



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



EVALUACION DE ORIGINALIDAD

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al **BORRADOR DE TESIS** cuyo título es:

"PROPUESTA DE MODELO CON ENFOQUE SISTÉMICO PARA LA MEJORA DE LOS PROCESOS EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL DISTRITO DE SALAS GUADALUPE- ICA, 2019"

Presentado por:

CARDENAS JURADO MAGDA DORIS

De la **MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA** mención **INGENIERÍA DE SISTEMAS**.

Que, se ha recibido del operador del programa informático evaluador de originalidad de la Escuela de Posgrado de la UNICA, el informe automatizado de originalidad, el mismo que concluye de la siguiente manera:

El documento de investigación APRUEBA los criterios de originalidad con un porcentaje de similitud de 14%.

Para dar fe, se adjunta al presente el reporte de similitud de las bases de datos de iThenticate. En Ica 11 de diciembre de 2023

Atentamente


UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
ESCUELA DE POSGRADO
Dr. LUIS ALBERTO PECHO TATAJE
Director (e)

**UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRIA EN INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
MENCIÓN: INGENIERÍA DE SISTEMAS**



TESIS

**Propuesta de modelo con enfoque sistémico para la mejora de
los procesos en la gestión de residuos sólidos del distrito de
Salas Guadalupe- Ica, 2019**

Línea de investigación.

Ciencias Naturales, ingeniería y tecnología sostenible.

GRADO A OBTENER: MAESTRO

Autora

MAGDA DORIS CÁRDENAS JURADO

Ica, Perú

2023

DEDICATORIA

A DIOS, inspiración para la culminación de esta tesis, A mi esposo, mis hijas(os) quienes sin su apoyo, comprensión y tolerancia no hubiera podido hacer esta tesis.

AGRADECIMIENTO:

A la universidad Nacional San Luis Gonzaga – Escuela de Posgrado por la formación y en especial al Dr. Víctor Caicedo Bustamante por sus sugerencias profesionales en mi trabajo de investigación de esa manera aportando para un mejor termino.

INDICE

CARATULA	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	III
INDICE	IV
Índice de contenidos	
Índice de figuras	
Índice de tablas	
RESUMEN	VI
ABSTRACT	VII

CUERPO DEL INFORME FINAL

I.	Introducción	08
II.	Estrategia metodológica.	18
III.	Resultados	21
	3.1. Fase de desarrollo	21
	3.2. Contrastación de hipótesis	34
IV.	Discusión	40
V.	Conclusiones	47
VI.	Recomendaciones	47
VII.	Referencias Bibliográficas	48
VIII.	Anexos: Matriz de consistencia	50

INDICE DE FIGURAS

1	Diagrama del Proceso de simulación	10
2	Diseño de la investigación	18
3	Fase de Desarrollo	19
4	Mapa de ubicación del Distrito Salas de Guadalupe	21
5	Vista satelital	22
6	Organigrama de la Municipalidad de Salas Guadalupe	23
7	Recorrido Mensual por Kilometro	25
8	Residuos sólidos domiciliarios	26
9	Residuos Sólidos No Domiciliarios	27
10	Número de viviendas por población	28
11	Número de mercados por población	29
12	Diagrama Causal	32
13	Diagrama Forrester	33

14	Ecuaciones del Modelo	34
15	Simulación de los RRSS	42
16	Simulación con el software Stella	43
17	Simulación de costos de relleno	43
18	Simulación de disposición de residuos	44
19	Simulación de utilización de Simulador (tecnología)	44
20	Simulación de residuos sólidos tratados (Ton)	45
21	Simulación de los gastos de recolección	45
22	Simulación de ingreso de la población	46
23	Simulación de tratamiento de RRSS.	46
INDICE DE TABLAS		
1	Población del Distrito de Salas Guadalupe	22
2	Proyección de la generación de residuos sólidos domiciliarios	24
3	Densidad de los residuos sólidos domiciliario	24
4	Generación de RS.	25
5	Resumen por actividad económica	26
6	Residuos sólidos simulados de la Municipalidad de Salas Guadalupe	34
7	Cantidad de residuos sólidos reales 2018-2019 de la Municipalidad de Salas Guadalupe	35
8	Cantidad de residuos sólidos simulados 2018-2019 de Salas Guadalupe	35
9	Diferencia de RR.SS. 2018-2019 de Salas Guadalupe	36
10	Pruebas de Shapiro - Wilk	37
11	Prueba de muestras emparejadas	37
12	Comparación de medias	38
13	Prueba de muestras emparejadas	38
14	Generación RR.SS. real 2018- 2019	38
15	Generación RR.SS. Simulado 2018- 2019	39
16	Diferencia de RR. SS. reciclado. 2018-2019 de Salas Guadalupe	40
17	La media de los RR.SS. reciclado. 2018-2019 de la Municipalidad Salas Guadalupe	40
18	Pruebas de Shapiro - Wilk	41
19	Prueba de Wilcoxon	41
20	Estadísticos de prueba	41

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue utilizar el modelo propuesto con simulador STELLA ®. Para mejorar la gestión de RR.SS. Municipal del Distrito de Salas Guadalupe Ica, 2019; investigación con enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, nivel explicativo y diseño experimental, con población y muestra por el número de viviendas y establecimientos comerciales del Distrito según datos del PIGARS, con métodos de desarrollo dinámica de sistemas, pensamiento sistémico aplicando a este modelo simuladores como Stella , Vensim y Arena, se construyó el Diagrama Causal de todos los procesos de los Residuos Sólidos; identificando los factores intervinientes de manera holística y sinérgica son: Recolección, disposición y tratamiento de los residuos Sólidos. dando como resultado lo siguiente: Se pudo identificar las estrategias para optimizar y mejorar la gestión de residuos sólidos del distrito de Salas Guadalupe., dentro de la simulación de la situación actual se observa como al crecer la población se incrementa alarmantemente los Residuos Sólidos, pero cuando se utiliza tecnología para simular con Stella. se puede afirmar que la utilización del modelo con simulador STELLA mejoraría la gestión de RR.SS presentando estadísticamente el p valor es $0.000 < 0.05$, analizando las medias RR.SS. Simulados (5468 toneladas) > RR.SS. actual (5028 Toneladas), se afirma que la utilización del modelo con simulador Stella reducirán RR.SS. en el relleno sanitario Municipal, porque todo los RR.SS. se recogen para aprovechamiento llegando una minúsculo residuos en el botadero, prolongando la vida útil de este., afirmando que la utilización del modelo propuesto con simulador Stella incrementa el reciclado de los RR.SS. en 4 045,7500 Ton Municipal del Distrito de Salas Guadalupe Ica, existe evidencia significativa con el p valor 0,00.

Palabras claves: dinámica de sistemas, diagrama causal, diagrama Forrester y residuos sólidos.

ABSTRACT

The objective of the research was to use the proposed model with the STELLA ® simulator. To improve the management of RR.SS. Municipal District of Salas Guadalupe Ica, 2019; research with a quantitative approach, of an applied type, explanatory level and experimental design, with population and sample by the number of homes and commercial establishments in the District according to PIGARS data, with systems dynamics development methods, systems thinking applying to this model simulators such as Stella, Vensim and Arena, the Causal Diagram of all Solid Waste processes was built; identifying the intervening factors in a holistic and synergistic way are: Collection, disposal and treatment of solid waste. Resulting in the following: Strategies could be identified to optimize and improve solid waste management in the Salas Guadalupe district. Within the simulation of the current situation, it is observed that as the population grows, Solid Waste increases alarmingly, but when using technology to simulate with Stella. It can be affirmed that the use of the model with the STELLA simulator would improve the management of RR.SS, presenting statistically the p value is $0.000 < 0.05$, analyzing the means RR.SS. Simulated (5468 tons) > RR.SS.current (5028 Tons), it is stated that the use of the model with the Stella simulator will reduce RR.SS. in the Municipal landfill, because all the RR.SS. are collected for use, reaching a tiny amount of waste in the dump, prolonging its useful life, stating that the use of the proposed model with the Stella simulator increases the recycling of RR.SS. in 4 045,7500 Ton Municipal District of Salas Guadalupe Ica, there is significant evidence with the p value 0.00.

Keywords: system dynamics, causal diagram, Forrester diagram and solid waste.

I. INTRODUCCIÓN

En América Latina y el Caribe el problema del manejo de residuos sólidos constituye conjuntamente con el abastecimiento de agua y alcantarillado, el núcleo básico de los servicios que deben prestarse a una Comunidad [1].

El crecimiento de la población, así como el desarrollo industrial y la urbanización producen considerable en cantidad y variedad de residuos generados en las actividades desarrolladas por las poblaciones de estas regiones [1].

El inadecuado manejo de la basura, afecta a las ciudades y zonas marginales, como a pequeñas poblaciones urbanas y rurales. Siendo el caso del distrito de Salas Guadalupe de la Provincia de Ica, en la que su Municipalidad Distrital maneja empíricamente el servicio de limpieza pública, evidenciando falta de criterio técnico, económico, social y en general ambiental, lo que ocasiona que el servicio de aseo urbano carezca de una adecuada planificación y organización, lo que se traduce en costos de funcionamiento que la misma Municipalidad tiene que subsidiar, consumiendo parte de su presupuesto, por otro lado, existe una inadecuada práctica de disposición final de basuras, las cuales por falta de recursos, interés o conocimiento técnico se descargan inapropiadamente en un botadero incontrolado, generando problemas socio-económicos y de contaminación ambiental.

En el Informe de la Fiscalización ambiental en Residuos Sólidos de gestión municipal de la OEFA del 2013- 2014 [2], en la región Ica nos encontramos entre los 4 últimos en el ranking en cumplimiento. El crecimiento acelerado de la población, de las empresas, instituciones y comercio en los últimos años, han aumentado en el Distrito de Salas Guadalupe de la Provincia de Ica de la Región Ica del Perú, teniendo una población aproximada de 17,973 habitantes de las cuales se encuentran concentrada en la zona urbana y según investigación la cantidad de RR.SS. está en estrecha relación con el crecimiento de una población.

El problema del manejo de RR.SS. en el casco urbano de Salas Guadalupe se debe principalmente a las siguientes razones: la generación que se ha disparado en los últimos años; situación socioeconómica y hábitos de consumo de las ciudades; recolección de residuos domiciliarios en el área de estudio, que se realiza de manera formal e informal; reciclaje, que se produce por la separación de residuos en origen por parte de recicladores informales y, en particular, por una disposición inadecuada en los llamados “rellenos sanitarios”[3]. (Tchobanoglous, 1998)

Con el apoyo del Pensamiento Sistémico, nos permitió mirar al mundo como un todo, donde sus partes interactúan entre sí, esta metodología se denomina a la capacidad intelectual que permite identificar la recursividad, la realimentación y los caracteres emergentes en el funcionamiento de los quehaceres de la vida cotidiana, esta metodología permitirá observar la complejidad dinámica de los fenómenos y no limitarse a la complejidad de detalles que nos lleva al reduccionismo. Para lograr tener un pensamiento adecuado, el factor fundamental es la percepción de las personas, es la persona quien percibe los objetos como sistemas o como elementos agrupados sin ninguna relación[4][5] y la Dinámica de Sistemas, es la metodología que trata de entender el comportamiento de sistemas complejos y la evolución de éste a través del tiempo, fue propuesto por el profesor Jay W. Forrester (Ingeniero Electrónico)[5], utiliza métodos de sistemas duros, sobre todo las ideas de realimentación, sistema dinámico, teoría de modelos en el espacio de estados y procedimientos de análisis numéricos; en su punto de vista se encuentran también los problemas no estructurados (blandos), como los que aparecen en los sistemas socioeconómicos[6].

La Dinámica de Sistemas es una metodología para la construcción de modelos de sistemas. estableciendo técnicas permitiendo expresar en un lenguaje formal (matemático), los modelos verbales (mentales), Hoy en día, esta metodología se utiliza en el sector público y privado para diseñar e implementar políticas mediante su emulación. La Dinámica de Sistemas, funciona como una técnica de simulación por computador, de modo que sirve para analizar, comprender y discutir situaciones y problemas complejos. Las propiedades de los sistemas son, para la dinámica de sistemas, el marco conceptual desde el cual el modelador debe percibir y representar la realidad [6][7].

La simulación, su aplicación se da cuando no encuentras técnica que permita encarar la resolución de un problema. *“Simulación es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a la experiencia, con el fin de aprender el comportamiento del sistema o de evaluar diversas estrategias para el funcionamiento del sistema”.*[8]

Siendo el modelo, es la representación de una idea, objeto o sistema, con el fin de ayudar a entender, explicar o mejorar un sistema. Para la construcción del modelo se tiene en cuenta los detalles de todo el sistema que interesan en el estudio para que realmente el sistema real. [9], El modelo es simbolizar la realidad con el fin de estudiarla, creación de ideas y pensamientos en nuestro cerebro a partir de percibir el funcionamiento de la realidad; de este modo, el modelo no solo es un sustituto de la realidad, sino también una simplificación de ella”. [10]

Los modelos tienen dos utilidades fundamentales, según [10]: Reducir la complejidad, Hacer predicciones concretas, entonces consiste en utilizar el modelo con el fin de formar una historia de estados del sistema. Siendo un proceso y el modelo usado es modelo de simulación. Un

modelo de simulación no tiene estructura especial y definida como si la tienen por ejemplo los modelos de optimización.[11]existen Modelos: Continuos, Discretos y Lógicos.

