



**Universidad
Continental**

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de
Ingeniería Industrial

Trabajo de Investigación

**Gestión integral de residuos sólidos en
el distrito de Huancayo con enfoque
sistémico**

Edwin Ayme Bustamante

Huancayo, 2018

Para optar el Grado Académico de
Bachiller en Ingeniería Industrial



Repositorio Institucional Continental
Trabajo de investigación



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

DEDICATORIA

A mi familia porque cada día se esfuerzan mucho para vencer adversidades de la vida.

AGRADECIMIENTOS

A todas las personas que apoyaron a este trabajo de investigación
impartiendo sus conocimientos y experiencias.

INDICE

| | |
|--|----|
| DEDICATORIA..... | i |
| AGRADECIMIENTOS | ii |
| RESUMEN | vi |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO | 2 |
| 1.1. Planteamiento del Problema | 2 |
| 1.2. Formulación del Problema | 3 |
| 1.2.1. Problema General..... | 3 |
| 1.2.2. Problemas Específicos | 4 |
| 1.3. Objetivos | 4 |
| 1.3.1. Objetivo General..... | 4 |
| 1.3.2. Objetivos específicos | 4 |
| 1.4. Justificación e Importancia..... | 5 |
| 1.5. Hipótesis y Descripción de la Variable..... | 9 |
| 1.5.1. Hipótesis | 9 |
| 1.5.2. Descripción de la Variable | 10 |
| CAPITULO II | 11 |
| MARCO TEÓRICO..... | 11 |
| 2.1. Antecedentes del Problema..... | 11 |
| 2.1.1. Antecedentes Nacionales | 11 |
| 2.1.2. Antecedentes Internacionales..... | 12 |
| 2.2. Bases Teóricas | 14 |
| 2.2.1. Metodología Sistémica..... | 15 |
| 2.2.2. Definición de Términos Básicos..... | 17 |
| CAPITULO III | 19 |
| METODOLOGÍA..... | 19 |
| 3.1. Métodos y alcance de la investigación | 19 |
| 3.1.1. Método | 19 |
| 3.1.2. Nivel | 19 |
| 3.1.3. Tipo | 19 |
| 3.2. Diseño de la investigación | 19 |

| | |
|---|----|
| 3.3. Población y muestra | 19 |
| 3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos..... | 20 |
| 3.5. Técnicas de procesamiento de datos | 20 |
| CAPITULO IV | 21 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 21 |
| 4.1. Resultados..... | 21 |
| 4.1.1. Modelo dinámico..... | 21 |
| CONCLUSIONES..... | 27 |
| Bibliografía | 29 |
| ANEXOS | 30 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Familia de recolectores | 6 |
| Figura 2: Contenedor receptor en el Parque Grau-San Antonio | 8 |
| Figura 3: Río Shullcas- Puente Carrión..... | 9 |
| Figura 4: Imágenes Básicas de la Estructura (a) y del comportamiento (b) de un sistema. | 15 |
| Figura 5: Mapa Dinámico Forrester del modelo propuesto | 21 |
| Figura 6: Uso del relleno con sensibilización comparado con el crecimiento de la población | 25 |
| Figura 7: Uso del relleno sin sensibilización comparado al crecimiento de la población | 26 |
| Figura 8: Río shullcas- la rivera..... | 30 |
| Figura 9: Puente Carrión | 30 |
| Figura 10: Desmonte en la rivera del río shullcas | 31 |
| Figura 11: Camión recolector | 31 |
| Figura 12: Recolectores informales en Huancayo..... | 32 |
| Figura 13: Contenedor recolector expuestos a riesgos de salud | 32 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|---|
| Tabla 1: “Generación de residuos sólidos domiciliarios del distrito de Huancayo” | 3 |
| Tabla 2: Composición física de los residuos sólidos domiciliarios | 6 |

RESUMEN

El enfoque sistémico utilizado para la simulación de los residuos sólidos permitirá tomar decisiones en el presente para así reducir el porcentaje de materia orgánica e inorgánica, la disposición de botaderos en el distrito de Huancayo aún tiene dificultades para su almacenamiento ya que la cantidad que genera la población de residuos sólidos es mayor con relación a su capacidad.

El objetivo general de este trabajo de investigación es determinar la dinámica de la gestión de disposición de residuos sólidos en el distrito de metropolitano de Huancayo mediante un enfoque sistémico. Los objetivos específicos son: (a) determinar la tendencia de producción de residuos sólidos en el distrito de Huancayo. (b) determinar la influencia de la segregación en la fuente de los residuos en la vida útil del relleno sanitario.

(c) determinar la influencia del compostaje en la generación de lixiviados líquidos en el relleno sanitario. Para realizar el trabajo de investigación se realizó visitas de campo a los botaderos y depósitos de residuos sólidos del distrito así mismo se evidenció con fotografías. Se utilizaron informes del ministerio del ambiente y el plan integral de gestión de residuos sólidos del distrito de Huancayo 2016. Para el modelamiento se utilizó en software stella 9.0.2. Los resultados demuestran que el cada habitante de la ciudad de Huancayo genera 0.53 Kg./hab./día.

El ministerio del ambiente propone que haya un plan de mitigación de residuos sólidos desde el año 2014 hacia el 2021, el tratamiento del compost para la utilización del sector agropecuario; además el reciclaje como actividad que mejora la calidad de vida de los pobladores del distrito de Huancayo.

INTRODUCCIÓN

Datos del 2014 arroja que el Perú generó 7.5 millones de toneladas de residuos sólidos de esta cantidad exorbitante menos del 50% fueron colocados adecuadamente en los rellenos sanitarios. La gestión integral de residuos sólidos muestra un avance significativo en relación a los años anteriores pues los problemas de contaminación y salud de los pobladores del distrito de Huancayo se relacionan mucho a consecuencia de esta problemática. El ministerio del ambiente habilita fondos para los municipios locales para la construcción de infraestructuras y compra de los materiales para el uso de limpieza.

