alcanzan el 37.10% (metales, textiles,

Minimizar los impactos de los residuos sólidos

cueros, cauchos y maderas) en peso. La cobertura de los servicios es aún baja, del 100% de residuos sólidos municipales generados se dispone en rellenos sanitarios el 19.7%, en botaderos controlados el 46%, se recicla el 14,7% y se vierte al ambiente el 19,6%.

El reciclaje alcanza al 14,7% de los residuos sólidos generados en el ámbito municipal (1 908,98 toneladas diarias), este reciclaje se desarrolla a nivel domiciliario, durante la recolección y en la disposición final. El principal rubro del reciclaje lo constituye el uso de materia orgánica para la crianza clandestina de cerdos.

Finalmente el 19,6% que corresponden a 2 545,30 toneladas diarias de residuos sólidos son eliminados al ambiente, siendo los ríos y playas los principales receptores.

En la ciudad de Chota no se aplica el modelo de residuo cero en la gestión de los RSU a pesar de su importancia; según el INEI para el año 2014 en la Región Cajamarca 125 Municipalidades han informado sobre el destino final de los residuos sólidos recolectados: 32 lo hacen en rellenos sanitarios, 102 en botaderos, 3 vierten en ríos, 27 reciclan y 34 queman la basura al aire libre. Sobre la frecuencia de recojo (de la basura) señala que 48 Municipalidades lo hacen diariamente, 32 lo hacen interdiario, 31 dos veces por semana y 14 recogen una vez por semana la basura.

En Chota actualmente el proceso técnico-operativo de los RSU así como la cobertura y calidad del servicio es deficiente, siendo la entidad encargada la Municipalidad Provincial. Agudizándose las deficiencias por la arraigada costumbre de la población de arrojar residuos en la vía pública a cualquier hora del día, falta de equipos adecuados para el transporte oportuno, herramientas de barrido gastado o sencillamente por falta de educación pública sanitaria y vigilancia. El personal que realiza el recojo no reúne las condiciones (equipamiento) ni cuenta con los implementos mínimos de seguridad para realizar dicha actividad, estando expuestos permanentemente al peligro de contraer enfermedades.

Los recorridos del camión compactador y los 2 volquetes para el recojo de los RSU se hace sin ningún criterio técnico porque en algunos tramos recorren más de dos veces por la misma calle (casi simultáneamente), además no existe un horario establecido de recojo y a la falta de autoridad de la entidad edilicia empeora la situación.

Sobre las tarifas por concepto de limpieza pública no está regido por criterios de eficiencia económica, neutralidad, retribución, suficiencia financiera y transparencia porque el gobierno local subsidia en su totalidad el servicio.

Minimizar los impactos de los residuos sólidos

Según proyecciones del INEI la población urbana en Chota para el año 2015 alcanzó los 19,273 habitantes (representaba el 20.14% de la población), generándose como residuo domiciliario en promedio de 0.5 kilogramos/persona/día y 2.5 kg/per/día/familia generándose un total de 16 toneladas en promedio por día en toda la ciudad. La composición de los residuos expresa una preponderancia de la materia orgánica con un 54,5% en peso, mientras que los materiales altamente reciclables como el papel, cartón, plásticos, metales, textiles, cueros, cauchos y maderas representan el 20,3% y el resto de materiales no reciclables constituyen el 25,2% en peso. La cobertura de los servicios es aún baja, del 100% de residuos sólidos municipales generados se dispone en un botadero a cielo abierto que funciona desde el año 2008 hasta la fecha, se encuentra ubicado en la Comunidad Campesina de Colpahucaris a unos 5 minutos de la ciudad de Chota convirtiéndose en un lugar infecto- contagioso para la población aledaña, además de no tener un manejo adecuado y por ende poco factible para su uso futuro. El reciclaje que se desarrolla a nivel domiciliario es casi nulo.

Los residuos son aquellas materias generadas en las actividades de producción y consumo que no han alcanzado, en el contexto en que se producen, ningún valor, ya sea por la falta de tecnología adecuada para su aprovechamiento o por la inexistencia de un mercado que absorba los productos recuperados (Seonez, 2000).