En el proceso de simulación, es la ejecución del modelo por medio del tiempo en una Pc. para producir muestras representativas del comportamiento del sistema que se desea simular. Su esencia es el hecho que comprenda cálculos numéricos, haciendo que resulte natural utilizar la informática como medio para su desarrollo. En diversas ocasiones, el modelo resultante de un sistema real a veces es complejo o grande que es imposible o práctico desarrollar una metodología de solución basada en un análisis matemático. [12].

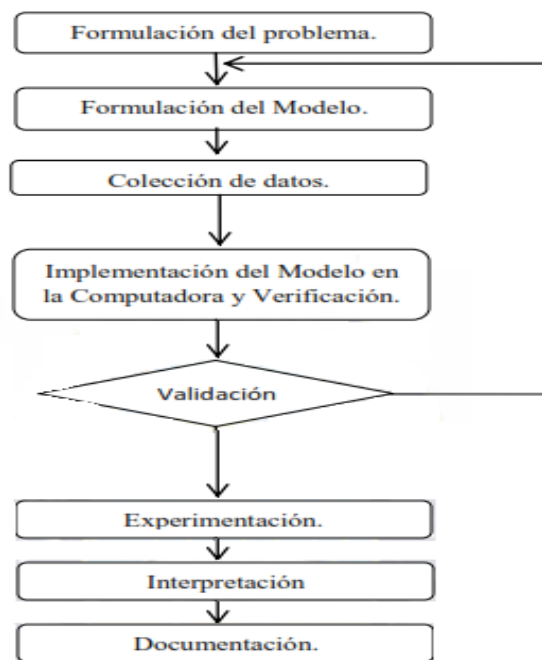


Fig. 1 Diagrama del Proceso de simulación [11]

1) **Análisis del Problema. -**

La investigación se apoya en la ley general de RR.SS. (Ley N° 27314) trata sobre la gestión de RR.SS., en todas las actividades técnicas administrativas para realizar el manejo de residuos sólidos de ámbito nacional, regional y local, además el manejo de residuos es reflejado por la aplicación de estrategias, planes y programas de acción resultantes de las actividades administrativas. Se comienza con una clara definición de objetivos, con detalles puntuales, se debe tener una definición exacta del sistema que se desea simular de importancia hacer un análisis preliminar del mismo, con el fin de definir la interacción del sistema con otros sistemas, las restricciones, las variables que interactúan dentro ella y sus interrelaciones, las medidas de efectividad que se va usar con el fin de definir, estudiar el sistema y los resultados que se esperan obtener en la investigación.

2) **Formulación del Modelo.** – Se define y construye el modelo para luego obtendrá los resultados deseados. En un modelo de decisión es necesario plantear, un modelo funcional, que es la expresión cuantitativa de lo que se desea optimizar. La parte funcional mide eficiencia del sistema y puede expresarse, para todo modelo.

3) **Colección de Datos.** - La captura de datos es la parte más costosa del estudio de simulación, insumiendo extensos periodos de tiempo. La forma de obtener los datos puede influir definitivamente en el éxito del proceso de simulación.

Los datos deben ser tratados para realizar las predicciones del comportamiento del sistema.

Si el sistema su comportamiento es aleatorio, se efectúa un análisis de la distribución estadística de las variables.

Para comprobación si es factible, se recurre a métodos de inferencia estadísticas.

4) **Implementación del Modelo en la Computadora.** - una vez que se define el modelo, se pasa a incorporar todos los componentes del modelo identificados para obtener los informes que contienen los indicadores de medición de la eficiencia del sistema, utilizando un lenguaje de programación o algún tipo de simulador para procesarlo en el Pc. y obteniendo resultados deseados.

5) **Verificación.** Es la depuración, en el procesamiento asegurando la consistencia de la estructura del modelo se realizan con diversas técnicas, cualquier combinación de ellas puede ser usada para verificar el modelo: Diseño modular de arriba – abajo, Diseño de arriba – abajo, Trazado, Pruebas de degeneración, Pruebas de consistencia.

6) **Validación.** - Es un proceso iterativo comparando el comportamiento del sistema real con el modelo para ir refinando este último hasta llegar a la precisión necesaria en sus respuestas.

7) **Experimentación.** -Consiste en generar datos y realizar un análisis de sensibilidad en los índices requeridos. Cuando ejecutamos un sistema se observa cómo se comporta dicho sistema en sentido absoluto, o comparativamente, para poder contrastar varias configuraciones alternativas del sistema.

Podemos considerar dos aproximaciones:

Conjunto de experimentos predeterminado, Un conjunto de estas técnicas se conoce como Metodología de Superficie de Respuesta (RSM).

8) **Interpretación.** - Los modelos analíticos nos dan soluciones a una medida de ejecución completamente definidas, los modelos de simulación nos dan estimaciones de las medidas que están sujetas a error. Siendo las salidas del modelo de simulación se

consideran muestras, el modelo. Se realizan dos tipos de análisis con un modelo de simulación:

Análisis para sistemas con final definido: La ejecución del modelo finaliza cuando ocurre un evento específico.

Análisis para sistemas con final no definido (sistemas en estado de equilibrio o estacionario): Las medidas estacionario se pueden definir como el valor de las medidas en el límite, cuando la longitud de la ejecución tiende a infinito.

- 9) **Documentación.** - Se redacta los procesos de simulación, para documentarlo, hay dos tipos de documentación. La que requiere que sea técnico y documentación de procesamiento de datos, el manual de usuario, facilitando la interacción y el uso del modelo desarrollado.
- 10) **Lenguaje de Simulación.** Es un programa que ejecuta la simulación, facilita detección automática de errores potenciales que han sido identificados, reducen tiempo en el desarrollo, son lenguajes de simulación podemos mencionar el GPSS, SIMSCRIPT, SIMULA SIMPL/I, SIMULATE, entre otros. [10].

El propósito que planteamos es desarrollar un modelo a través del pensamiento sistémico, que permita luego la simulación con STELLA ® de la gestión de residuos sólidos municipal del distrito de Salas Guadalupe, 2019 para ello requerimos cumplir los siguientes objetivos: determinar los diferentes actores dentro del proceso de la gestión de RS para el diagnóstico actual del distrito de Salas Guadalupe, desarrollar un modelo de simulación con STELLA® permitirá pronosticar la situación de los residuos sólidos de distrito Salas Guadalupe y por ultimo simular el modelo planteado con STELLA ®. para proyectar a 10 años la disposición de Residuos Sólidos en el Distrito de Salas Guadalupe, 2019.

Para cumplir el objetivo principal: utilizar el modelo propuesto con simulador STELLA ®. Para mejorar la gestión de RR.SS. Municipal del Distrito de Salas Guadalupe Ica, 2019.se aplico la dinámica de sistemas que permitiría comprender las causas estructurales que provocan el comportamiento de un sistema. En ella se utiliza variables cualitativas y cuantitativas, permitiéndonos construir modelos complejos, en este caso se hará una evaluación del modelo actual y un modelo propuesto a fin de corregir las variables criticas identificadas en el modelo actual [13], y tener en cuenta el marco legal fundamentándose en:

- Constitución Política del Perú - Título III, Capítulo II: del Ambiente y los Recursos Naturales (1193).
- Ley General del Ambiente (Ley 28611 del 15-10-2005).
- Ley de creación del Ministerio del Ambiente (D.L. N° 1013 del 14-05-2008)

- Ley que modifica el Título XIII del Código Penal (Delitos contra la ecología, Ley N° 635 del 06-04-1991), por el Título XIII: Delitos Ambientales (Ley N° 29263 del 02-10-2008).
- Ley General de Salud (Ley N° 26842 del 20-07-1997).
- Ley General de Residuos Sólidos (Ley N° 27314 del 21-07-2000) y su reglamento (D.S. N° 057-2004-PCM del 24-07-2004).
- Ley Orgánica para el Aprovechamiento de los Recursos Naturales (Ley N° 26821 del 26-06-1997).
- Ley sobre la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica (Ley N° 26839 del 08-07-1997)
- Ley Forestal y de Fauna Silvestre (Ley N° 27308 del 16-06-2000).
- Ley General de Amparo al Patrimonio Cultural de la Nación (Ley N° 24047 del 05-01-1985 y sus modificatorias (Ley N° 24193 del 06-06-1985 y Ley N° 25644 del 27-07-1992).
- Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades (Ley N° 26786 del 13-05-1997).
- Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA - Ley N° 27446 del 23-04-2001) y su Reglamento.
- Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental (Ley N° 28245 del 04-06-2004 y su reglamento D.S. N° 008-2005-PCM del 28-01-2005)
- Ley de Áreas Naturales Protegidas (Ley N° 26834 del 30-07-1997).
- Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338 del 31-03-2009).

Tiene como sustento básico lo siguiente:

- Ley N° 27972 Ley Orgánica de Municipalidades
- Ley N° 27783 Ley de Bases de la Descentralización
- Ley N° 28611, Ley General del Ambiente
- Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades
- Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos y La Modificatoria, El D.L. N° 1065
- Reglamento de la Ley N° 27314 - Ley General de Residuos Sólidos y su Modificatoria, D.S.N ° 057 - 2004 – PCM

En el año 2020 Aguilar, Álvarez y Álvarez Cedillo [14] proponen la distribución geográfica idónea de los centros de gestión de los RSU, se abordó desde la Soft System Methodology (SSM) obteniéndose cinco grupos geográficos a través del algoritmo k-medias obteniendo la ubicación de los sitios, entre los grupos (cluster) de actores. Los resultados mostraron que la ineficiencia en la gestión ambiental en Oaxaca es por la falta de planeación gubernamental de

la distribución de los centros de acopio, la falta de participación de actores sociales y políticos lejanos a la gestión ambiental, pero que afectan fuertemente el proceso.

Gutiérrez en el año 2020 [15] tuvo el propósito del entendimiento y validación del modelo de logística inversa con el fin de la recuperación de RAEE desde el diseño y la construcción de un modelo de simulación con perspectiva del pensamiento sistémico y la dinámica de sistemas; fue elaborado en base en la información del proceso de recuperación en forma artesanal que usan las organizaciones de la región, y aquellas que tienen niveles aceptables de tecnología para realizar acciones de recuperación. Viendo el resultado en el modelo propuesto mostrando patrones de comportamiento consistentes y pueden ser utilizados en diferentes escenarios y otros procesos productivos para el reciclaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Hay mucha variabilidad e incertidumbre en la investigación del sistema de retorno de EEE, lo que lo hace difícil. Esto obliga a utilizar la dinámica de sistemas como herramientas robustas.

Gonzales en el 2019 [17] posiciona la valorización de los RSU desde un enfoque sistémico e integrador dentro de marco epistemológico de la sustentabilidad urbana teniendo como propósito abordar las dimensiones política, económica, social y ecológica que constituyen la sustentabilidad desde diferentes perspectivas disciplinares desde el marco metodológico de sistemas complejos. Por tal presenta una propuesta de estrategia teórico-metodológica de carácter sistémico, vincula la dimensión política desde la perspectiva de los conductores políticos en la gestión de residuos y el marco de la Integrated Solid WasteManagment, Los resultados muestran en primera instancia, la articulación propuesta, y en segunda instancia, la contextualización de la misma en la ciudad de Mar del Plata.

En el año 2019 Vega [18] analiza los efectos de los residuos sólidos en la ciudad de Chimbote utilizando un modelo dinámico basado en el enfoque de sistemas, siendo una investigación aplicada, de nivel descriptivo, se utilizó el software de simulación Stella y VenSim, en los resultados se observó que, al incrementar la población Chimboteña, incrementa las toneladas de basura; de una población de 540 451.14 habitantes que generan 421.81 toneladas de basura, se observa también de las políticas que; las empresas a nivel nacional generan mayor dinero recaudado que los intermediarios de las empresas locales al venderse los residuos sólidos por toneladas, siendo la venta a empresa locales de S/.732 287.84 las ventas realizadas a empresas a nivel nacional es mayor con S/. 829 005.10.

Yactayo en el 2013 [19] diseño un Modelo de Gestión Ambiental para el Manejo de Residuos Sólidos Hospitalarios, lo 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 con un desacuerdo en un 100% con lo establecido Norma Técnica para el Manejo de Residuos Sólidos Hospitalarios. También 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.

Ramírez Shupingahua, S. (2014) [20] investigo como optimizar las rutas de recojo de residuos sólidos en el distrito de Tarapoto mediante el uso de la dinámica de sistemas, Se observó el comportamiento del sistema de recolección de RRSS aplicando dinámica de sistemas; se utilizó la dinámica de sistemas para construir modelos de solución para el sistema de recolección de RRSS; simular modelos matemáticos para analizar y discutir resultados; definir las mejores rutas mediante programación. En el desarrollo de la propuesta se utilizó como método la dinámica de sistemas, la cual consta de tres fases; conceptualización, formulación, análisis y evaluación; Los resultados de estos pasos se utilizan para predecir el comportamiento del RRSS. Los resultados obtenidos en el estudio revelaron que el uso de la dinámica de sistemas como metodología contribuye a la mejora del plan de recolección de RRSS de Tarapoto, y la programación lineal sugiere la posibilidad de optimizar las rutas de recolección de residuos de RRSS. del distrito. En la actualidad, no existe ninguna investigación sobre el tema de tesis, pero si existen datos sobre manejo de residuos sólidos de la Municipalidad de Ica.