“Contamos con datos del plan Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales del distrito de Huancayo realizado el año 2016. La generación de residuos sólidos es de 0.53 Kg. /hab./día, calculando que se genera 63.31 Ton. /día de residuos sólidos domiciliarios y 36.75 Ton. /día de residuos sólidos municipales no domiciliarios, haciendo un total de 100.06 Ton. /Día de residuos sólidos municipales que se generan diariamente en el distrito de Huancayo”. (MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUANCAYO, 2016).

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento del Problema

El plan nacional de gestión integral de residuos sólidos en el Perú toma mayor importancia a partir del 2002, los estudios realizados arrojaron estimaciones de producción de residuos sólidos en los municipios en todo el Perú era de 12,986 toneladas por día y sólo el 19,7% se colocaba en vertederos. El Consejo Nacional del Ambiente tuvo que elaborar y aprobar el Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos, a consecuencia de los problemas de salud y contaminación en el Perú; El objetivo es mejorar las condiciones de la gestión así como el manejo de residuos sólidos a nivel nacional.

La mayor relevancia de la gestión integral de residuos sólidos a nivel nacional, establece metas a ser cumplidas para el 2021 cuya principal prioridad es reducir la contaminación ambiental. De igual forma, el Ministerio del ambiente se enfocó en mejorar operativamente el manejo de los residuos sólidos por medio de los gobiernos municipales, por tal motivo se tienen diversos proyectos e iniciativas cuyo único fin es mejorar los servicios de recolección y colocación de los residuos sólidos en espacios más grandes y de calidad en relación a la infraestructura de los rellenos sanitarios que ya existían.

Los problemas de salud pública y contaminación ambiental aún están presentes en nuestro país.

En el departamento de Junín existe una ciudad metropolitana llamada Huancayo enfocaremos nuestro estudio en el distrito de Huancayo, este distrito hace muchos años atrás tiene un problema con la generación de residuos sólidos y su colocación; el crecimiento de su población hace que las autoridades busquen rellenos aptos para su

tratamiento que no generen enfermedades a los habitantes y daños al medio ambiente. Con el consumo masivo de muchos productos, sustancias químicas tóxicas que producen las pequeñas industrias y hospitales del distrito y la variedad de residuos sólidos fue incrementando con mayor rapidez. Las autoridades aún no pueden solucionar el problema de la basura pues creo que no están sólo la labor de las autoridades, sino que la población tiene que tomar conciencia y cambiar de actitudes al momento de generar residuos además de crear conciencia sobre sus hijos.

El problema de los residuos sólidos tiene que tratarse como un tema delicado que hay que estudiarlo adecuadamente si se quiere reducir sus efectos negativos en el futuro.

Tabla 1: “Generación de residuos sólidos domiciliarios del distrito de Huancayo”

| AÑO | POBLACIÓN PROYECTADA | GPC (Kg./hab./día) | GENERACIÓN PROMEDIO (Kg./día) | GENERACIÓN PROMEDIO (Tn./día) |
|-------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 2016 | 119,459 | 0.53 | 63,313.27 | 63.31 |

Fuente: (MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUANCAYO, 2016)

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿El modelamiento dinámico sistémico permite el manejo integral de la gestión de disposición de residuos sólidos en el Distrito metropolitano de Huancayo?

1.2.2. Problemas Específicos

¿Cuál es la tendencia de producción de residuos sólidos en el Distrito de Huancayo?

¿Cuál es la influencia de la segregación en la fuente de los residuos sólidos en la vida útil del relleno sanitario?

¿Cuál es la influencia del compostaje en la generación de lixiviados líquidos en el relleno sanitario?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar la dinámica de la gestión de disposición de residuos sólidos en el Distrito metropolitano de Huancayo mediante el enfoque sistémico.

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar la tendencia de producción de residuos sólidos en el Distrito de Huancayo.

Determinar la influencia de la segregación en la fuente de los residuos en la vida útil del relleno sanitario.

Determinar la influencia del compostaje en la generación de lixiviados líquidos en el relleno sanitario.

1.4. Justificación e Importancia

Económico:

Los residuos sólidos en el país es un potencial económico tales como: metales, plásticos, cartones, vidrios, etc. ya que es una fuente de ingreso para las que se dedican a recolectar estos productos a ello se han sumado los que se especializan en otros componentes de los residuos sólidos que son las fábricas que nuevamente lo procesan y transforman los productos para ser vendidos en el mercado. Centros especializados de pasaje de residuos reutilizables que son empresas privadas generan empleo y mejoran así su calidad de vida además aportan con el estado en el pago de sus impuestos.

La municipalidad de Huancayo financia el servicio de limpieza pública a través del pago de un monto establecido por el municipio para cada vivienda del distrito.

El municipio de Huancayo ha cuantificado sus tarifas por separado de las viviendas y casas comerciales. Sin embargo, los datos mostrados indican un patrón de déficit en el momento de realizar cuadros financieros. A consecuencia de ello el municipio se ve obligado a contratar a empresas que se ocupen del manejo de los residuos sólidos del distrito de Huancayo, obviando un ingreso que fácilmente podría tener por la venta de residuos reutilizables.