Este problema se agudiza en el Perú principalmente en ciudades de la sierra porque el manejo inadecuado de los residuos sólidos tiene una estrecha relación con la pobreza, enfermedades y contaminación ambiental.

El objetivo de la presente investigación es la minimización de los impactos de la generación de residuos sólidos urbanos a través del sistema residuo cero como modelo sostenible para la ciudad de Chota.

2. MATERIALES Y METODO

2.1. Materiales

Entre los materiales utilizados destacan: balanza digital, bolsas plásticas de 10 kg, cilindro 220 litros, mallas para tamizar, escobas, tableros, carretillas, palanas, guantes, calculadora, papel bond, lapiceros, entre otros.

2.2. Procedimientos

Minimizar los impactos de los residuos sólidos

a) Área de estudio

La investigación se llevará a cabo en la ciudad de Chota, ubicada en la meseta de Acunta sobre los 2,380 msnm entre los 6°33'39" Latitud Sur y 78°38'57" Longitud Oeste, políticamente pertenece al distrito y provincia de Chota de la Región Cajamarca.

b) Población y muestra

La población objeto del presente estudio está conformada por la población urbana de la ciudad de Chota que alcanza los 19,500 habitantes (INEI 2015).

La muestra es representativa para el trabajo de caracterización y el proceso de validación de los datos obtenidos. Para ello se utilizara la metodología de Kunitoshi Sakurai (1982) de la Organización Panamericana de la Salud-CEPIS

c) Instrumentos

La técnica de recolección de datos para caracterizar a los residuos sólidos se llevó a cabo a través de los instrumentos de investigación siguientes:

- Medición directa, para caracterizar los residuos sólidos se realizará durante un período aproximado de cinco (05) meses:
- Recopilación documental, información obtenida de otras investigaciones que nos permitirá resolver el problema desde el marco teórico y conceptual de nuestra investigación.

2.3. Métodos

El método y la tecnología utilizada en la presente investigación es la de Kunitoshi Sakurai-CEPIS (1992) cuyo proceso consiste en:

- a) Zonificación del área de estudio, se buscó delimitar áreas con características similares en zonas urbanas para diferenciar de acuerdo con las unidades de procedencia (residencial, comercial, industrial, etc.)
- b) Identificar la población actual, según información del Instituto Nacional de Estadística (2015) la población de la ciudad de Chota alcanza los 19,500 habitantes (INEI 2016). Además, se coordinó con la Subgerencia de Desarrollo Urbano y Catastro de la Municipalidad Provincial de Chota para la zonificación de la ciudad por uso de suelos y por estratos.
- c) Determinar la muestra: Es la cantidad de muestras por zonas representativas según la fórmula siguiente:

$$n = \frac{Z^2_{1-\alpha/2} N \sigma^2}{\quad} \quad (1)$$

Minimizar los impactos de los residuos sólidos

$$(N-1) E^2 + Z^2_{1-\alpha/2} \sigma^2$$

Dónde:

n = Tamaño de la muestra (es necesario incrementar un 10% por pérdida de muestras)

N = Tamaño de la población (número total de viviendas)

σ^2 = Varianza de la población (0.04gr/hab/día)

$Z^2_{1-\alpha/2}$ = Coeficiente de confianza (1.96 con un grado de confianza del 95%)

E = Error permisible en la estimación de la producción per cápita

- d) Distribución de la muestra: La distribución total de la muestra se realizó según la zonificación de áreas de forma aleatoria simple.
- e) Se determinó el punto de muestreo: A cada muestra se le asignó una manzana y a un poblador que está comprometido con la realización de la presente investigación.
- f) Capacitó a la población a muestrear: Se dio instrucciones a toda la población de los puntos de muestreo seleccionados. La capacitación estará dirigida hacia como clasificar (orgánicos, reciclables, inorgánicos) y almacenar los residuos (bolsas negras).
- g) Toma de muestras: Antes de recolectar la muestra fue necesario conocer de los puntos de muestreo la información general sobre los usuarios (productores de residuos), su percepción y propuestas al servicio de aseo, y las formas de almacenamiento y recolección de sus residuos sólidos. Una vez que se hayan recolectado los residuos clasificados de cada área, éstos serán pesados (excluyendo el peso del recipiente que los contenga) y registrados diariamente durante los días que dure el muestreo.
- h) Determinó la producción per cápita y la generación total diaria de residuos sólidos: Los kilogramos diarios de producción de residuos sólidos se obtuvo para cada vivienda seleccionada y por habitante (se elimina el primer día de muestreo y el residuo recolectado sin considerar los datos para el análisis)