La puesta en marcha de la investigación se justifica por la Necesidad de remediar los problemas ambientales generados por los residuos sólidos, eliminando los puntos críticos a través de un servicio con criterio técnico y ambientalmente adecuado, que cumpla con las normas legales vigentes, en cada etapa del manejo de los residuos sólidos, mejorando así, la imagen del distrito y propiciando el turismo, existe la viabilidad para segregar los residuos sólidos inorgánicos como orgánicos, con la finalidad de generar en el tiempo un Proyecto sostenible, económica y ambientalmente, lo que incluirá la implementación de una zona de segregación de residuos, para su posterior venta o reciclaje, también para reciclar residuos sólidos orgánicos, a través de tratamientos acordes a su realidad.

La importancia del proyecto analizar la situación actual de los RRSS con el simulador y al crear un modelo a través de la metodología de dinámica de sistemas (pensamiento sistémico) y simular con el software STELLA ® ,permitiendo ver el manejo de los residuos sólidos en las Municipalidades con el fin de poder llegar a sensibilizar la población con nuestro trabajo y mostrar, que el aprovechamiento de los residuos se puede implementar de manera eficiente y lograr un manejo sostenible de dichos residuos, este proyecto ayudara al análisis e

interpretación de información y sensibilización ambiental de la población del distrito de Salas Guadalupe, incidiendo prioritariamente en el manejo de los residuos sólidos domiciliarios generados, por ser éste, uno de los problemas ambientales más visible en el distrito, por ello, será necesario la toma de decisiones por parte de sus Autoridades, para mitigar y controlar los impactos negativos que se están generando, lo que exige cambios radicales, en las actitudes de su población, lo que sin duda solo podrá lograrse mediante la participación y cooperación de los mismos, para la obtención de beneficios ambientales, económicos y sociales, que conllevaran a la larga al desarrollo sostenible del distrito, para ello nos preguntamos: ¿Cómo el desarrollo de un modelo con enfoque sistémico influirá en la mejora de los procesos en la gestión de RR.SS. del distrito de salas Guadalupe - Ica, 2019.

II. ESTRATEGIA METODOLOGÍA

La investigación es de enfoque cuantitativo, porque es apropiada cuando queremos estimar magnitudes u ocurrencias de los fenómenos” [21],[22] de tipo aplicada o Tecnológica se busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren [23, p.23]. y transversal porque solo se pretende medir y recopilar información en un solo momento de forma independiente o conjunta sobre los conceptos o variables a los que se refieren [21, pp. 92, 154], de diseño experimental [21, p.142], consiste en administrar un estímulo o tratamiento a un grupo y después aplicar una medición de una o más variables para observar cuál es el nivel del grupo en éstas, diagramándose de la siguiente manera: **G O1 X O2**

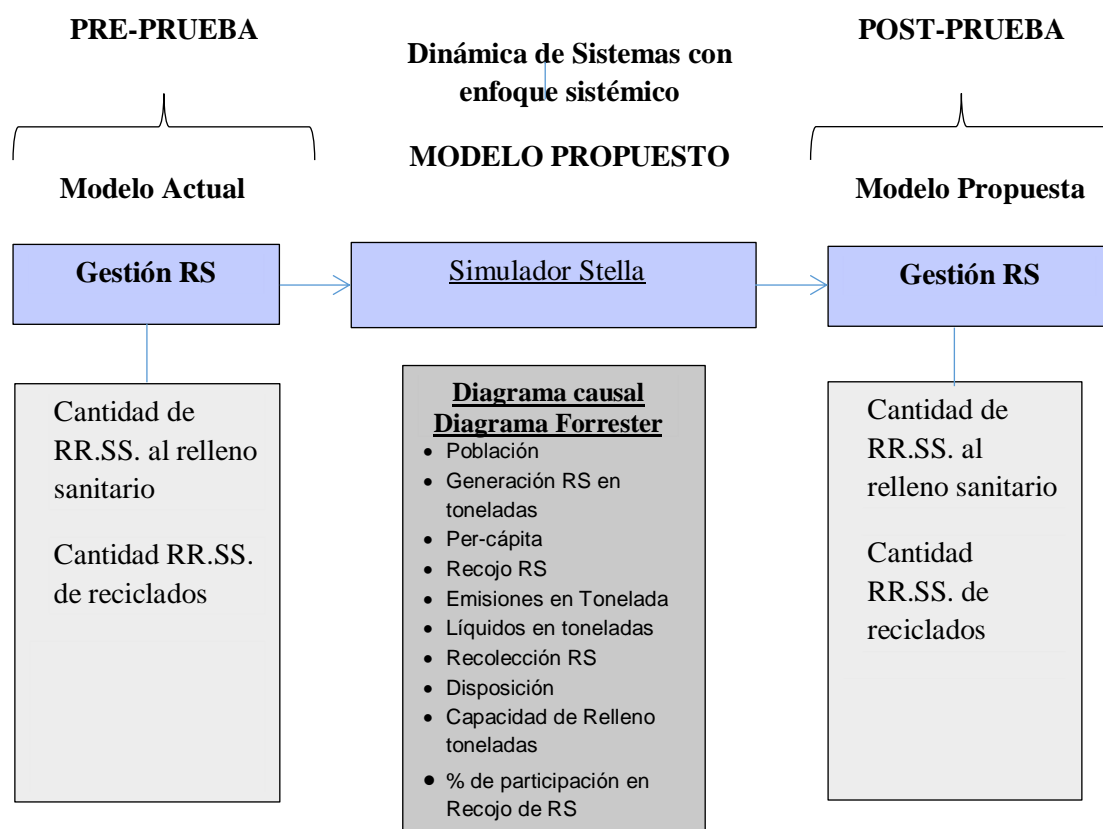


Fig. 2. Diseño de la investigación, fuente: elaboración Propia

Conociendo que el estudio tiene diversos de factores que intervenir en el problema a investigar es necesario la aplicación de una metodología que se adapte a estos problemas sistémicos siendo la Dinámica de Sistemas. logrando buenos resultados para el manejo de los RR.SS. ya sean municipales o para predicción de generación o modelos de regionalización en diferentes países.

Se estableció los diagramas causales, de niveles y flujos y sus respectivas simulaciones con ayuda del software Stella ®, comprendiendo las causas estructurales que provocan el comportamiento de un sistema. En ella se utiliza variables cualitativas y cuantitativas, construyendo modelos complejos, en este caso se hizo una evaluación del modelo actual y un modelo propuesto a fin de corregir las variables críticas identificadas en la primera (modelo Actual).

Fase de desarrollo

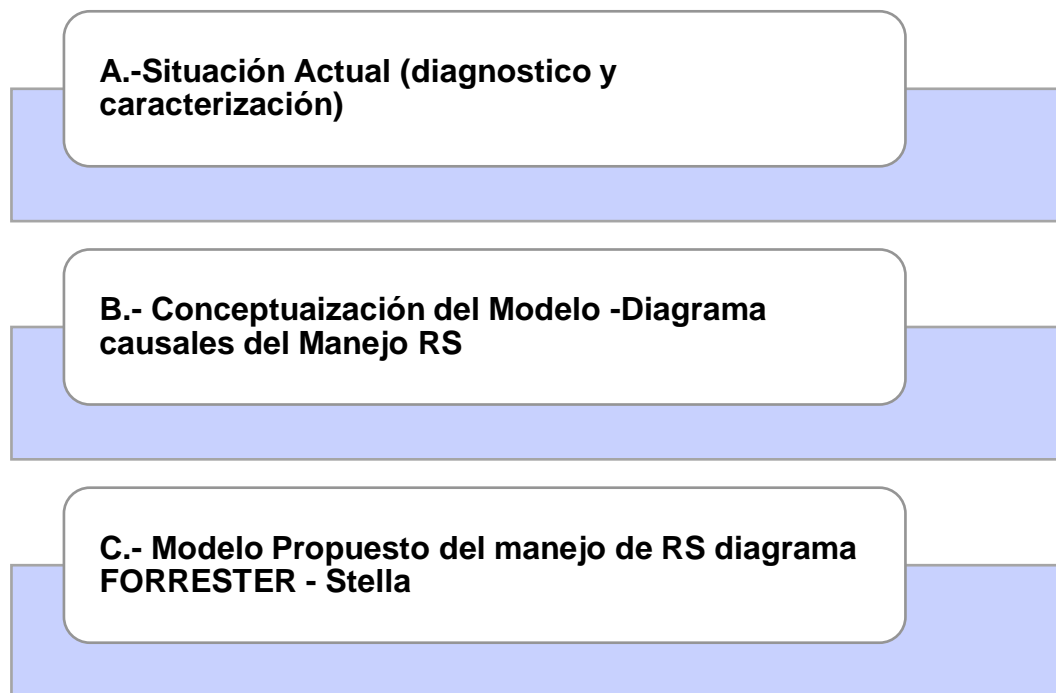


Fig. 3. Fase de Desarrollo, fuente: elaboración Propia

La población a ser analizada en la investigación es el distrito de Salas Guadalupe, Se tomo muestra de 7 viviendas con un promedio de 5 habitantes por cada vivienda, tomada aleatoriamente, para la recolección de datos fue diseñado el formulario de preguntas que se obtuvo la información de la Municipalidad del distrito de Salas Guadalupe, así como:

- Reg. de los pobladores del distrito de Salas Guadalupe
- Reg. de toneladas provenientes del distrito Salas Guadalupe, echados al vertedero del distrito de Salas Guadalupe
- Revisión de sitios Web nacionales e internacionales a través de INTERNET.
- Bibliografía referente al tema de los RSD, dinámica de sistemas, simulación y software Stella ®, Vensim y hoja de cálculo con el fin de procesar la información real y los resultados del modelo.

Los materiales e instrumentos, se utilizó los siguientes el equipo de informática, grabadora para entrevistas.

Luego de obtenerse los resultados del Plan integral de gestión ambiental de residuos sólidos - PIGARS del distrito Salas Guadalupe, para determinar los volúmenes y composición de los residuos, recolección de Vivienda y comercial (barrido de vías públicas), Se aplicó para todas las variables un análisis de datos cuantitativos el software Stella, Vensim el Modelo de simulación propuesto para la mejora de gestión de RR.SS., los datos recolectados se ordenaron y tabularon bajo un sistema computarizado, empleando el paquete estadístico SPSS ver 25 realizando el análisis descriptivo, así mismo se usó el Programa Excel V. 2016 para elaboración de las tablas y gráficos estadísticos.

III. RESULTADO

3.1. FASE DE DESARROLLO

A. Situación actual (Diagnóstico y caracterización.)

El distrito de Salas perteneciente a la provincia de Ica, departamento de Ica en el Perú. Su población total 17,973 hab. y en la capital de distrito Guadalupe asciende a 4.930 habitantes, con tasa de crecimiento anual de 2.3%. Siendo su capital Guadalupe ubicado a 430 msnm.



Figura 4 Mapa de ubicación del Distrito Salas de Guadalupe

Fuente: INEI

Geográfica

Salas distrito de mayor extensión de la provincia de Ica, con una zona desértica donde predomina el granito, sólo apenas la parte extrema sur es regada por algunas acequias provenientes del río Ica. Está ubicado aproximadamente a 37 km del mar, y una altura promedio a los 405 m.s.n.m.

En la actualidad, el Distrito tiene aproximadamente 17,973 habitantes, que pueblan sus 6 caseríos: Villacurí, Nuestra Señora de Guadalupe, Cerro Prieto, Collazos, Camino de Reyes, y Guadalupe (Capital de Distrito) con 4,930 hab. Ríos: Ica. Lagunas: Huacachina.

Tabla 01 Población del Distrito de Salas Guadalupe

3.14 ICA: POBLACIÓN CENSADA POR ÁREA URBANA Y RURAL, ÍNDICE DE URBANIZACIÓN, SEGUN PROVINCIA Y DISTRITO, CENSO NACIONAL 2007

Provincia y Distrito	Población			Índice de Urbanización
	Total	Urbana	Rural	
Total	711 932	635 987	75 945	89,3
Provincia Ica	321 332	293 950	27 382	91,5
Ica	125 189	124 789	400	99,7
La Tingüña	30 902	27 723	3 179	89,7
Los Aquijes	16 298	14 060	2 238	86,3
Ocucaje	3 639	1 423	2 216	39,1
Pachacútec	6 000	5 594	406	93,2
Parcona	50 349	49 090	1 259	97,5
Pueblo Nuevo	4 588	1 991	2 597	43,4
Salas	17 973	15 612	2 361	86,9
San José de Los Molinos	6 070	4 254	1 816	70,1
San Juan Bautista	12 430	10 674	1 756	85,9
Santiago	23 657	16 636	7 021	70,3
Subtanjalla	19 019	18 254	765	96,0
Tala	4 101	3 730	371	91,0
Yauca del Rosario	1 117	120	997	10,7

Fuente: INEI



Figura 5. Vista satelital

Fuente: Google.

La Municipalidad de Salas Guadalupe por medio de sus subgerencias cumplen la función de recolección, tratamiento y transformación de RR.SS. que genera la población. Este tiene el objetivo brindar buen servicio sobre disposición de estos RR.SS. en bien de la salud de la ciudadanía evitando algún tipo de enfermedad o epidemias que se generan a partir de los RR.SS.

MISION DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE de SALAS GUADALUPE

Misión:

La Municipalidad Distrital de Salas Guadalupe, es un gobierno local democrático, transparente y eficaz que genera oportunidades para el desarrollo humano.