Tabla 2: Composición física de los residuos sólidos domiciliarios

| TIPO DE RESIDUOS SÓLIDOS | COMPOSICIÓN PORCENTUAL (%) |
|--------------------------|----------------------------|
| Materia orgánica | 59.55 |
| Madera, Follaje | 4.72 |
| Papel | 2.85 |
| Cartón | 1.92 |
| Vidrio | 1.81 |
| Plástico, Pet | 1.72 |

(MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUANCAYO, 2016)

Se puede evidenciar que el reciclaje de los residuos sólidos son llevados a cabo por personas independientes como se observa en la figura:



Figura 1: Familia de recolectores

Fuente: Elaboración propia

Teórico:

Los modelos de simulación son más exactos y permiten así tener proyecciones para mitigar o acelerar procesos que simulen situaciones que aún no han ocurrido. Estos modelos de simulación son más claros que un modelo matemático y los resultados no tienen ambigüedades. La hipótesis sobre las que se han formulado el modelo, así como las variables que la forman, validaran con toda precisión en el resultado, y serán críticas de discusión y revisión. De

tal manera la proyección que se hará sobre el modelo puede hacerse de forma completamente precisa.

Los modelos matemáticos tienen un enfoque orientado a cálculos estadísticos. La dinámica de sistemas es diferente, con el avance de la tecnología este sistema evolucionó y relaciona las variables independientes para formar ecuaciones que serán contrastadas con las variables dependientes.

Esto pretende determinar el comportamiento del sistema sin entrar en el juicio de sus mecanismos internos. “El objetivo básico del modelo de simulación es comprender las causas orgánicas que originaron el comportamiento del sistema. Esto implica analizar sobre el papel de cada variable del sistema, y ver como diferentes resultados, efectuadas sobre partes del sistema, aceleran y reducen las tendencias de comportamiento”. (ZAMORANO, 2003)

De tal manera, con este estudio metodológico permitirá la realizar modelos sistémicos tras un análisis riguroso de los elementos del sistema. Dicho análisis permite extraer la lógica interna del modelo, con ello proyectarte a un resultado futuro.

Social:

El distrito de Huancayo al igual que muchos distritos de todo el ámbito nacional ve como un problema social la generación de residuos sólidos. Las empresas que tercerizan estas operaciones no actúan de forma correcta desde el recojo de residuos sólidos y la colocación de ellos en vertederos, es así que se han suscitado situaciones de salud en los habitantes del distrito. Esto nos lleva a que el distrito de Huancayo determine espacios óptimos para la colocación de los residuos sólidos y mayor penalidad por las empresas que concesionan.

Una adecuada gestión y operatividad permite un control adecuado sobre los diversos impactos medioambientales y por consecuencia

una mejor calidad de vida para el poblador, esto involucra a mejorar su salud y su medio ambiente.



Figura 2: Contenedor receptor en el Parque Grau-San Antonio

Ambiental:

Mejorar la calidad en temas del medio ambiente implica reducir el consumo masivo de productos que atenten con el medio ambiente como los aerosoles, perfumes, desodorantes, pilas, pañales descartables, plásticos, etc ya que su degradación se realiza en miles de años.

Con el uso del software Stella lograremos planificar y controlar algunas variables críticas de tal manera que se reduciría la producción de lixiviados y emisiones de efecto invernadero.



Figura 3: Río Shullcas- Puente Carrión

1.5. Hipótesis y Descripción de la Variable

1.5.1. Hipótesis

Hipótesis General

La gestión de disposición de residuos sólidos en el Distrito metropolitano de Huancayo mediante la dinámica de sistemas influye en la calidad ambiental de sus pobladores

Hipótesis Específicos

La producción de residuos sólidos en Huancayo se desarrolla de manera exponencial de acuerdo a los niveles socioeconómicos poblacionales.

La segregación en la fuente de los residuos sólidos influye inversamente en la vida útil del relleno sanitario.

El compostaje de los residuos orgánicos segregados en l fuente influye inversamente en la producción de lixiviados líquidos en el relleno sanitario.

1.5.2. Descripción de la Variable

- Variable dependiente:

Calidad ambiental

- Variable independiente:

Gestión con dinámica de sistemas.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del Problema

2.1.1. Antecedentes Nacionales

El autor Yactayo Infante en su tesis “Modelo de gestión ambiental para el manejo de residuos sólidos hospitalarios. “menciona: “El presente trabajo de investigación fue realizado en el Hospital Nacional Dos de Mayo, ubicado en el Cercado de Lima, Capital de la república del Perú entre los meses de febrero del año 2008 a febrero del año 2009, cuyo objetivo principal fue diseñar un Modelo de Gestión Ambiental para el Manejo de Residuos Sólidos Hospitalarios. El trabajo fue dividido en dos partes: En la primera parte se desarrolló el Diagnóstico de residuos sólidos, entre los resultados se determinó una generación promedio diaria de aproximadamente 2 toneladas, con la siguiente composición: residuos comunes 1 173,5 kg/día (58,9%), residuos biocontaminados, 713,7 kg/día (35,8%) y finalmente residuos especiales 105,0 kg/día (5,3%), respecto a las condiciones técnico operativas se identificó que la infraestructura destinada al almacenamiento intermedio, transporte y Almacenamiento final no estaba de acuerdo en un 100% con lo establecido en la actual Norma Técnica para el Manejo de Residuos Sólidos Hospitalarios. En la segunda parte se identificaron las variables y se diseñó el Modelo de Gestión Ambiental que permitirá mejorar el manejo de residuos sólidos en los establecimientos de salud”. (YACTAYO INFANTE, 2013)

El autor Roberto Paccha en su tesis “Plan integral de gestión ambiental de residuos sólidos en zonas urbanas para reducir la contaminación ambiental”. “realiza la evaluación de los resultados de la aplicación del Plan

Integral de Gestión Ambiental de los Residuos Sólidos del distrito de San Juan de Lurigancho, con el propósito de determinar la reducción de la contaminación ambiental en dicho distrito. Para ello se han utilizado una serie de indicadores que han permitido expresar numéricamente aspectos específicos de la realidad ambiental de manera sintética y sistemática en torno a la gestión local de los residuos sólidos en el distrito de San Juan de Lurigancho; para luego evaluar los resultados obtenidos a la fecha”. (PACCHA HUAMANI, 2011)