Producción per cápita diaria= $\frac{\text{Peso total de residuos (Viv.)}}{\text{N}^\circ \text{ total de personas (Muestreo)}}$ kg/hab/día.....(2)

Nº total de personas (Muestreo)

Minimizar los impactos de los residuos sólidos

Para determinar la generación total diaria se multiplica la producción per cápita por el número total de habitantes de la ciudad.

Se entregaron bolsas de 10 kg de capacidad a las viviendas seleccionadas para que acopien los residuos generados durante 1 día; luego estas bolsas serán recolectadas, pesadas y almacenadas.

i) Determinar la densidad (Peso Específico): Se refiere al peso de un material por unidad de volumen. Para encontrar el volumen fue necesario; aforar un recipiente cilíndrico, seleccionar una muestra por área del material clasificado, registrar en un formato la selección, introducir el material en el recipiente hasta el borde, levantar varias veces el recipiente a unos pocos centímetros del suelo, registrar en un formato el volumen no compactado de los residuos y aplicar la fórmula de la densidad:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Peso (kg)}}{\text{Volumen (m}^3\text{)}} \quad (3)$$

$$\text{Volumen (m}^3\text{)}$$

$$V = (\pi/4) * (D^2) * (H) \quad (4)$$

Donde:

V = Volumen de los residuos

π = Constante (3.1416)

D = Diámetro del recipiente

H = Altura ocupada por el residuo en el recipiente

Los valores de masa y volumen de residuos sólidos son datos importantes para seleccionar y definir actividades de manejo.

j) Determinar la composición física de los residuos: Con las muestras seleccionadas se separaron y clasificaron los componentes de acuerdo a las categorías típicas de los residuos que se utilizaron para los estudios de caracterización. Se utilizó la muestra de un día, se colocó los residuos en una zona pavimentada y sobre un plástico.

Se rompieron las bolsas y se vertió el desecho formando un montón. Con la finalidad de homogenizar la muestra, se trozan los residuos más voluminosos hasta

Minimizar los impactos de los residuos sólidos

conseguir un tamaño que resulte manipulable (de 15 cm a menos). El montón se divide utilizando el método de cuarteo y se escogen las dos partes opuestas.

Se separan los componentes del último monto y se clasifican en: papel y cartón, madera y follaje, restos de alimentos, plásticos, metales, vidrio, otros (caucho, cuero, tierra, etc.).

Los componentes se van clasificando en recipientes pequeños luego se pesan en una balanza de 10 kg, deben primero pesarse los recipientes vacíos antes de empezar la clasificación.

$$\text{Porcentaje (\%)} = \frac{P_i}{W_t} \times 10 \quad (5)$$

Wt

Donde:

Pi = Peso de cada componente

Wt = Peso total de los residuos recolectados en un día

Repetir el procedimiento durante los siete días que dura el muestreo de los residuos, tener en cuenta que los ocho días iniciales que dura el muestreo, se eliminó la muestra del primer día.

Para determinar el porcentaje promedio de cada componente, se efectúa un promedio simple, es decir sumando los porcentajes de todos los días de cada componente y dividiéndolo entre los siete días de la semana.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados y discussion

a) Muestra y Población

- Viviendas

La muestra es la cantidad de viviendas por zonas representativas se determinó a través de la fórmula siguiente:

$$n = \frac{Z^2_{1-\alpha/2} N \sigma^2}{(N-1) E^2 + Z^2_{1-\alpha/2} \sigma^2} \quad (6)$$

Minimizar los impactos de los residuos sólidos

Ciudad de Chota:

n= muestra de las viviendas

N= 4,912 viviendas

Z= 1.96

σ = 0.25 kg/hab/día

E= 0.081 kg/hab/día

$$n = \frac{(1.96)^2 (4912)(0.25)^2}{(4912-1)(0.06)^2 + (1.96)^2 (0.25)^2} = 1179.37/18.5139 = 63.70 \text{ viviendas}$$

15%ⁿ⁺ = 73 viviendas

Se considera adicionar una muestra de contingencia de 9 viviendas, siendo la muestra total equivalente a 73 viviendas. La distribución de las muestras, se realizó de manera dispersa.