Organigrama de la Municipalidad Distrital de Salas Guadalupe

El organigrama actual de la Municipalidad Distrital de Salas Guadalupe presenta las siguientes áreas: Figura

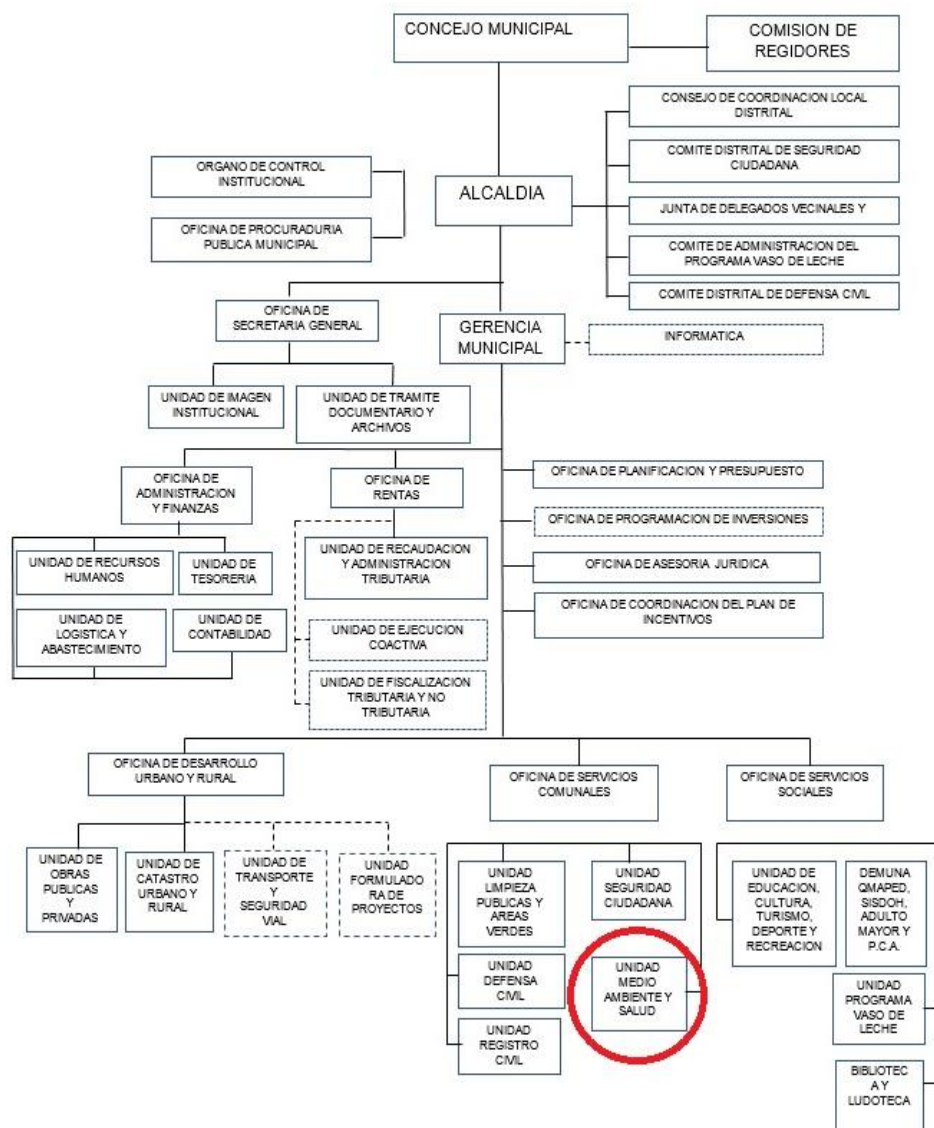


Fig. 6 Organigrama de la Municipalidad de Salas Guadalupe

Fuente: Municipalidad de Salas Guadalupe

DIAGNOSTICO INTERNO

Recolección y transporte de residuos solidos

La recolección de RR.SS. se realiza con maquinarias obsoletas en el distrito de Salas Guadalupe. Se recolectan estos RR.SS. municipales (domiciliarios, de centros comerciales y de limpieza de espacios públicos) y de actividades otras (faenas de trabajo, ferias, procesiones, festividades entre otros).

Generación per cápita (GPC) de los residuos domiciliarios

La generación per-cápita de residuos sólidos domiciliarios del distrito de Salas Guadalupe es de **0.410 Kg/hab-día** y ha sido determinado considerando el promedio ponderado de los resultados validados de generación per-cápita de los 7 días considerados durante el estudio.

Proyección de la generación total de RR.SS. domiciliarios.

Tabla 2. Generación de RR.SS. domiciliarios

Año	Población estimada	GPC Domiciliario (Kg/hab./día)	Generación Domiciliaria (Ton/día)
2019	5038	0.410	2,05

Fuente: PIGARS – Municipalidad de Salas Guadalupe

Tabla 3. Densidad de los residuos sólidos domiciliario

Parámetro	Peso volumétrico diario (Kg/m³)							PV promedio kg/m³
Peso del Residuo (kg)	14,985	21,776	17,7	19,835	14,795	19,705	16,455	154,31
Volumen que ocupa el residuo (m ³)	0,116	0,121	0,116	0,107	0,114	0,119	0,119	
Peso Volumétrico (PV)	128,72	179,72	152,04	185,53	129,74	165,88	138,52	

Fuente: PIGARS, Municipalidad de Salas Guadalupe.

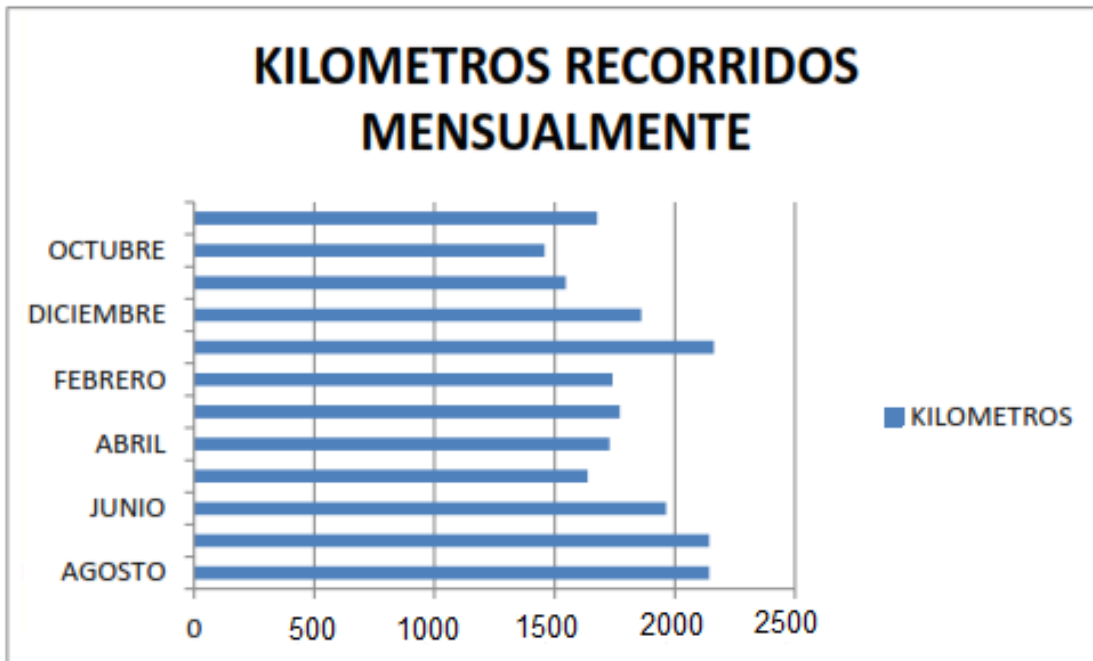


Fig.7 Recorrido Mensual por Kilometro

Fuente: PIGARS, Municipalidad de Salas Guadalupe.

Generación de RR.SS. Municipales

La generación de RR.SS. Municipales en el distrito de Salas Guadalupe es de **2518,642 Kg/día**, siendo más representativos la generación domiciliaría.

Tabla 4. Generación de RS.

Población Urbana del Distrito (hab.)	GPC domiciliaria (Kg/hab./día)	Generación Domiciliaria (Kg/día)	Generación No domiciliaria (Kg/día)	Generación Municipal (Kg/día)	GPC Municipal (Kg/Hab./día)
4990	0,415	2070,85	447,792	2518,642	0,504737876

Fuente: PIGARS, Municipalidad de Salas Guadalupe.

La generación per-cápita de residuos sólidos domiciliarios del de Salas Guadalupe es de **0.410 Kg/hab-día** considerando el promedio ponderado de los resultados de generación per-cápita de los 7 días en el periodo de estudio

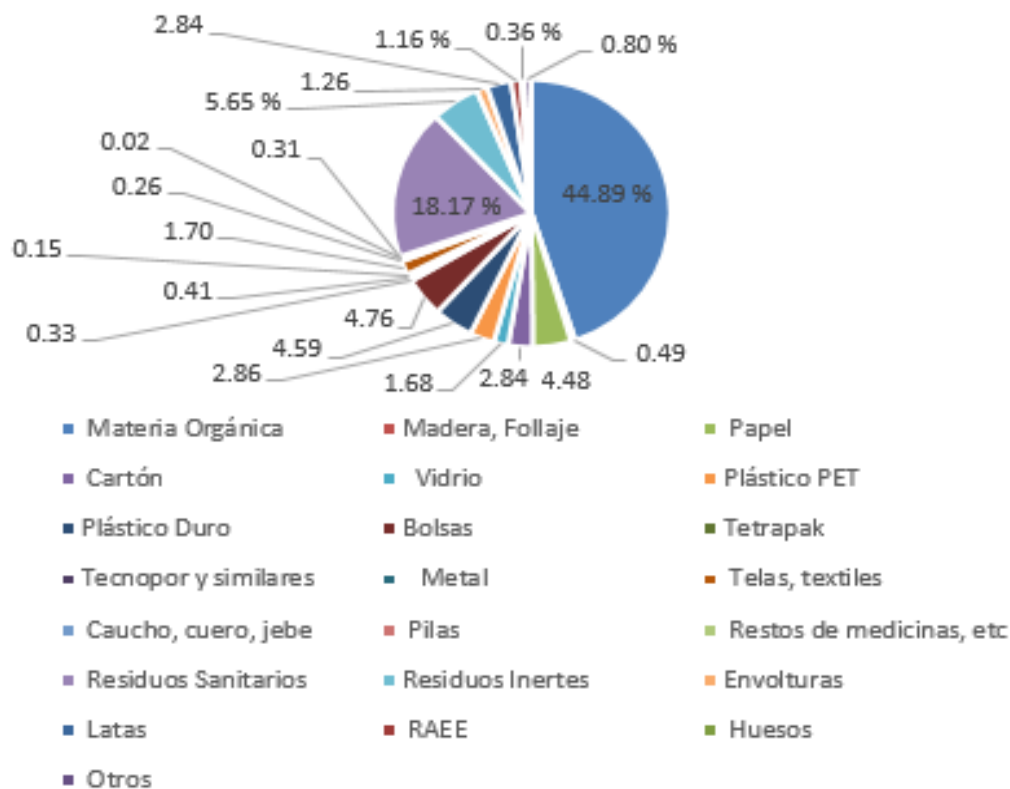


Figura 8: Residuos sólidos domiciliarios
Fuente: PIGARS, Municipalidad de Salas Guadalupe

RESIDUOS SÓLIDOS NO DOMICILIARIOS

Tabla 5. Resumen por actividad económica

Tipo de predio no domiciliario	GIRO	Nº Establecimiento	Generación Total (Promedio Diario) Kg/día	Generación Distrital Total por Fuente de generación (Kg/día)
COMERCIO	Bodegas	35	1.245	g
INSTITUCIONAL	Oficinas administrativas	4	2.37	9.47
	Instituciones educativas	9	6.58	59.26
SERVICIOS	Restaurantes	3	1.66	4.99
AREAS PUBLICAS	Barrido calles	6	55.08	330.48
Total de Residuos sólidos no domiciliarios		57	66.94	447.77

Fuente: Elaboración Propia

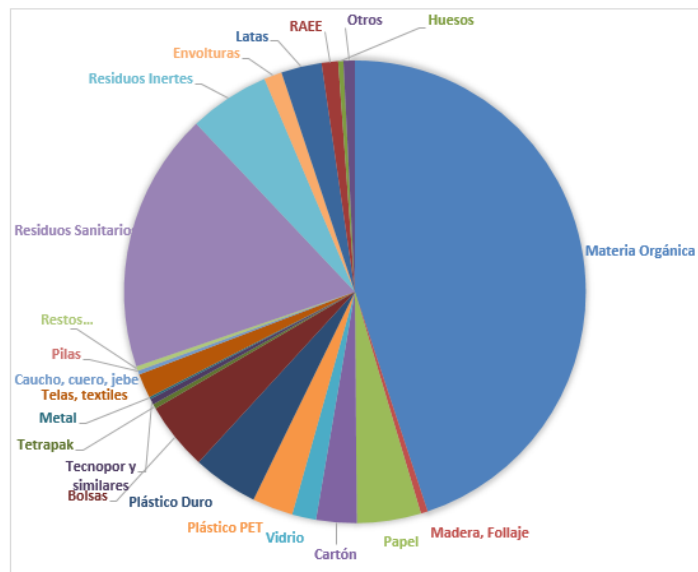


Fig. 09 Residuos Sólidos No Domiciliarios
Fuente: Elaboración Propia

B. CONCEPTUALIZACIÓN DEL MODELO

Se generaliza el sistema real, que variables intervienen en ella, cuáles son sus valores, cuáles son los inputs y cuáles los outputs; las relaciones entre las variables.

1. IDENTIFICACION DE VARIABLES

En la figura 4.1, las variables que se usaron en el análisis, son los siguientes: nombre-impacto-movimientos-indicador-fuente- mo (modelo).