2.1.2. Antecedentes Internacionales

La aceleración de los procesos de urbanización y crecimiento en América Latina y el Caribe, a partir de la década de los ochenta, ha aumentado la demanda de recursos naturales y el volumen de residuos sólidos urbanos (RSU) que deben ser transportados, tratados y dispuestos finalmente. La gestión ambiental en el manejo de los residuos sólidos domésticos (RSD) de La Habana, fracción de los RSU, se ha concentrado en el control de la contaminación y la utilización de algunos instrumentos ambientales, de manera aislada. Se propone un modelo con enfoque sistémico, que vincula el manejo de los RSD con la gestión ambiental, mediante la evaluación ambiental de los impactos que generan las estrategias implantadas en la provincia. Se emplearon métodos teóricos, herramientas estadísticas y el análisis del ciclo de vida; así como la consulta de expertos y la aplicación de pruebas estadísticas, para determinar el grado de confiabilidad del modelo propuesto. (GOICOCHEA,Cardoso; ODALYS,Caridad., 2015)

Según el artículo “Evaluación de impacto ambiental de centro de transformación y gestión de residuos sólidos agrícolas en la provincia de Almería (España). Propone un estudio en la agricultura intensiva almeriense, el tipo de basura que se produce es muy variado y las características de ello hacen que no pueda ser aprovechado de modo directo por los animales ya que la composición mixta en muchos casos (materia vegetal y rafias) o el tipo de algunos residuos, hace que se vaya pensando en una gestión discriminada del residuo para obtener de cada

tipo un máximo de aprovechamiento y una reducción en el impacto que causen, pasando de un concepto de residuo al de subproducto susceptible de diferentes aplicaciones como medio de producción. Para el tratamiento, transformación y gestión de los residuos sólidos agrícolas (biomasa, materiales descartables, envases de fertilizantes y fitosanitarios, maderas y alambres, aceites de desecho y sustratos) los recursos naturales a emplear serán agua y mano de obra, principalmente. Todo ello, para la obtención del compost vegetal, granza a partir de materiales plásticos, materiales metálicos clasificados, maderas y otros materiales de similar composición clasificados, descartables de productos fitosanitarios y fertilizantes clasificados y gestión de aceites de desecho. Los efluentes que se emitirán serán ruidos, levantamiento de polvo, emisión de olores, aguas residuales de frutas, aguas procedentes del lavado de camiones y contenedores, aguas de lavado de envases de productos fitosanitarios, aguas procedentes de la humectación del material vegetal. Mediante la evaluación de impacto ambiental se concluye que es mejor reciclar y compostar que obtener energía a partir de los residuos, además se propone un sistema de impermeabilización con hormigón polímero para controlar los efluentes de productos fitosanitarios”. (CALLEJÓN, y otros, 2010)

Una investigación titulada “Análisis del impacto generado en un Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos por el aumento de los residuos asociados al crecimiento de la población a través de Dinámica de Sistemas” hacen un estudio a través de Dinámica de Sistemas el análisis y evaluación del impacto generado en un Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos debido al incremento de los residuos asociados al crecimiento de la población en la ciudad de Santiago de Cali. Se hace uso del software Vensim para la simulación del comportamiento del sistema. (ÁVILA, y otros, 2011)

2.2. Bases Teóricas

Sistema:

“Un sistema está conformado por un conjunto de entes u objetos componentes que interactúan entre si para el logro de objetivos. De allí que la teoría general de sistemas no solo estudia la estructura del sistema sino su comportamiento, su funcionamiento, dependiendo esta última de su estructura.

Un sistema tiene la propiedad de que toda acción que produce cambios en una de las partes de los sistemas, también estos cambios se dan en el resto del sistema.

El sistema también reaccionara ante cualquier evento o estímulo producido en cualquier parte de la unidad, ejemplo en el sistema respiratorio, una acción sobre las fosas nasales repercute en los pulmones y a su vez en el resto de órganos que son dependientes, y el sistema reaccionara ante este evento.

Por lo que existe una relación de causa y efecto entre las partes del sistema”. (SEMINARIO VASQUEZ, 2015)

“La quinta disciplina”. “explica este concepto de una manera muy pedagógica cuando menciona que si partimos a un elefante en dos partes iguales, no obtenemos dos pequeños elefantes. Cortar un elefante para examinar las propiedades de sus partes para así entender el sistema elefante completo no es un enfoque acertado, simplemente porque los dos subsistemas obtenidos no funcionan. La razón de esto, por supuesto, es que la mitad de un elefante está totalmente relacionada con la otra mitad del elefante. Al cortar el elefante por la mitad, esta conexión desaparece”. (SENGE, 1999)

Dinámica de sistemas

“La interacción de elementos como una unidad es conocido como sistema, continuamente se benefician o afectan unos a otros, de modo que operan hacia una meta común. Percibido como una identidad que lo distingue de lo que la rodea, y que es capaz de mantener esa identidad a lo largo del tiempo y bajo entornos cambiantes”. (ARACIL, 1995)

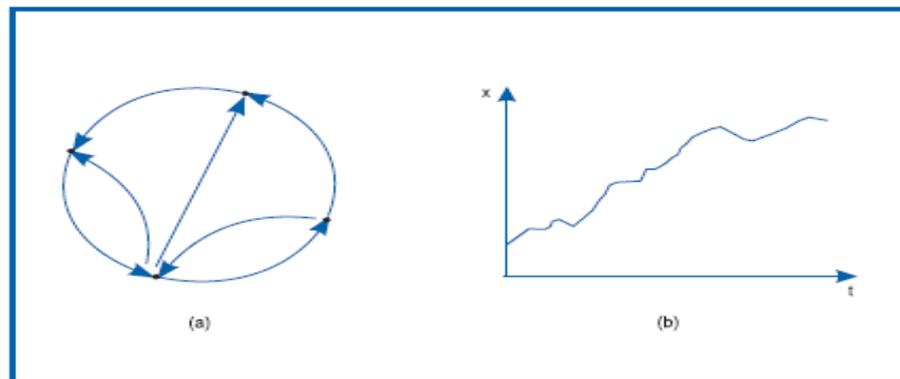


Figura 4: Imágenes Básicas de la Estructura (a) y del comportamiento (b) de un sistema.