- Establecimientos comerciales y de servicios

El total de establecimientos comerciales y de servicios proporcionados por la Gerencia de Desarrollo Económico de la Municipalidad Provincial de Chota (abril del 2017) alcanzan los 576, a partir de dicho universo se obtiene la muestra a través de la fórmula siguiente:

$$n = \frac{Z^2_{1-\alpha/2} N \sigma^2}{(N-1) E^2 + Z^2_{1-\alpha/2} \sigma^2} \quad (7)$$

Ciudad de Chota:

n= muestra de los establecimientos

N= 576 establecimientos

Z= 1.96

σ = 0.25 kg/hab/día

E= 0.081 kg/hab/día

$$n = \frac{(1.96)^2 (576)(0.25)^2}{(576-1)(0.06)^2 + (1.96)^2 (0.25)^2} = 136.1367/2.2777 = 59.7693 \text{ establecimientos}$$

Minimizar los impactos de los residuos sólidos

$$(576-1)(0.06)^2 + (1.96)^2 (0.25)^2$$

15%ⁿ⁺ = 69 establecimientos

Se considera adicionar una muestra de contingencia de 9 establecimientos, siendo la muestra total equivalente a 69. La distribución de las muestras, se realizó de manera aleatoria y dispersa.

b) Recolección de las muestras en las viviendas

Como la generación de los residuos sólidos es parte de la segregación en la fuente de los mismos; y para conocer sus características se entregaron bolsas plásticas negras de 10 kg a cada unidad muestral (para que depositen sus residuos) siendo recogidas al día siguiente y trasladadas al centro de acopio para el pesado y segregación respectiva.

Las muestras fueron tomadas por espacio de 8 días a partir del 23 al 30 de abril del presente año.

Se tomaron muestras de cada vivienda por espacio de ocho días, las mismas que fueron pesadas de acuerdo a su código de identificación.

Para el cálculo de la generación per cápita de residuos tanto para cada vivienda como para el distrito de Chota no se han tomado en cuenta las muestras registradas en el día cero porque se desconocía el tiempo de los residuos (almacenamiento). La fórmula utilizada es la siguiente:

$$\text{Generación per cápita} = \frac{\text{Suma kg recolectados}}{\text{N}^\circ \text{ Habitantes Viv.} * 7} \quad (8)$$

$$\text{N}^\circ \text{ Habitantes Viv.} * 7$$

Obteniéndose para la ciudad de Chota una generación de residuos:

- Per cápita promedio de 0.315 kg/hab/día.
- Proyección total de residuos domiciliarios/día:
Población 2017: 20,026 habitantes*(0,315 kg/hab./día) → 6,308.19 kg residuos domiciliarios/día.

Generación Total Domiciliario → 6.308 toneladas/población/día

c) Recolección de muestras en los establecimientos comerciales

Para los establecimientos comerciales se han tomado ocho días de muestras a partir del 07 al 14 de mayo del año 2017.

Minimizar los impactos de los residuos sólidos

El número de muestras por rubro o giro de negocio se han determinado en función al porcentaje de participación del total de establecimientos comerciales en la ciudad de Chota, tal como se detalle en el Anexo N° 02.

Obteniéndose para la ciudad de Chota una generación de residuos total por establecimientos comerciales de 2,568.96 kg/día; es decir alcanza las 2,568.96 Tonelada/día.