- **Utilidad de EPS de recojo de basura (Utilidad – Soles / mo):** muestra impacto con la posibilidad de invertir en el equipamiento de flota de camiones recolectores de RR.SS. Al iniciar la simulación la utilidad promedio es de 14,040 SOLES / mo variará según los eventos.
- **Flujo de RR.SS. de los mercados (FBM – Ton / mo):** Interviene en la planificación de la cantidad de RR.SS. que se recoge. un mercado genera en promedio 0.17 Ton / mo de residuos sólidos.
- **Eficiencia total del Trabajo (ET – Ton / (mo * barrendero)):** Se inicia con 0.3 toneladas mensuales por barrendero, influyendo en el número de personas encargadas.
- **Capacidad Mensual en el Distrito de Salas Guadalupe (CAP – Ton / (mo*camiones):** Se inicia la simulación el Distrito de Salas Guadalupe cuenta con una capacidad de 33.5Ton/(mo*camiones).

- **Flujo de generación de Residuos Sólidos en la calle (FBC – Ton /mo):** Representa la cantidad de basura de la vía pública generada por la población del distrito, recolectada por los camiones recolectores. $BG = 0.575 \text{ Ton / mo}$.
- **Despido o alquiler de los camiones (ACM – camiones /mo):** Número de unidad contratado en adición a la flota predeterminada, en casos de picos de generación de RRSS.
- **Defunciones (DEF – Habitante / mo):** Es la tasa de fallecidos al mes es de 0.010136% en el distrito de Salas Guadalupe Se inicia la simulación en # de personas que fallecen al mes es de 4.
- **Nacimientos (NACI – Habitante / mo):** Es la tasa de nacimientos por mes del Distrito de Salas Guadalupe es 0.04997%, en inicio de la simulación representa 17 nacimientos.
- **Número de Ambulantes (AMB – Ambulante):** Es el número de ambulantes. Para esta simulación se empleó por cada 400 habitantes existe un ambulante, también emisor de RR.SS. que se acumulan en la vía pública. Al iniciar la simulación contamos con 86 ambulantes.
- **Camiones Disponibles (CDISP – Camiones):** número flota disponible, se asignará al encontrar picos de operación.
- **Número de viviendas por población (NVP – viviendas):** influye en el modelo, considerando a cada vivienda como unidad generadora de RR.SS. El pronóstico del # de viviendas, está en función del # de habitantes en el distrito de Salas Guadalupe y luego es deducimos según la serie de datos que se muestran a continuación. Ver la Figura 9

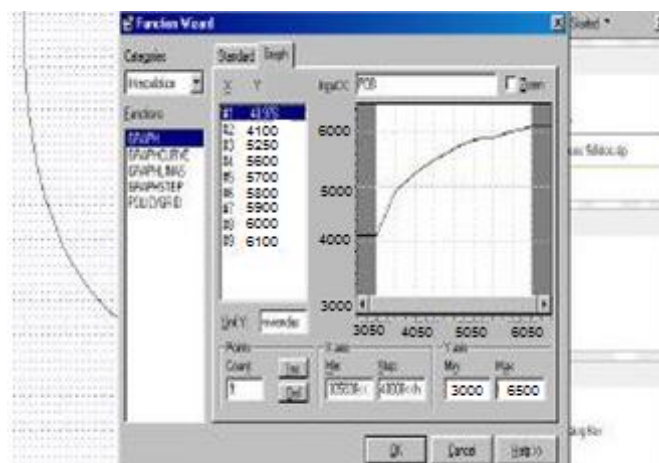


Figura 10: Cantidad de viviendas por población

- **Número de mercados por la población (NMP – mercados):** Los mercados fuentes

generadoras de RR.SS., la creación de nuevos mercados con el fin de satisfacer la demanda insatisfecha se refleja en la siguiente gráfica. Ver la Figura 10.

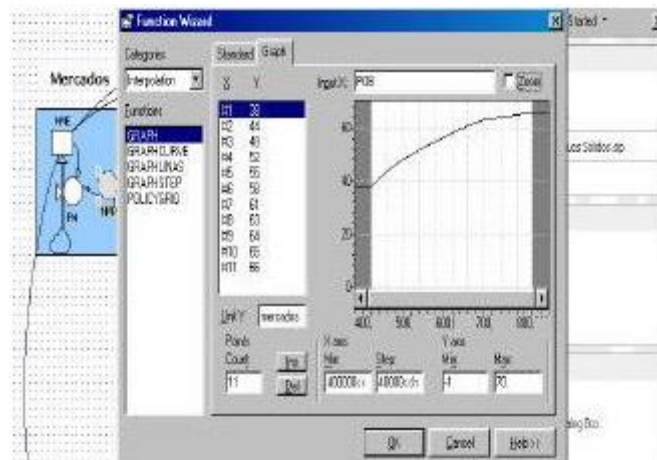


Figura 11: Número de mercados por población

- **Flujo de mercados (FM – mercados / mo):** Es el # de mercados que se incrementan en el distrito por el incremento de la población.
- **Flujo de viviendas (IV – viviendas / mo):** Incremento mensual * viviendas que se produce en el distrito de Salas Guadalupe Para iniciar la simulación, se estima 7 viviendas más en el primer mes.
- **Flujo de Residuos Sólidos recogida * vecinos (FRBV – Ton / mo):** De los RR.SS. encontradas en la vía pública, aprox 0.5% es recogida, el resto por barrenderos contratados por la Municipalidad.
- **Cantidad recogida mensual (CM – Ton / mo):** Número de toneladas recogidas por camiones recolectores.
- **Flujo de Residuos Sólidos recogida (FRB – Ton / mo):** cantidad de RR.SS. que recolecta por flota de camiones recolectores. Al inicio de la simulación recolecta 0.5 Ton / mo.
- **Flujo de Residuos Sólidos recogida por barrenderos (FRBB – Ton / mo):** Recogida de RR.SS. por barrenderos se recolectar 0.3 Ton/mo al inicio de la simulación.
- **Operativos de Limpieza (OPE – Ton / mo):** los operativos de limpieza de la Municipalidad junto con los vecinos, al inicio la simulación se recolecta 0.6 Ton/mo
- **Flujo de Residuos Sólidos producida por las personas (FBP – Ton / mo):** Cantidad de RR.SS. generado por la población del distrito Salas Guadalupe En la Figura 12 (diagrama causal), se detalla las variables con sus respectivas descripciones y unidades.

2. DEFINICIÓN DE VARIABLES

En el modelo del sistema de recolección, tratamiento y disposición de residuos sólidos de la ciudad de Salas Guadalupe tienen las siguientes variables o factores que intervienen son:

- Población, Residuos recolectados dirigido al relleno
- Promedio de viviendas * rutas
- Generación de RRSS
- Demanda de servicio, Tasa de recolección de RR
- Rutas de recolección de RR
- Generación de nuevas rutas de recolección
- RRSS en relleno sanitario
- Patrón de consumo urbano, Rechazo social
- Pago gestión de residuos sólidos de la ciudadanía
- Vertederos ilegales, Adquisición final de artículos
- Reciclaje, Separación de origen de residuos sólidos
- Costo gestión, Vida útil del relleno sanitario
- Inversión, Transporte especializado
- Porcentaje de residuos sólidos recolectados hacia el relleno
- Ingresos Totales, Estación de transferencia
- Relación por metro cubico de residuos sólidos
- Capacidad de compactación de residuos sólidos
- Costo de recolección de RRSS
- Reciclaje, Construcción de rellenos sanitarios
- Estrategias y plan de acción, Rechazo social

D. ECUACIONES DEL MODELO

Se observan las ecuaciones del modelo con sus respectivos valores en las variables.

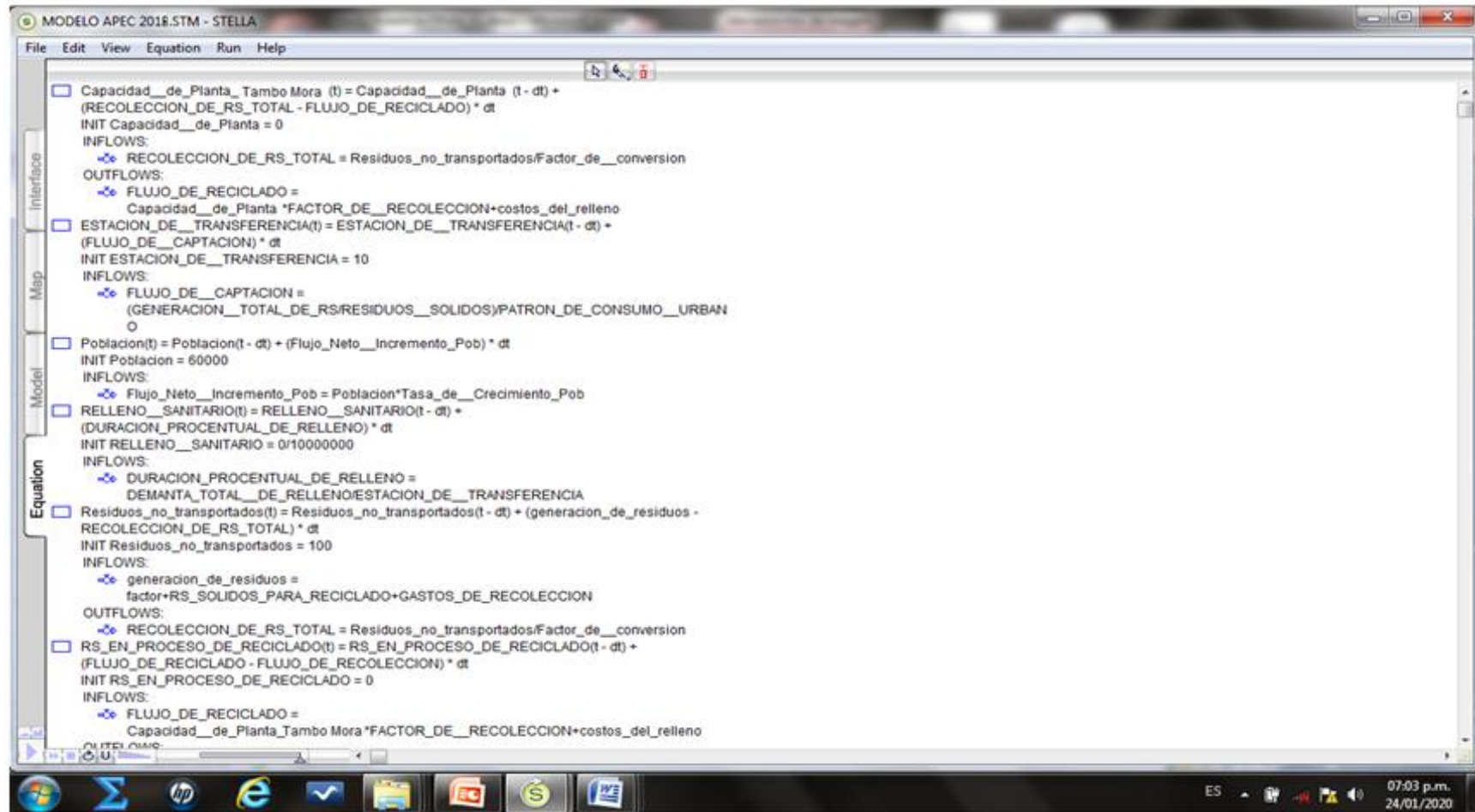


Figura 14. Ecuaciones del Modelo

Fuente: Resultados del Software

3.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

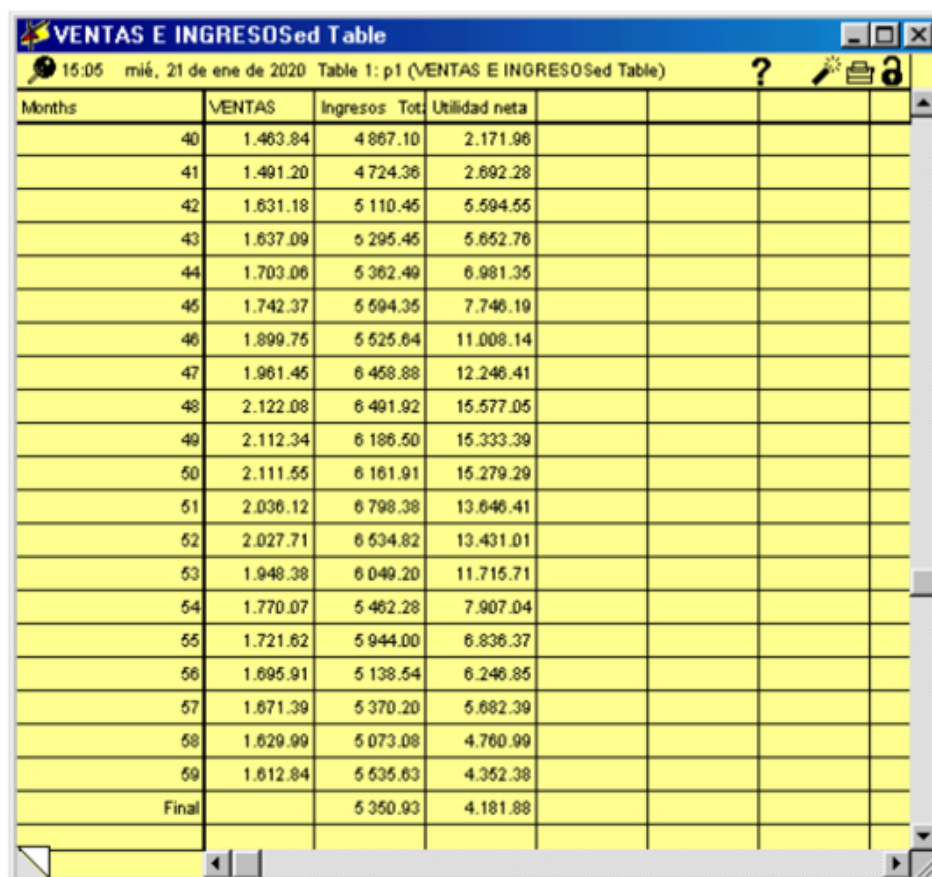
Validación del modelo propuesto de residuos sólidos del distrito de Salas Guadalupe, a través de la prueba de Shapiro-Wilk

Luego del diseñado y formulado el modelo del caso en estudio, es validado, los datos obtenidos de los modelos de simulación se evaluarán con la prueba de Shapiro-Wilk.