Fuente: (ARACIL, 1995)

2.2.1. Metodología Sistémica.

El sistema en general ha desarrollado lo que se conoce como metodología sistémica a un conjunto de pasos o lineamientos cuyos órdenes siguen una secuencia lógica. “La metodología sistémica pretende aportar instrumentos con los que estudiar aquellos problemas que resultan de las interacciones que se producen en la parte interna de un sistema, y no de disfunciones de las partes consideradas aisladamente”. (MINISTERIO DE SALUD, 1998)

“Un sistema, es un conjunto de elementos en interacción, esta interacción es el resultado de que unas partes que influyen sobre otras. Estas influencias mutuas determinarán cambios en esas partes que pueden ser

positivos o negativos. De tal manera los cambios que se producen en el sistema son reflejos, en alguna medida, de las interacciones que tienen en su origen. Los cambios en un sistema se manifiestan mediante su comportamiento. Además, la trama de relaciones constituye lo que se denomina su estructura". "Lo que acabamos de decir se puede comentar o explicar diciendo que en dinámica de sistemas se trata de poner de manifiesto cómo están relacionados su comportamiento y su estructura. El objetivo es el ajustar estas dos descripciones, de modo que aparezcan como las dos caras de una misma moneda". (ARACIL, 1995).

"Esta metodología de sistemas suministra también un lenguaje que colabora con nuevas formas de ver los problemas complicados. Los instrumentos que aporta la dinámica de sistemas desde los diagramas de influencias hasta los modelos informáticos que nos van a permitir ver los sistemas que pueblan nuestro entorno mediante una perspectiva diferente que nos permitirá ver aspectos en los que posiblemente no hayamos reparado y que, de este modo, nos permite alcanzar una visión más clara de la realidad". (ARACIL, 1995)

Aplicaciones de la Dinámica de Sistemas.

"La dinámica de sistemas aplicada en todos los órdenes de la vida, es una metodología ideada para resolver problemas reales. Se concibió esta idea para estudiar los problemas que se presentan en determinados centros de trabajos llamados empresas en las que los retrasos en la transmisión de información y unido a la existencia de estructuras de realimentación daban lugar a modos de respuestas que precisamente no era lo que se quería en realidad, normalmente de tipo oscilatorio. Inicialmente se denominó dinámica industrial. Los trabajos precursores se desarrollaron a finales de los años 50, y durante el 60 logran posicionarse en todas las carreras de ingeniería. Esta constitución se produce tanto de una forma más o menos pura, siguiendo lo que podemos denominar la ortodoxia forresteriana". (ARACIL, 1995)

En particular, los diagramas de Forrester, o de flujos de niveles, que veremos más adelante, han logrado una amplia difusión y son aplicados por aquellos que no mencionan explícitamente una dinámica de sistemas.

A finales del decenio de los 60 se produce el estudio que posiblemente más haya contribuido a la difusión de la dinámica de sistemas. (ARACIL, 1995)

2.3. Definición de Términos Básicos

Manejo de residuos sólidos

Es el conjunto de procedimientos y políticas que conforman el sistema de manejo de los residuos sólidos. La meta es realizar una gestión que sea ambiental y económicamente adecuada.

Sistema de manejo de residuos sólidos

Básicamente el sistema de manejo de los residuos se compone de cuatro sub sistemas:

Generación: Cualquier persona u organización cuya acción cause la transformación de un material en un residuo. Una organización usualmente se vuelve generadora cuando su proceso genera un residuo, o cuando lo derrama o cuando no utiliza más un material.

Transporte: Es aquel que lleva el residuo. El transportista puede transformarse en generador si el vehículo que transporta derrama su carga, o si cruza los límites internacionales (en el caso de residuos peligrosos), o si acumula lodos u otros residuos del material transportado.

Tratamiento y disposición: El tratamiento incluye la selección y aplicación de tecnologías apropiadas para el control y tratamiento de los residuos peligrosos o de sus constituyentes. Respecto a la disposición la alternativa comúnmente más utilizada es el relleno sanitario.

Control y supervisión: Este sub sistema se relaciona fundamentalmente con el control efectivo de los otros tres sub sistemas.

Calidad ambiental:

La calidad ambiental es el equilibrio entre el conjunto de procesos biológicos, físicos y geoquímicos. Se ve impactada de manera positiva o negativamente por el hombre; poniendo en riesgo la integridad de los seres vivos como el del planeta.

Tecnologías limpias:

Las tecnologías limpias están relacionadas a mitigar y evitar la contaminación modificando procesos en la fabricación de productos generando beneficios y reducción en transporte, logística, tratamiento y disposición final de las empresas.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Métodos y alcance de la investigación

3.1.1. Método

Se empleará el método científico utilizando la observación y el análisis de las variables de manera inductiva.

3.1.2. Nivel

Descriptivo y correlacional.

3.1.3. Tipo

Por el nivel de conocimiento es aplicado por que se utiliza teoría y principios ya estudiados para resolver un problema real.

3.2. Diseño de la investigación

3.2.1. Diseño general: No experimental.

3.2.2. Diseño específico: diseño longitudinal.

3.3. Población y muestra

La población en el distrito de Huancayo es de 119459 habitantes que serán considerados para evaluar la cantidad de residuos sólidos.