El total de residuos sólidos que se genera en la ciudad de Chota por día (tanto por viviendas como por establecimientos comerciales) alcanzan las 8.876 toneladas/día.

d) Generación de residuos sólidos por barrido de calles

Las muestras fueron tomadas entre los días 05 al 10 de junio del año 2017 teniendo como base las calles comerciales. La generación de residuos se determinó por turno de barrido, para calcular el total de residuos/día se multiplicó por el número de turnos de barrido:

N° trabajadores: 42

N° rutas/trabajador: 2

GRSBC = kg peso recolectado (9)

N° trabajador efectivo por ruta

GRSBC = 25.85 kg/turno/trabajador

GBC = GRSBC x total de rutas/trabajador

GBC = 42.517 kg/ día/trabajador

GBCT = 1,785.70 kg/día

El promedio de recojo por día de cada trabajador alcanza los 42.52 kg., considerando los 42 que laboran se obtiene un total por barrido de calles en la ciudad de Chota de 1,785.70 kg/día de residuos.

e) Generación total de residuos

Según la Tabla N° 01 en la ciudad de Chota por día la generación de residuos sólidos alcanza un total de 10,662.85 kg/día (10.66 toneladas/día); de los el 59.16% corresponden a viviendas, el 24.09% a establecimientos comerciales y el 16.31% por barrido de calles.

Minimizar los impactos de los residuos sólidos

Tabla N° 01: Generación Total Residuos Sólidos en la Ciudad de Chota

Rubro	Generación (kg/día)	Porcentaje (%)
Viviendas	6308,19	59,16
Establecimientos comerciales	2568,96	24,09
Barrido de calles	1785,70	16,31
Total	10662,85	100,00

f) Composición física de los residuos sólidos en la ciudad de Chota

La composición física promedio de los residuos sólidos corresponden a: materia orgánica (57.87%) seguida de bolsas plásticas (7.73%), residuos sanitarios (baños) (7.17%) papel (5.17%), plásticos (4.40%), cartón multilaminado de leche y frugos (3.94%), cartón (2.76%), madera (2.31%) entre otros (8.65%).

Agrupando a los residuos según su capacidad de aprovechamiento se obtiene que, el 93.98% de los residuos son aprovechables (de los cuales el 60.18% serían a través del compost y el 33.71% a través del reciclaje) y el 6.11% son residuos no aprovechables que irán al relleno sanitario para su disposición final.

g) Densidad promedio de los residuos sólidos en la ciudad de Chota

La densidad promedio entre las viviendas y establecimientos comerciales obtenidos entre el 22/08/2017 al 28/08/2017 alcanza el 107.70 kg/m³.

h) Humedad de los residuos sólidos en la ciudad de Chota

El promedio del contenido de humedad de los residuos sólidos para la ciudad de Chota alcanza el 61.50%.

3.2. Propuesta para minimizar los impactos de los residuos sólidos urbanos en chota

3.2.1. Generación y segregación en la fuente

El objetivo fundamental en esta etapa es la minimización de los residuos sólidos.

La Municipalidad Provincial de Chota establecerá las acciones siguientes:

- Establecer ordenanzas para la segregación y promoción de la misma en las viviendas, establecimientos comerciales, instituciones educativas y organizaciones vecinales.
- Programa de concientización ciudadana sobre la importancia de segregación de los residuos sólidos en la fuente a través campañas de educación ambiental en instituciones educativas y organizaciones vecinales.

Minimizar los impactos de los residuos sólidos

- Implementar un plan municipal de minimización y reaprovechamiento de residuos.

3.2.2. Recolección y transporte de RSU

Para el servicio recolección, almacenamiento y transporte de los residuos sólidos urbanos la Municipalidad Provincial de Chota deberá implementar:

- Programa de recolección selectiva en masa más separación en área de aportación, entregándose bolsas plásticas de 10 kg de colores diferentes para la segregación en los domicilios: marrón (residuos orgánicos), blanco (plástico), amarillo (metales), azul (papel y cartón).
- Programa de formalización de segregadores o recicladores informales e incorporarlos en el sistema de recolección, asignándoles áreas de la ciudad para brindar sus servicios.
- Programa de capacitación para los trabajadores de limpieza pública sobre residuos y su tratamiento.
- Programación de rutas de recolección y disposición final considerando: frecuencia y turnos de recolección (todos los días y en dos turnos); densidad de la población; índice per cápita de producción de basura; equipo de recolección disponible; densidad de la basura de los compactadores (02) y volquete (01); número de viajes factibles de los compactadores (02) y volquete (01) y; jornada de trabajo.
- Programa de operación y equipamiento que comprende:
 - Recipientes en un total 62; de los cuales 31 son papeleras, 21 contenedores y 10 cilindros.
 - Equipamiento de barrido; comprende 44 a coches de barrido, 24 conos de seguridad, 80 escobas de baja policía, 80 recogedores metálicos, 45 palas cucharas, 35 rastrillos
 - La frecuencia del servicio de barrido debe realizarse los siete días de la semana y con turnos de mañana y noche.
 - Implementos para cada personal que comprende un kit de aseo (polos, camisaco, pantalón, guantes, gorros, zapatillas, botas y tapaboca).
 - La maquinaria para recojo y traslado directo de los residuos al relleno sanitario comprende: 02 compactadoras de 15 m³ cada una, 02 volquetes de baranda de 10 m³ cada uno.
 - Personal capacitado, 75 obreros.
- Programa de limpieza pública que comprende:

Minimizar los impactos de los residuos sólidos

- El almacenamiento de los residuos sólidos utilizando 35 papeleras de polietileno de alta resistencia, 25 contenedor rodante para limpieza 250 litros y 15 cilindros de 200 litros.
- Barrido de espacios públicos a través de 40 cuadrillas de dos obreros cada uno.
- Se debe realizar campañas de sensibilización para que la población no bote residuos sólidos en la vía pública.

3.2.3. Tratamiento y valoración de RSU

El tratamiento de los desechos y desperdicios permitirán volver a integrarlos a un ciclo natural, industrial o comercial y con ello la valorización de los residuos.

a) Reutilización y reciclaje

Se propone dos formas de lograr alto valor de recuperación de los residuos, estos son: educación con residuos y arte con residuos porque el material reaprovechable no retribuye su mayor valor por peso unitario, sino por el medio que representa para conseguir una tarea educativa o un acto de creación artística.

Se establece las siguientes acciones a desarrollar por parte del gobierno local:

- Programa de sistematización del reciclaje que implique elaboración de una Guía Integrada de Residuos Urbanos resaltando la importancia de la prevención o reducción (incluida la reutilización), la segregación interna y la recolección selectiva de los residuos sólidos urbanos.
- La Municipalidad Provincial de Chota debe dirigir el proceso de segregación, haciendo uso de su facultad y potestad para trabajar con los recicladores.
- La Municipalidad Provincial de Chota debe ofertar a la empresa privada residuos para ser comercializados.
- Programa de formación de microempresas que se dediquen al reciclaje de materiales segregados y así obtener beneficios conjuntos.

b) Procesos de conversión biológica: compostaje

- Implementar un programa municipal de compostaje en ecosilos en las viviendas.

El sistema debe constar de 2 ecosilos para alternar el uso. El primero se usa para el llenado, durante aproximadamente 6 meses. En el segundo se termina el proceso de compostaje.

- Implementar un programa de compostaje en terrenos municipales.

Minimizar los impactos de los residuos sólidos

La materia orgánica proveniente de los desechos domiciliarios y de mercados, puede ser aprovechada para la elaboración de compost en la Comunidad Campesina de Shahuidopampa.

3.2.4. Disposición final de RSU

La disposición final consiste en los procesos u operaciones que se realizan para tratar o disponer en un determinado lugar los residuos sólidos, como última etapa de su manejo, en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura.

Relleno sanitario

En el modelo de GISRSU para la ciudad de Chota, el tratamiento y disposición final de los residuos sólidos que no se pudo valorizar considera como opción la construcción de un relleno sanitario mecanizado en la Comunidad Campesina de Rambran.

Este relleno sanitario permitirá que la disposición final de los residuos sólidos domésticos (generados en la ciudad de Chota) se dispongan en el suelo, en condiciones controladas, minimizando los efectos adversos sobre medio ambiente y el riesgo para la salud de la población.

4. CONCLUSIONES

Actualmente existe una inadecuada gestión de los residuos sólidos de la ciudad de Chota, la misma que se ha visto agravada por el crecimiento poblacional, así como la limitada articulación entre la Municipalidad Provincial de Chota y las instituciones involucradas.