Simulación del modelo.

Al realizar la simulación del modelo representa la gestión de RR.SS. municipales, se obtuvo los siguientes valores:

Tabla 6. Residuos sólidos simulados



Months	VENTAS	Ingresos Tot	Utilidad neta
40	1.463.84	4 867.10	2.171.96
41	1.491.20	4 724.36	2.692.28
42	1.631.18	5 110.45	5.594.55
43	1.637.09	5 295.45	5.652.76
44	1.703.06	5 362.49	6.981.35
45	1.742.37	5 594.35	7.746.19
46	1.899.75	5 525.64	11.008.14
47	1.961.45	6 458.88	12.246.41
48	2.122.08	6 491.92	15.577.05
49	2.112.34	6 186.50	15.333.39
50	2.111.55	6 161.91	15.279.29
51	2.036.12	6 798.38	13.646.41
52	2.027.71	6 534.82	13.431.01
53	1.948.38	6 049.20	11.715.71
54	1.770.07	5 462.28	7.907.04
55	1.721.62	5 944.00	6.836.37
56	1.695.91	5 138.54	6.246.85
57	1.671.39	5 370.20	5.682.39
58	1.629.99	5 073.08	4.760.99
59	1.612.84	5 535.63	4.352.38
Final		5 350.93	4.181.88

Fuente: Resultados con simulador.

Utilizando los datos reales y comparando que se obtuvieron de la simulación del modelo propuesto, lo presentaremos en meses.

Residuos sólidos recolectado reales del distrito de Salas Guadalupe - Ica

Los datos sobre la cantidad de residuos sólidos reales recolectados en el distrito de Salas Guadalupe de Ica durante el 2019 son como sigue:

Tabla 7. Cantidad de residuos sólidos reales 2018-2019 de la Municipalidad de Salas Guadalupe

RESIDUOS 2018 - 2019	
Toneladas métricas.	
MES	REAL
2018 - 05	4 500
2018 - 06	4 200
2018 - 07	4 140
2018 - 08	4 650
2018 - 09	4 580
2018 - 10	4 680
2018 - 11	5 100
2018 - 12	5 250
2019 - 01	5 950
2019 - 02	5 400
2019 - 03	5 550
2019 - 04	5 580
2019 - 05	5 490
2019 - 06	5 280
2019 - 07	5 100
2019 - 08	5 270
2019 - 09	5 360
2019 - 10	5 010
2019 - 11	4 700
2019 - 12	4 770

Fuente: Dirección estadística, Municipalidad distrital de Salas Guadalupe, 2019

Tabla 8. Cantidad de residuos sólidos simulados 2018-2019 de Salas Guadalupe

RESIDUOS 2018 - 2019	
Toneladas métricas.	
MES	simulado
2018 - 05	4 590
2018 - 06	4 470
2018 - 07	4 890
2018 - 08	4 910
2018 - 09	5 110
2018 - 10	5 230
2018 - 11	5 700
2018 - 12	5 880
2019 - 01	6 370
2019 - 02	6 340
2019 - 03	6 330
2019 - 04	6 110

2019 - 05	6 080
2019 - 06	5 840
2019 - 07	5 310
2019 - 08	5 370
2019 - 09	5 490
2019 - 10	5 480
2019 - 11	4 980
2019 - 12	4 880

Fuente: Elaboración propia

Ambas series de datos referentes a la variable Residuos sólidos (en toneladas) tanto reales como simulados se analizará la diferencia con Shapiro Wilk.

Tabla 9. Diferencia de RR.SS. 2018-2019 de Salas Guadalupe

Toneladas métricas			
MES	REAL	SIMULADO	DIFERENCIA
2018 - 05	4 500	4 590	90
2018 - 06	4 200	4 470	270
2018 - 07	4 140	4 890	750
2018 - 08	4 650	4 910	260
2018 - 09	4 580	5 110	530
2018 - 10	4 680	5 230	550
2018 - 11	5 100	5 700	600
2018 - 12	5 250	5 880	630
2019 - 01	5 950	6 370	420
2019 - 02	5 400	6 340	940
2019 - 03	5 550	6 330	780
2019 - 04	5 580	6 110	530
2019 - 05	5 490	6 080	590
2019 - 06	5 280	5 840	560
2019 - 07	5 100	5 310	210
2019 - 08	5 270	5 370	100
2019 - 09	5 360	5 490	130
2019 - 10	5 010	5 480	470
2019 - 11	4 700	4 980	280
2019 - 12	4770	4880	110

Fuente: Elaboración propia

Prueba de normalidad de la diferencia RR.SS. real y simulado.

Prueba de normalidad de la diferencia RR.SS. real y simulado.		
Shapiro-Wilk		
Estadístico	gl	Sig.
,945	20	,302

Fuente: Elaboración propia

Siendo el p Valor $0,302 > 0.05$ entonces su distribución es normal y se utiliza un estadístico paramétrico que viene a ser la prueba de T de student.

Contrastación de las hipótesis

Hipótesis general

H1: La utilización del modelo de enfoque sistémico propuesto con simulador mejoraría la gestión de RR.SS. Municipal del Distrito de Salas Guadalupe Ica, 2019.

H0: La utilización del modelo de enfoque sistémico propuesto con simulador no mejoraría la gestión de RR.SS. Municipal del Distrito de Salas Guadalupe Ica, 2019.

Prueba de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
RR. SS simulados – RR.SS. actual	440,000	248,448	55,555	323,723	556,277	7,920	19	,000

Fuente: Elaboración propia

Con un nivel de significancia del 5% existe evidencia estadística para rechazar la H0 ($0.000 < 0.05$) por lo tanto, se puede afirmar que la utilización del modelo de enfoque sistémico propuesto con simulador mejoraría la gestión de RR.SS. Municipal del Distrito de Salas Guadalupe Ica, 2019

Hipótesis específica 1

HI: La utilización del modelo de enfoque sistémico propuesto con simulador reducirá RR.SS. en el relleno sanitario Municipal del Distrito de Salas Guadalupe Ica, 2019.

H0: La utilización del del del modelo de enfoque sistémico propuesto con simulador no reducirá RR.SS. en el relleno sanitario Municipal del Distrito de Salas Guadalupe Ica, 2019.

Tabla 12. comparación de medias

	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
RS ACTUAL	5028,00	20	484,666	108,375
RS SIMULADOS	5468,00	20	593,026	132,605

Fuente: Elaboración propia

Se muestra las medias RR.SS. Actual 5028 es menor que 5468 RR.SS. Simulados.

Tabla 13. Prueba de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
RR. SS simulados – RR.SS. actual	440,000	248,448	55,555	323,723	556,277	7,920	19	,000

Fuente: Elaboración propia

Con un nivel de significancia del 5% existe evidencia estadística para rechazar la H0 (0.000 < 0.05) por lo tanto, se puede afirmar la utilización del modelo con simulador Stella reducirán RR.SS. en el relleno sanitario Municipal del Distrito de Salas Guadalupe Ica, 2019

Hipótesis específicas 2

HI: La utilización del modelo de enfoque sistémico propuesto con simulador incrementaría el reciclado de los RR.SS. Municipal del Distrito de Salas Guadalupe Ica, 2019.

H0: 2. La utilización del modelo de enfoque sistémico propuesto con simulador no incrementaría el reciclado de los RR.SS. Municipal del Distrito de Salas Guadalupe Ica, 2019.

Tabla 14. Generación RR.SS. REAL 2018- 2019

Toneladas métricas			
MES	Generación	Reciclado	desechos
2018 - 05	4500	110,23	4389,77

2018 - 06	4200	96,09	4103,91
2018 - 07	4140	98,75	4041,25
2018 - 08	4650	113,67	4536,33
2018 - 09	4580	108,45	4471,55
2018 - 10	4680	96,09	4583,91
2018 - 11	5100	94,89	5005,11
2018 - 12	5250	103,77	5146,23
2019 - 01	5950	103,55	5846,45
2019 - 02	5400	96,89	5303,11
2019 - 03	5550	93,75	5456,25
2019 - 04	5580	116,63	5463,37
2019 - 05	5490	108,22	5381,78
2019 - 06	5280	95,58	5184,42
2019 - 07	5100	98,15	5001,85
2019 - 08	5270	117,27	5152,73
2019 - 09	5360	107,65	5252,35
2019 - 10	5010	179,65	4830,35
2019 - 11	4700	180,71	4519,29
2019 - 12	4770	189,23	4580,77

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Generación RR.SS. Simulado 2018- 2019

Toneladas métricas			
MES	Generación	Reciclado	desechos
2018 - 05	4590	3230,23	1359,77
2018 - 06	4470	3296,09	1173,91
2018 - 07	4890	3298,75	1591,25
2018 - 08	4910	2553,67	2356,33
2018 - 09	5110	3108,45	2001,55
2018 - 10	5230	4296,09	933,91
2018 - 11	5700	4294,89	1405,11
2018 - 12	5880	4213,77	1666,23
2019 - 01	6370	4210,55	2159,45
2019 - 02	6340	5296,89	1043,11
2019 - 03	6330	5239,75	1090,25
2019 - 04	6110	5216,63	893,37
2019 - 05	6080	5218,22	861,78
2019 - 06	5840	4295,58	1544,42
2019 - 07	5310	4298,15	1011,85
2019 - 08	5370	4211,27	1158,73
2019 - 09	5490	4217,65	1272,35

2019 - 10	5480	4219,65	1260,35
2019 - 11	4980	4218,71	761,29
2019 - 12	4880	4289,23	590,77

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Diferencia de RR. SS. reciclado. 2018-2019

Toneladas métricas			
MES	REAL	SIMULADO	DIFERENCIA
2018 - 05	110,23	3230,27	3120,04
2018 - 06	96,09	3296,11	3200,02
2018 - 07	98,75	3298,56	3199,81
2018 - 08	113,67	2553,27	2439,6
2018 - 09	108,45	3108,65	3000,2
2018 - 10	96,09	4296,26	4200,17
2018 - 11	94,89	4294,67	4199,78
2018 - 12	103,77	4213,79	4110,02
2019 - 01	103,55	4210,94	4107,39
2019 - 02	96,89	5296,19	5199,3
2019 - 03	93,75	5239,25	5145,5
2019 - 04	116,63	5216,73	5100,1
2019 - 05	108,22	5218,82	5110,6
2019 - 06	95,58	4295,68	4200,1
2019 - 07	98,15	4298,69	4200,54
2019 - 08	117,27	4211,26	4093,99
2019 - 09	107,65	4217,15	4109,5
2019 - 10	179,65	4219,78	4040,13
2019 - 11	180,71	4218,74	4038,03
2019 - 12	189,23	4289,47	4100,24

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 17. La media de los RR.SS. reciclado. 2018-2019 de la
Municipalidad Salas Guadalupe**

	reciclado actual	reciclado simulado	diferencia
Media	115,4610	4161,2110	4045,7500
Error estándar de la media	6,73951	168,91723	169,04596

La prueba de normalidad en la diferencia del reciclado actual y el reciclado simulado.

Tabla 18. Pruebas de Shapiro - Wilk

DIFERENCIA	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
	,894	20	,032

Fuente: Elaboración propia

Siendo el p Valor es $0,032 < 0,05$ entonces su distribución no es normal y se utiliza un estadístico no paramétrico siendo la prueba de Wilcoxon

Tabla 19. Prueba de Wilcoxon

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
reciclado actual - reciclado simulado	Rangos negativos	20 ^a	10,50	210,00
	Rangos positivos	0 ^b	,00	,00
	Empates	0 ^c		
	Total	20		

a. reciclado actual < reciclado simulado

b. reciclado actual > reciclado simulado

c. reciclado actual = reciclado simulado

Se muestra que el reciclado actual < reciclado simulado

Tabla 20. Estadísticos de prueba^a

reciclado actual - reciclado simulado	
Z	-3,920 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

Siendo el p valor ($0,00 > 0,05$) entonces podemos ver una significancia asintótica rechazándose la H_0 y se puede afirmar la utilización del modelo con simulador Stella incrementaría el reciclado de los RR.SS. en 4 045,7500 Ton. Municipal del Distrito de Salas Guadalupe Ica, 2019

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados obtenidos con el simulador Stella respecto al actual y al simulado.

6.1. Simulación del modelo actual de la gestión de los RR.SS. del distrito de Salas Guadalupe - Ica.

Los RR.SS. fluctúa en un promedio de 5,028 toneladas métricas mensuales, al término del horizonte de planeamiento, la cantidad de RR.SS. tiene un alarmante incremento mostrando un escenario negativo para el Distrito de Salas Guadalupe.