Se conoce N y la variables es cuantitativa.

a) Muestra:

Datos:

$N = 119459$

$$\sigma = (\text{Dato máximo} - \text{dato mínimo}) / 6 = (450 - 135)/6 = 52.5$$

$$E = \sigma/10 = 52.5/10 = 5.25$$

$$Z=1.96$$

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

$$n = \frac{119459 \times 1.96^2 \times 52.5^2}{(119459 - 1) \times 5.25^2 + 1.96^2 \times 52.5^2} = 382.9318$$

→ n=383 hogares a evaluar para caracterización

3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Técnica de observación

Se utilizarán como instrumentos:

- Fichas de observación
- Check list
- Fichas de protocolos pre establecidos

3.5. Técnicas de procesamiento de datos

Estadísticas descriptivas para el análisis de las medidas estadísticas (estadígrafos), gráficas de variables cualitativas y cuantitativas. Estadísticas inferencial para calidad de la hipótesis de trabajo a nivel poblacional.

| | |
|----------------|--|
| FMATRECICLA | Cantidad de material reciclado en toneladas. |
| FMATPORRECTN | Materiales por reciclar en toneladas. |
| VPORCOMPUSTAJE | Porcentaje de recolección para compostaje. |
| VPORPROCONREC | Porcentaje de producto convertido a reciclado. |
| VPORCOMCONABO | Porcentaje de compostaje convertido en abono. |
| VPORPROCONREC | Porcentaje de producto convertido a reciclaje. |
| VPORRESIDUOTN | Porcentaje de residuos por tonelada recolectado. |
| VCOMPUSPORTN | Compostaje por tonelada. |
| VVENTACOMPUS | Venta de compostaje. |
| VRECICLPORNTN | Material reciclado por tonelada. |
| VVENTARECICLA | Venta material reciclado. |
| VVENTATOTAL | Venta total por material de abono y reciclaje. |
| VCAPRESRELLTN | Capacidad restante del relleno sanitario en toneladas. |

Las ecuaciones establecidas en el modelo clasificadas por:

A. Stocks con flujos de entradas y salidas:

$$a) \quad \frac{d}{dt} \text{NCANPRECOMTN}(t) = \text{NCANPRECOMTN}(t - dt) + (\text{FBIODEGRATN} - \text{FCOMPUSTATN}) * dt$$

$$\text{INIT NCANPRECOMTN} = 0$$

INFLOWS:

$$\text{FBIODEGRATN} = \text{NRECOLERSDTN} * \text{VPORCOMPUSTAJE}$$

OUTFLOWS:

$$\text{FCOMPUSTATN} = \text{NCANPRECOMTN} * \text{VPORCOMCONABO}$$

$$b) \quad \frac{d}{dt} \text{NCANPRERECTN}(t) = \text{NCANPRERECTN}(t - dt) + (\text{FMATPORRECTN} - \text{FMATRECICTN}) * dt$$

$$\text{INIT NCANPRERECTN} = 0$$

INFLOWS:

$$\text{FMATPORRECTN} = \text{NRECOLERSDTN} * \text{VPORRECICLADO}$$

OUTFLOWS:

$$\text{FMATRECICTN} = \text{NCANPRERECTN} * \text{VPORPROCONREC}$$

$$c) \quad \frac{d}{dt} \text{NPOBLACION}(t) = \text{NPOBLACION}(t - dt) + (\text{FNACIMIENTOS} - \text{FDECESOS}) * dt$$

$$\text{INIT NPOBLACION} = \text{int}(119459)$$

INFLOWS:

$$\text{FNACIMIENTOS} = \text{int}(\text{NPOBLACION} * \text{VTASNACPOBHUA})$$

OUTFLOWS:

$$\text{FDECESOS} = \text{int}(\text{NPOBLACION} * \text{VTASMORPOBHUA})$$

$$d) \text{ NRECOLERSDTN}(t) = \text{NRECOLERSDTN}(t - dt) + (\text{FGENERARSDTN} - \text{FBIODEGRATN} - \text{FMATPORRECTN} - \text{FRECOLERSDTN} - \text{FNORECORSDTN}) * dt$$

$$\text{INIT NRECOLERSDTN} = 0$$

INFLOWS:

$$\text{FGENERARSDTN} = ((\text{NPOBLACION} * \text{VGENERARESPER}) / 1000) * 365 * \text{VPORPARRECRSD}$$

OUTFLOWS:

$$\text{FBIODEGRATN} = \text{NRECOLERSDTN} * \text{VPORCOMPUSTAJE}$$

$$\text{FMATPORRECTN} = \text{NRECOLERSDTN} * \text{VPORRECICLADO}$$

$$\text{FRECOLERSDTN} = \text{NRECOLERSDTN} * \text{VPORRESIDUTN}$$

$$\text{FNORECORSDTN} = \text{NRECOLERSDTN} * 0.05$$

$$e) \text{ NRELLESANITN}(t) = \text{NRELLESANITN}(t - dt) + (\text{FDISPORSDTN} - \text{FLIQUIDOSTN} - \text{FEMISIONESTN}) * dt$$

$$\text{INIT NRELLESANITN} = 0$$

INFLOWS:

$$\text{FDISPORSDTN} = \text{NRESIRECOTN}$$

OUTFLOWS:

$$\text{FLIQUIDOSTN} = \text{NRELLESANITN} * 0.01$$

$$\text{FEMISIONESTN} = \text{NRELLESANITN} * 0.005$$

$$f) \text{ NRESIRECOTN}(t) = \text{NRESIRECOTN}(t - dt) + (\text{FRECOLERSDTN} - \text{FDISPORSDTN}) * dt$$

$$\text{INIT NRESIRECOTN} = 0$$

INFLOWS:

$$\text{FRECOLERSDTN} = \text{NRECOLERSDTN} * \text{VPORRESIDUTN}$$

OUTFLOWS:

$$\text{FDISPORSDTN} = \text{NRESIRECOTN}$$

B. Convertidores

$$a) \text{ VCAPRESRELLTN} = 600000 * \text{VSOLOPORRSD} - \text{NRELLESANITN}$$

$$b) \text{ VEMISION} = \text{FEMISIONESTN}$$

$$c) \text{ VGENERARESPER} = \text{random}(0.59, 0.63)$$

$$d) \text{ VLIXIVIACION} = \text{FLIQUIDOSTN}$$

$$e) \text{ VPORCOMCONABO} = 0.9$$

$$f) \text{ VPORCOMPUSTAJE} = \text{IF VSENSIBIPOBL}=0$$

$$\text{THEN } 0.647$$

$$\text{ELSE } 0.6 * 0.647$$

$$g) \text{ VPORPARRECRSD} = 0.64$$

$$h) \text{ VPORPROCONREC} = 0.55$$

$$i) \text{ VPORRECICLADO} = \text{IF VSENSIBIPOBL}=0$$

$$\text{THEN } 0.223$$

$$\text{ELSE } 0.6 * 0.223$$

- j) VPORRESIDUTN = IF VSENSIBIPOBL=0
THEN (0.08+0.4*0.647+0.4*0.223)
ELSE (0.12)
- k) VSENSIBIPOBL = 1
- l) VSOLOPORRSD = 0.66
- m) VTASMORPOBHUA = 0.00152
- n) VTASNACPOBHUA = 0.00945

4.2. Discusión de Resultados

El análisis que se propone es aplicar un programa de sensibilización para la segregación en la fuente de los residuos sólidos del distrito de Huancayo, presentándose los siguientes resultados después de la simulación.

4.2.1. Análisis con sensibilización a la población

Se presenta el siguiente resultado al inicio de sus operaciones en toneladas de residuos que al tercer año se puede aplicar la recuperación significativa:

Tabla 3: Simulación para diez años en uso de relleno

| AÑO | POBLACION | COMPOSTAJE | RECICLAJE | USO RELLENO |
|-------|------------|------------|-----------|-------------|
| 1 | 119,459.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 120,406.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 121,360.00 | 6,447.78 | 2,222.34 | 0.00 |
| 4 | 122,322.00 | 9,097.61 | 3,913.47 | 1,993.13 |
| 5 | 123,292.00 | 10,216.94 | 4,968.95 | 4,576.17 |
| 6 | 124,270.00 | 10,672.67 | 5,562.41 | 7,384.55 |
| 7 | 125,256.00 | 11,052.85 | 5,944.79 | 10,257.08 |
| 8 | 126,249.00 | 11,020.69 | 6,092.67 | 13,189.96 |
| 9 | 127,251.00 | 10,918.69 | 6,125.18 | 16,057.15 |
| Final | 128,260.00 | 10,908.43 | 6,139.78 | 18,850.80 |

Se visualiza en la siguiente figura el comportamiento que en 10 años llega a usarse aproximadamente 18,850 toneladas de residuo:



Figura 6: Uso del relleno con sensibilización comparado con el crecimiento de la población

4.2.2. Análisis sin sensibilización a la población

Se presenta de la siguiente manera, observándose que la producción aumenta considerablemente impactando sobre todo en la vida útil del relleno que en el mismo periodo de tiempo se duplica la disposición.

Tabla 4: Simulación a diez años uso de relleno sin sensibilización

| AÑO | POBLACION | COMPOSTAJE | RECICLAJE | USO RELLENO |
|-------|------------|------------|-----------|-------------|
| 1 | 119,459.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 120,406.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 121,360.00 | 10,741.08 | 3,702.10 | 0.00 |
| 4 | 122,322.00 | 8,485.32 | 4,220.35 | 7,105.39 |
| 5 | 123,292.00 | 9,424.91 | 4,855.16 | 11,901.43 |
| 6 | 124,270.00 | 9,524.30 | 5,142.70 | 17,396.31 |
| 7 | 125,256.00 | 8,982.94 | 5,082.07 | 22,812.36 |
| 8 | 126,249.00 | 9,477.02 | 5,243.74 | 27,782.47 |
| 9 | 127,251.00 | 9,520.89 | 5,314.58 | 33,040.69 |
| Final | 128,260.00 | 9,345.83 | 5,284.62 | 38,216.37 |

Se visualiza en la siguiente figura el comportamiento que en 10 años llega a usarse aproximadamente 38120 toneladas en los 10 años de acumulación de residuo, diferenciándose del análisis con sensibilización que reduce la disponibilidad:

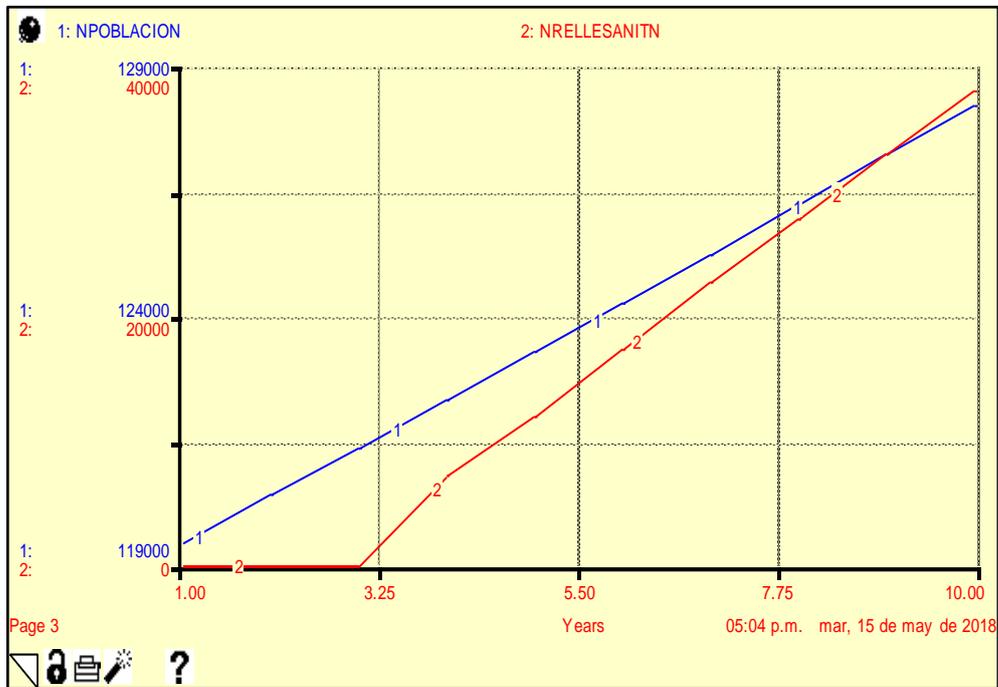


Figura 7: Uso del relleno sin sensibilización comparado al crecimiento de la población

CONCLUSIONES

1. El modelamiento del sistema permite identificar los factores que generan problemas en el tratamiento de los residuos sólidos en el distrito de Huancayo, siendo una de los factores vitales la falta de sensibilización de sus pobladores.
2. Cuando se realiza la segregación de los residuos sólidos en el origen permite el reciclaje y el compostaje, el cual reduce considerablemente los niveles de residuos sólidos.
3. El tiempo de vida de los rellenos sanitarios se prolonga si se hace la sensibilización de los pobladores para que estos realicen la segregación en la fuente.
4. La contaminación por residuos sólidos domiciliarios disminuirán a partir del tercer año de implantado el modelo propuesto, debido a la mayor sensibilización.
5. Se puede afirmar que el impacto significativo en la capacidad operativa utilizada en cada relleno sanitario, se observa en el largo plazo, disminuyendo la cantidad de residuos sólidos domiciliarios depositados y prolongando la vida útil de éstos.
6. La condición de viabilidad de un plan de gestión de residuos sólidos domiciliarios debe apuntar al aprovechamiento de los beneficios económicos esperados, principalmente los asociados al reciclaje.

RECOMENDACIONES

1. Para realizar la sensibilización se debe proponer un programa sólido y consistente de manera progresiva a los pobladores y comerciantes a través de los diferentes medios de comunicación y centros educativos de diversos niveles, así como a las organizaciones populares de la ciudad.
2. Las políticas públicas deben estar orientadas a financiar estos programas de educación ambiental.
3. Se debe aprovechar económicamente los residuos sólidos ya que casi el sesenta por ciento es reutilizable, incluyendo los residuos orgánicos para la producción de abono orgánico de gran demanda.
4. El Método de la Dinámica de Sistemas para el estudio de sistemas sociales y económicos son adecuados, los escenarios o resultados de las simulaciones dan mayores luces para analizar las variables que intervienen en el problema. Se puede prever el futuro y según sea el caso podremos rediseñar el sistema para obtener escenarios más positivos o favorables.

Bibliografía

- ARACIL, Javier. 1995.** *Dinamica de Sistemas*. Madrid : Isdife, 1995. Vol. 1.
- ÁVILA, S.L., y otros. 2011.** *Análisis del impacto generado en un Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos por el aumento de los residuos asociados al crecimiento de la población a través de Dinámica de Sistemas*. Colombia : s.n., 2011.
- CALLEJÓN, A. J., y otros. 2010.** *Evaluación de impacto ambiental de centro de transformación y gestión de residuos sólidos agrícolas en la provincia de Almería, España*. España : s.n., 2010.
- GOICOCHEA,Cardoso; ODALYS,Caridad. 2015.** *Evaluación ambiental del manejo de residuos sólidos domésticos en La Habana, Cuba*. Cuba : Delegación CITMA de La Habana, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. La Habana, Cuba., 2015.
- MINISTERIO DE SALUD. 1998.** *Gestión de la capacitacion de las organizaciones*. Lima : s.n., 1998.
- MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUANCAYO. 2016.** *Plan integral de gestión ambiental de residuos sólidos*. Huancayo : s.n., 2016.
- PACCHA HUAMANI, Pablo Roberto. 2011.** *"Plan integral de gestion ambiental de residuos sólidos en zonas urbanas para reducir la contaminacion ambiental"*. lima : UNI, 2011.
- SEMINARIO VASQUEZ, Ricardo Gerónimo. 2015.** *"Modelacion del desarrollo sustentable en la ciudad de piura con vision de dinamica de sistemas mediante software de simulacion vensim ple"*. Piura : s.n., 2015. Vol. 1.
- SENGE, P.M. 1999.** *"The Fifth Discipline"*. Barcelona : Ediciones Granica, 1999.
- YACTAYO INFANTE, Eduardo Jesús. 2013.** *Modelo de gestión ambiental para el manejo de residuos sólidos hospitalarios.Tesis*. Lima : Universidad Nacional de Ingeniería, 2013.
- ZAMORANO, Hector. 2003.** *"Modelo de simulación para la Gestión y medicion del capital intelectual"*. Corfú Grecia : s.n., 2003.

ANEXOS

GALERÍA DE ILUSTRACIONES



Figura 8: Río shullcas- la rivera



Figura 9: Puente Carrión



Figura 10: Desmonte en la riberia del río shullcas



Figura 11: Camión recolector



Figura 12: Recolectores informales en Huancayo



Figura 13: Contenedor recolector expuestos a riesgos de salud