La capacidad operativa para la recolección, transporte, equipamiento, almacenamiento y barrido de calles es limitado e inadecuado.

El servicio de recolección actualmente no se brinda a todas las viviendas debido a la limitada capacidad operativa, inaccesibilidad de algunas calles y por no estar establecida las rutas de recolección.

El ciclo del actual sistema de gestión de residuos sólidos en la ciudad de Chota sólo consta de tres etapas: almacenamiento, recolección y disposición final.

Para la ciudad de Chota se genera un promedio percapita/ persona de 0.315 kg/hab/día de residuos sólidos.

En la ciudad de Chota se han identificado cinco grandes focos infecciosos; el primero ubicado en parques y vías urbanas, el segundo en las inmediaciones del Ministerio de Agricultura, el tercero a lo largo del río colpamayo (tramo este y norte), el cuarto

Minimizar los impactos de los residuos sólidos

alrededor del mercado central, el quinto cerca al botadero colpahuacaris y el quinto alrededor del camal municipal.

En la ciudad de Chota se generan 10,662.85 kilogramos de residuos sólidos/día; de los cuales 6,308.19 kilogramos corresponden a las viviendas; 2,568.96 kilogramos a los establecimientos comerciales y 1,785.70 kilogramos por barrido de calles.

La composición física promedio de los residuos sólidos municipales en la ciudad de Chota alcanzan el 57.87% a materia orgánica, el 7.73% a bolsas plásticas, el 7.17% a residuos sanitarios, el 5.17% a papel, el 4.40% a productos de plástico, el 3.94% a cartón multilaminado de leche jugos, el 2.92% residuos inertes (lapiceros, baldosas, etc.), el 2.76% a cartón, el 2.31% a madera, el 1.55% a vidrio, el 1.44% a telas y textiles, el 1.00% a tecnopor y similares, el 0.63% a caucho, cuero y jebe, el 0.53% a metal, el 0.35% a otros (pilas, baterías, etc.) y el 0.24% a restos de medicinas y focos.

Los residuos aprovechables alcanzan un 90% y el 10% restante corresponden a recursos no aprovechables cuyo destino final sería el relleno sanitario.

La densidad promedio de los residuos sólidos municipales en la ciudad de Chota alcanza los 107.70 kg/m³.

El promedio del contenido de humedad de los residuos sólidos para la ciudad de Chota alcanza el 61.50%.

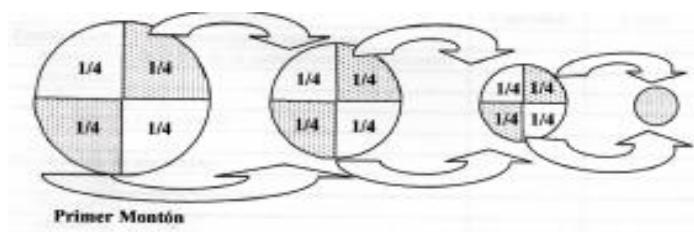
La propuesta para minimizar los impactos de los RSU en la ciudad de Chota está basada en las políticas de prevención, gestión técnica- operativa, además de la educación y concientización pública, y la evaluación y retroalimentación de los procesos.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cole Christine. 2014. Towerds a Zero Waste Strategy for an English Local Authority. 210:190-198 pages.
- Gómez, Roberto Daniel. 2010. Industrialización de Residuos Sólidos urbanos: Industria de Industrias
- González, Gisela Laura.2014. Residuos Sólidos Urbanos: Tratamiento y Disposición Final - Situación Actual y Alternativas Futuras.63:60-63 páginas.
- Glyn y Heinke.1999. Ingeniería Ambiental; Residuos Sólidos. Ed. por Pablo Roig. 2 ed. México. Prentice Hall. 586 p.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. INEI. 2014. Anuario de Estadísticas Ambientales 2015. 639 páginas.
- Seonez Calvo Mariano. 2000. Tratado de reciclado y recuperación de los productos de los residuos. 604 páginas.