Figura 15. Simulación de los RRSS

Fuente: Resultados por el Simulador Stella

La fig.16, se observa los resultados del simulador Stella, éstas están aproximadamente a una media de 1 a 2 veces de uso, se observa está en forma intermitente preocupación para el Municipio y riesgo a la ciudadanía.

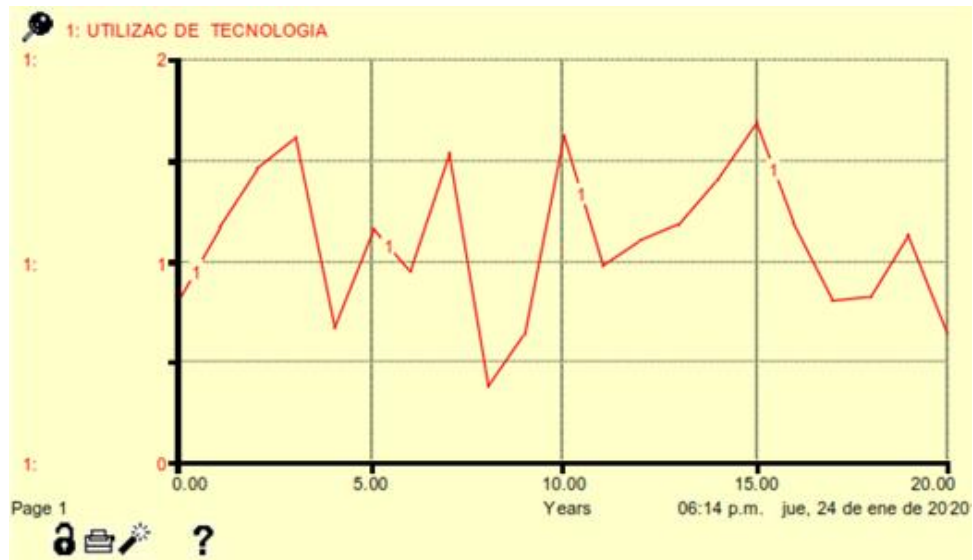


Figura 16. Simulación con el software Stella
Fuente: Resultados con el simulador Stella

La figura 17. La simulación con Stella da como resultado los costos de relleno Sanitario mostrando como se incrementan.

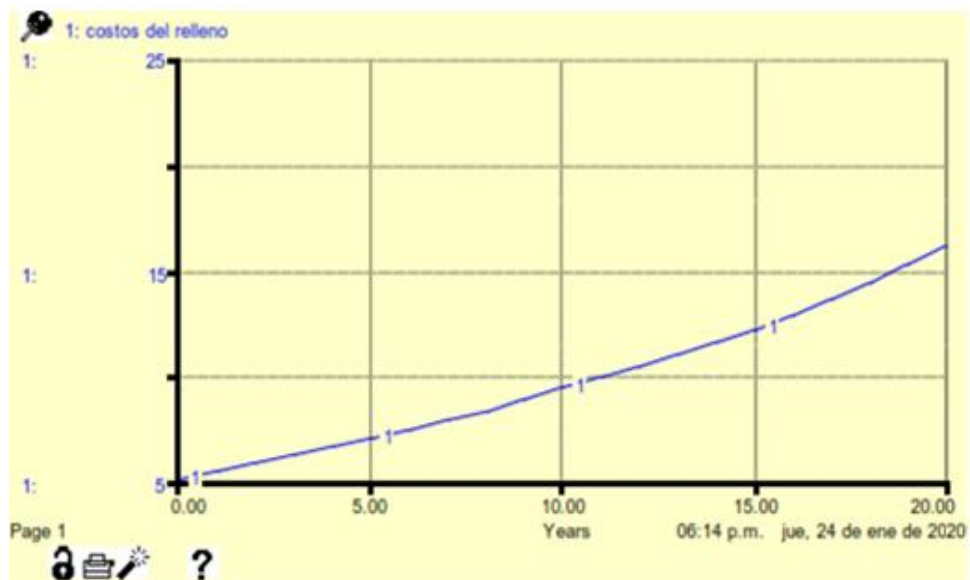


Figura 17. Simulación de costos de relleno
Fuente: Resultados con el simulador Stella

La figura 18, presenta la disposición de RRSS y en vista que no existe cultura con el fin de segregar los RRSS y tener una disposición de RRSS adecuada.



Figura 18. Simulación de disposición de residuos
Fuente: Resultados con el simulador Stella

6.2. Simulación del modelo con políticas al sistema.

La simulación del modelo, con el software Stella en: recolección, tratamiento y disposición de RRSS del Distrito de Salas Guadalupe se implementó políticas que favorezcan el revertir la situación no deseada y obtener escenarios deseados para el crecimiento de EPS. La política (valores de las variables) se encuentran en función a los pronósticos que la Municipalidad del Distrito de Salas Guadalupe ha realizado. En los escenarios se obtuvieron ver la fig. 19, Utilización del simulador Stella incrementada en los 20 años en el grafico se ve en el horizonte.

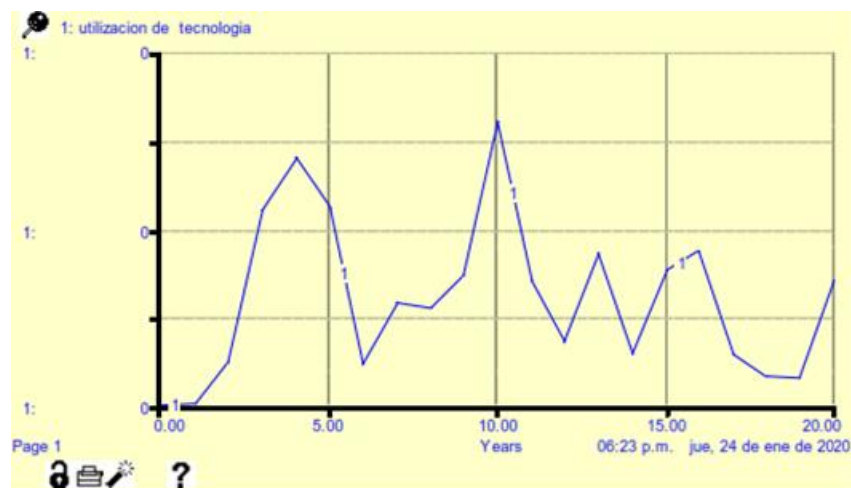


Figura 19. Simulación de utilización de Simulador (tecnología)

Fuente: Resultados con el simulador Stella

En la fig. 20 Muestra; la adecuación del tratamiento de RRSS, el volumen se disminuye y manteniéndose en un determinado intervalo de tiempo.

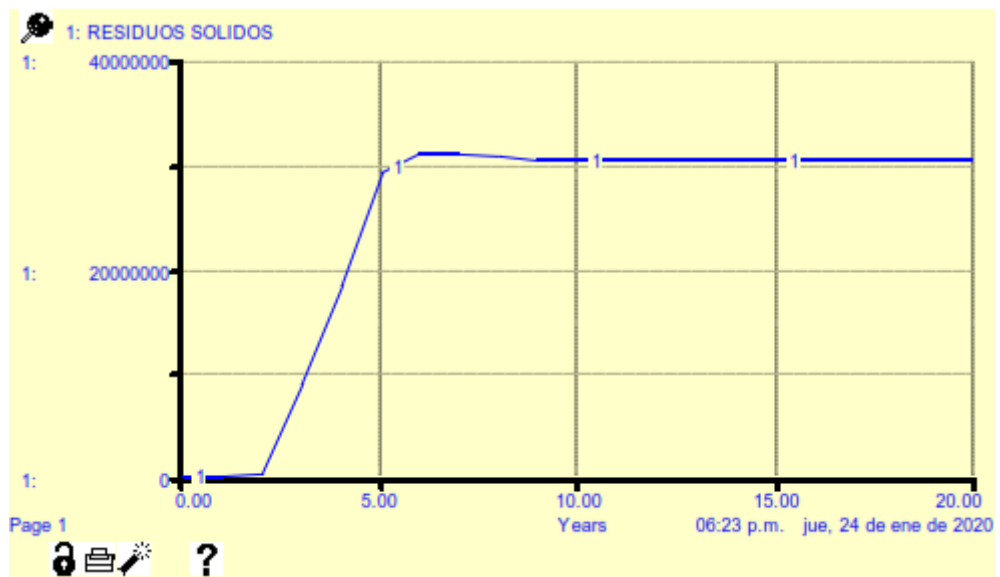


Figura 20. Simulación de residuos sólidos tratados (Ton)

Fuente: Resultados con el simulador Stella

En la figura 21, muestra gastos de recolección disminuyen considerablemente.

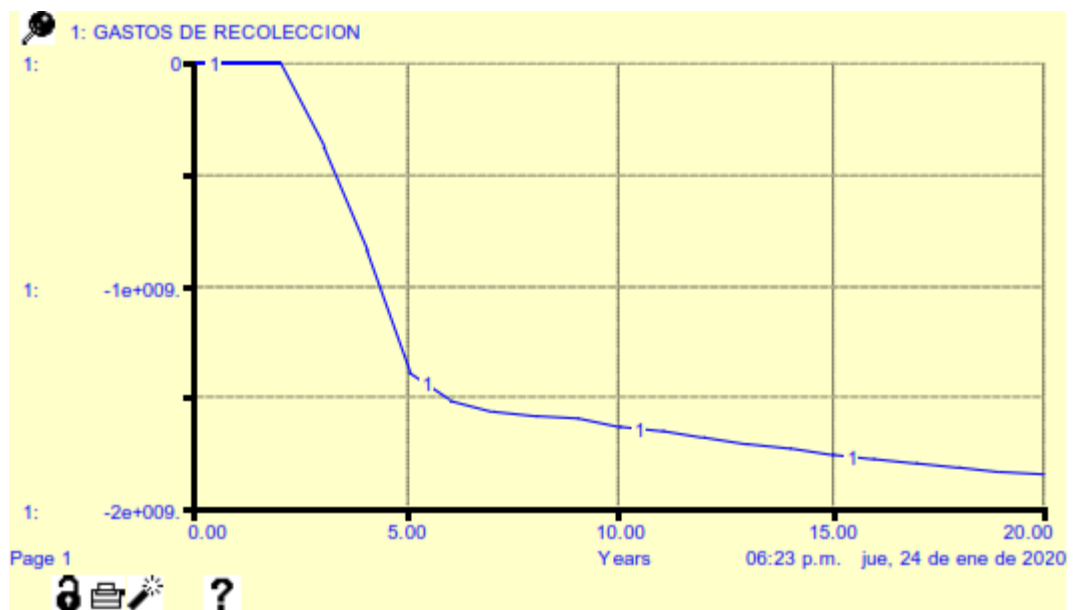


Figura 21. Simulación de los gastos de recolección

Fuente: Simulador Stella

La fig. 22 Se observa que el ingreso de la población mejora.

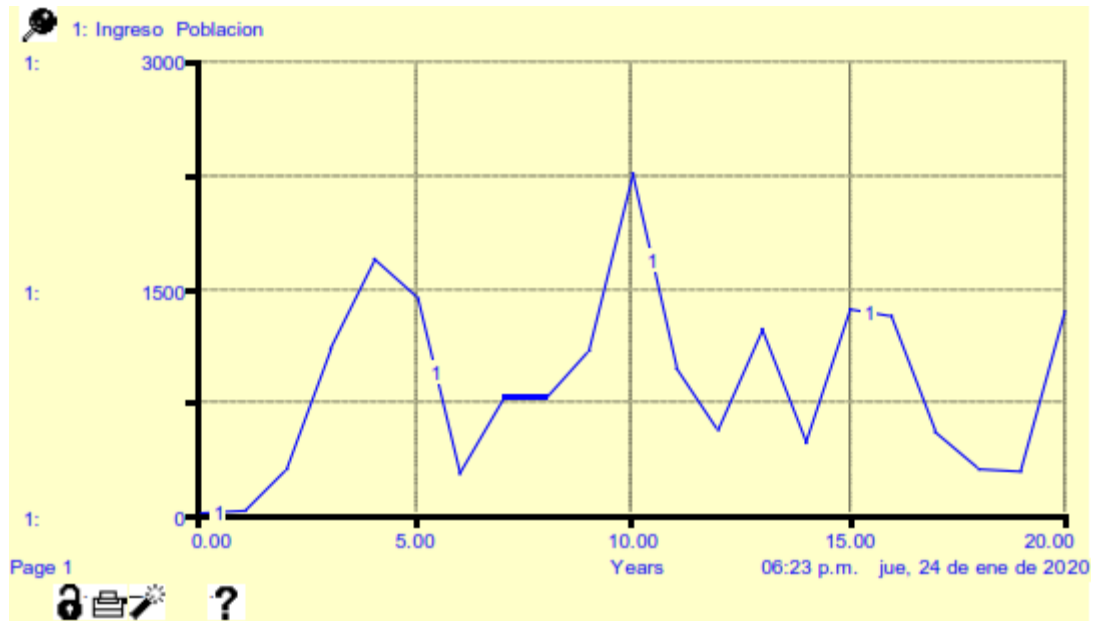


Figura 22. Simulación de ingreso de la población

En la figura 23. El tratamiento de los RR.SS. se implementó considerablemente.