6. ANEXOS

Anexo N° 01: Método del Cuarteo



Anexo N° 02: Población y Muestra de Establecimientos Comerciales

Rubro	Establecimiento		Muestra	Producción
	Cantidad	Per cápita	N°	Total
Hoteles	39	4,46	3	173,94
Restaurant	54		6	240,84
Grifos	9	0,55	1	40,14
Centros Nocturnos	5	1,58	1	22,3
Empresas de Transportes	34	0,78	4	151,64
Consultorio Dental	8	1,27	1	35,68
Academias Preuniversitarias	11	1,13	1	49,06
Talleres de Mecánica	18		2	80,28
Servicio de Enllante	5		1	22,3
Lavadero	14		2	62,44
Clínicas de Salud	8		1	35,68
Carpinterías	18		2	80,28
Farmacias y Boticas	37	1,07	4	165,02
Agroveterinarias	25	1,6	3	111,5
Tiendas Naturistas	12		2	53,52
Recicladoras	2		0	8,92
Tienda de Moto repuestos	1		0	4,46
Tienda de Abarrotes	232	1,13	28	1034,72
Ferreterías	25		3	111,5
Zapaterías	24		3	107,04
Venta de Gas	6	0,22	1	26,76
Total	576		69	2568,96

Minimizar los impactos de los residuos sólidos

Anexo N° 03: Generación de Residuos Sólidos por Barrido de Calles

Nombre de la vía	Generación de residuos sólidos						Generación per cápita kg/turno
	05/05/2017	06/05/2017	07/05/2017	08/05/2017	09/05/2017	10/05/2017	
	kg	Kg	kg	kg	kg	kg	kg/turno
Av. Anaximandro Vega	15,41	15,85	16,98	18,79	15,55	19,85	17,07
Jr. Coronel Becerra	25,85	25,85	23,65	21,07	24,85	24,69	24,33
Av. 30 de Agosto	25,24	22,78	23,42	22,65	23,64	25,82	23,93
Av. Inca Garcilaso de la Vega	14,57	26,57	13,59	23,18	18,69	21,66	19,71
Generación per cápita barredor/turno							21,26
Generación per cápita barredor/día							42,52

Anexo N° 04: Composición Promedio de Residuos Sólidos de la Ciudad de Chota

Residuos	Viviendas	Establecimientos	Promedio
	%	Comerciales %	(%)
Materia Orgánica	63,41	52,32	57,87
Madera	3,20	1,41	2,31
Papel	3,30	7,04	5,17
Cartón	2,89	2,63	2,76
Vidrio	2,91	0,19	1,55
Plástico	2,42	6,37	4,40
Bolsas	5,38	10,07	7,73
Cartón Multilaminado de Leche o Jugos	1,03	6,86	3,94
Tecnoport y similares	0,45	1,55	1,00
Metal	1,00	0,05	0,53
Telas, textiles	1,29	1,59	1,44
Caucho, cuero, jebe	1,06	0,20	0,63
Restos de medicinas, focos,etc	0,11	0,38	0,24
Residuos sanitarios(Baños)	5,88	8,46	7,17
Residuos Inertes (Baldosas, boligrafos,etc)	5,34	0,50	2,92

Minimizar los impactos de los residuos sólidos

Otros(Pilas, baterias,etc)	0,33	0,38	0,35
Total	100,00	100,00	100,00

Anexo N° 05: Densidad Promedio de los Residuos Sólidos Urbanos, Ciudad de Chota

Concepto	22/08/20	23/08/20	24/08/20	25/08/20	26/08/20	27/08/20	28/08/20	Promedio (%)
Recipiente	62	71	25	18	32	6	43	
Peso suelo húmedo+ recipiente	285,36	462,35	362,35	425,36	195,36	323,35	262,35	
Peso suelo seco+ recipiente	188,95	298,91	237,87	279,89	134,1	200,54	168	
Peso del agua	96,41	163,44	124,48	145,47	61,26	122,81	94,35	
Peso del recipiente	28,58	22,36	24,69	25,69	32,36	25,69	23,35	
Peso suelo seco	160,37	276,55	213,18	254,2	101,74	174,85	144,65	
Porcentaje de humedad	60,12	59,1	58,39	57,23	60,21	70,24	65,23	61,50