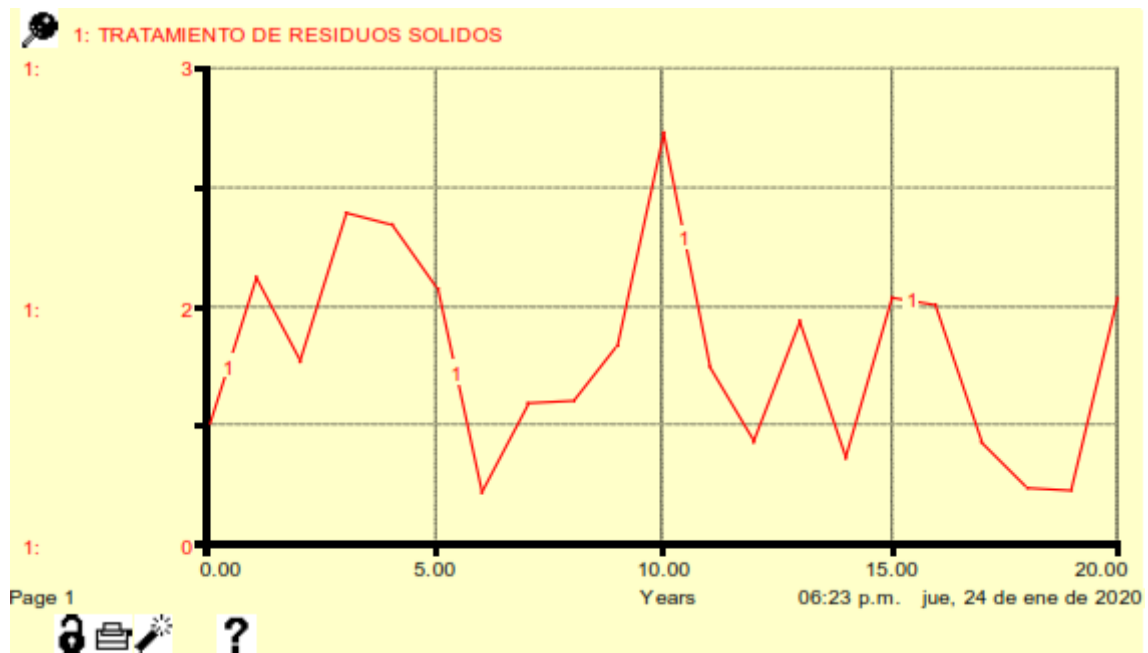


Figura 23. Simulación de tratamiento de RRSS.
Fuente: Simulador Stella

CONCLUSIONES

1. La Municipalidad Distrital de Salas Guadalupe de la provincia de Ica, presenta un gran problema como: la disposición final y tratamiento de RR.SS., como solución se propuso un diseño con el Método de la Dinámica de Sistemas, identificando los factores que intervienen e integran en el sistema de RR.SS. y cómo están interrelacionados, estadísticamente el p valor es $0.000 < 0.05$ se puede afirmar que la utilización del modelo con simulador STELLA mejoraría la gestión de RR.SS. Municipal del Distrito de Salas Guadalupe Ica, 2019.
2. Con ayuda del enfoque sistémico se pudo construir el Diagrama Causal de todos los procesos de los RR.SS.; identificando los factores intervinientes de manera holística y sinérgica son: Recolección, disposición y tratamiento de los residuos Sólidos. Observándose que las medias RR.SS. Simulados (5468 toneladas) > RR.SS.actual (5028 Toneladas), podemos decir que La utilización del modelo con simulador Stella reducirán RR.SS. en el relleno sanitario Municipal del Distrito de Salas Guadalupe Ica, porque todo los RR.SS. se recogen para aprovechamiento llegando a una minúscula cantidad de residuos en el botadero, prolongando la vida útil de este.
3. Existe evidencia significativa siendo el p valor 0,00 entonces podemos afirmar que la utilización del modelo con simulador Stella incrementaría el reciclado de los RR.SS. en 4 045,7500 Ton en la Municipal del Distrito de Salas Guadalupe Ica.

RECOMENDACIONES

1. Para solucionar el problema de recolección y tratamiento de RR.SS.de la Municipalidad del Distrito de Salas Guadalupe, los técnicos y especialistas tienen que revisar y modificar la forma como están trabajando, realizando un análisis a los factores que están interviniendo en ella, se precisa utilizar el Método de la Dinámica de Sistemas para realizar estudios sobre sistemas socioeconómicos.
2. Debe modelarse el problema de la Gestión de RR.SS., como un sistema dinámico, para luego con su diagrama causal mostrar la manera de ver las relaciones causa efecto entre las variables y se pueda analizar mejor.
3. El incremento del reciclaje nos hará vernos como una gestión eficiente y comprometida con el medio ambiente.

IV. FUENTES DE INFORMACIÓN

- [1] OPS. Organización Panamericana de la Salud. “Análisis Sectorial de Residuos Sólidos en Perú”, Lima.1996
- [2] OEFA “Fiscalización ambiental en residuos sólidos de gestión municipal provincial”: informe 2013-2014. Índice de cumplimiento de los municipios provinciales a nivel nacional. 2014. Disponible en: <https://repositorio.oefa.gob.pe/handle/20.500.12788/56>
- [3] G. Tchobanoglous, “Gestión Integral de Residuos Sólidos” Madrid. Mc-Graw-Hill; 1998
- [4] P. Senge, “La quinta disciplina”. 1998. Barcelona. España. Ed. Granica S.A.
- [5] P. Checkland, “Pensamiento sistemas, práctica de sistemas”. 1993. México. Editorial Limusa S.A.
- [6] Drew, Donald (1995). Dinámica de Sistemas Aplicada. Madrid. España. Isdefe.
- [7] Road Maps. “Guía Aprendizaje de la Dinámica de Sistemas”, 2013. Disponible en: http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/metodologia_del_proyecto_de_dinamica_de_sistemas.pdf
- [8] A. Fabregas, R. Wadnigar, C. Paternina y A. Mancilla “Simulación de sistemas productivos con Arena”. 2003. 1 edición. Colombia. Ediciones Uninorte.
- [9] C. Espinoza, “Metodología de investigación tecnológica Pensando en sistemas”, 2010, ISBN: 978-612-00-0222-3 Impreso por Imagen Gráfica SAC, Jr. Puno 564, Huancayo, Perú
- [10] Harrington, H. J.; Tumay, K.: Simulation modeling models. McGraw Hill New York. 1999. USA
- [11] Law Averill M y Associates IncSimulation Modeling and Analysis, (4a ed.), Tucson, 2007. Arizona: U.S.A. McRaw-Hill, Inc., pp. 1-273.
- [12] Coss Bú R. “Simulación: Un enfoque práctico” , (20a ed.), Grupo Noriega Editores Balderas 95, Departamento de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterey, México, 2003. D.F.: Limusa, S.A. de C.V., pp. 11-18.
- [13] J. Aracil, Introducción a la Dinámica de Sistemas. 1983. Madrid. Edit. Alianza Textos.
- [14] M. Aguilar, T. Álvarez, J. Álvarez. “Gestión de Residuos Sólidos Urbanos en Oaxaca, México, desde el Enfoque Sistemático. Trayectorias”, 2020, vol. 22, no 51. ISSN 2007-1205 | pp. 85-108. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Jesus-Alvarez-Cedillo/publication/343838119_Gestion_de_Residuos_Solidos_Urbanos_en_Oaxaca_Mexico_desde_el_Enfoque_Sistematico_Urban_Solid_Waste_Management_in_Oaxaca_Mexico_from_the_Systematic_Approach/links/5f445c05a6fdcccc43fbac88/Gestion-de-Residuos-Solidos-Urbanos-en-Oaxaca-Mexico-desde-el-Enfoque-Sistematico-Urban-Solid-Waste-Management-in-Oaxaca-Mexico-from-the-Systematic-Approach.pdf

- [15] F. Gutiérrez, “Modelo sistémico de manejo de los residuos sólidos urbanos en la Ciudad de México para el desarrollo de políticas innovadoras que mejoren su eficiencia”. Disponible en: <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/28939>
- [16] J. Calpa-Oliva, “Validación de un modelo de logística inversa para la recuperación de los RAEE de la ciudad de Cali, basado en el Pensamiento Sistémico usando una simulación con Dinámica de Sistemas”. *TecnoLógicas*, 2020, vol. 23, no 48, p. 55-81. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-77992020000200055
- [17] M. Gonzalez, “La valorización de los residuos reciclables y la sustentabilidad urbana: Una propuesta teórico metodológica para su abordaje”. 2019. Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/178454>
- [18] C. Vega, «Análisis dinámico de los efectos del sistema de residuos sólidos bajo el enfoque de sistemas en la ciudad de Chimbote», *CpD*, vol. 10, n.º 2, pp. 251–256, dic. 2019. Disponible en: <https://revista.usanpedro.edu.pe/index.php/CPD/article/view/388>
- [19] E. Yactayo, “Modelo de gestión ambiental para el manejo de residuos sólidos hospitalarios”. Tesis. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2013.
- [20] S. Ramírez, “Uso de la dinámica de sistemas para optimizar las rutas de recojo de Residuos Sólidos en el distrito de Tarapoto”. 2014. Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/1880>
- [21] R. Hernández-Sampieri y C. Mendoza, “Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta”, 2018. McGraw Hill, New York.
- [22] H. Ñaupas, M. Valdivia, J. Palacios, H. Romero, “Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de la Tesis”, 5a. Edición. Bogotá: Ediciones de la U, 2018, ISBN 978-958-762-876-0 e-ISBN 978-958-762-877-7
- [23] N. Quezada, “Metodología de la investigación”. Empresa Editora Macro E.I.R.L.2010. ISBN N° 978-612-4034-50-3

V. ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: Propuesta de modelo con enfoque sistémico para la mejora de los procesos en la gestión de residuos sólidos del distrito DE SALAS GUADALUPE- ICA, 2020					
Problema de estudio	Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables y dimensiones	Metodología
Inadecuada gestión de los residuos sólidos Municipal en el distrito de Salas Guadalupe Ica, 2019.	<p>Problema general</p> <p>¿En qué medida el modelo de enfoque sistémico propuesto con simulador, para mejora de la Gestión de RR.SS. municipal en el Distrito de Salas Guadalupe Ica, 2019?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Utilizar el modelo de enfoque sistémico propuesto con simulador para mejora de la gestión de RR.SS. Municipal del Distrito de Salas Guadalupe Ica, 2019.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>La utilización del modelo de enfoque sistémico propuesto con simulador mejoraría la gestión de RR.SS. Municipal del Distrito de Salas Guadalupe Ica, 2019.</p>	<p>Variable independiente</p> <p>modelo de enfoque sistémico propuesto</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diagrama causal del sistema de recojo actual tal y como se viene efectuando, reciclaje y tratamiento de los residuos sólidos producidos. • Diagrama causal del modelo propuesto en el sistema de recojo RS 	<p>Enfoque: cuantitativo Tipo de investigación: Aplicada Nivel de investigación: explicativo Diseño: Experimental Métodos: Método Dinámica de sistemas, pensamiento sistémico</p>
	<p>Problemas específicos</p> <p>1. ¿En qué medida el modelo de enfoque sistémico propuesto con simulador contribuirá en la reducción RR.SS. en el relleno sanitario de la Municipal Distrito de Salas Guadalupe Ica, 2019?</p> <p>2. ¿En qué medida el modelo de enfoque sistémico propuesto con simulador contribuirá en la reducción RR.SS. en el relleno sanitario de la Municipal Distrito de Salas Guadalupe Ica, 2019?</p>	<p>Objetivos específicos</p> <p>1. Identificar en qué medida el modelo de enfoque sistémico propuesto con simulador contribuirá en la reducción RR.SS. en el relleno sanitario de la Municipal del Distrito de Salas Guadalupe Ica, 2019</p> <p>2. Identificar en qué medida el modelo de enfoque sistémico propuesto con simulador contribuirá en el incremento del reciclado de los RR.SS. Municipal del Distrito de Salas Guadalupe Ica, 2019</p>	<p>Hipótesis específicas</p> <p>1. La utilización del modelo de enfoque sistémico propuesto con simulador reducirá RR.SS. en el relleno sanitario Municipal del Distrito de Salas Guadalupe Ica, 2019.</p> <p>2. La utilización del modelo de enfoque sistémico propuesto con simulador incrementaría el reciclado de los RR.SS. Municipal del Distrito de Salas Guadalupe Ica, 2019.</p>	<p>Variable dependiente</p> <p>Gestión de RS Municipal: Dimensiones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de RR.SS. al relleno sanitario • Cantidad RR.SS. de reciclados 	<p>Población y muestra: La población está constituida por el número de viviendas y establecimientos comerciales del Distrito Muestra no probabilística Lo determina la muestra de vivienda se aplica la ecuación, siendo la muestra 7 viviendas, tomada aleatoriamente.</p> $n = \frac{V^2}{E/t^2 + V^2/N}$ <p>n = Número de viviendas a probar v = Desviación estándar de variables Xi (Xi= gpc de la vivienda i) (gr/hab/día) =250 gr/hab/día E = Error permisible en la estimación de gpc (gr/hab/día) =50 gr/hab/día N = Número total de viviendas del estrato en cuestión t = 1.96 (Confiabilidad al 95%)</p> <p>Técnicas e instrumentos de recolección de datos Técnica: Observación Instrumentos: PIGARS del distrito Salas Guadalupe, Gestión Municipal de RR. SS, fichas de registro de datos. Técnicas e instrumentos de análisis y procesamiento de datos: Técnica de análisis de datos: Estadística descriptiva Instrumentos de análisis de datos: Cuadros estadísticos, gráficos de barras y estadística inferencial Técnica de procesamiento de datos: Dinámica de Sistemas y Diagrama Causal Instrumentos de procesamiento de datos: Simulador Stella, Vensim, Arena Excel.</p>

Fuente: Elaboración Propia.