

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

ESCUELA DE POSGRADO



**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE DESECHOS SANITARIOS Y UN SISTEMA
DE GESTIÓN PARA REDUCIR LOS COSTOS EN EL HOSPITAL
GENERAL MACHALA**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL CON MENCIÓN EN GESTIÓN
DE OPERACIONES Y LOGÍSTICA**

AUTOR

MARIO ANDRES MADRID CELI

ASESOR

ABEL GONZÁLEZ WONG

<https://orcid.org/0000-0001-5575-2398>

Chiclayo, 2021

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UNA
PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS
SANITARIOS Y UN SISTEMA DE GESTIÓN PARA
REDUCIR LOS COSTOS EN EL HOSPITAL
GENERAL MACHALA**

PRESENTADA POR:

MARIO ANDRES MADRID CELI

A la Escuela de Posgrado de la

Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Para optar el grado académico de

**MAESTRO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL CON MENCIÓN EN
GESTIÓN DE OPERACIONES Y LOGÍSTICA**

APROBADA POR:

Marcos Gregorio Baca López

PRESIDENTE

Edwar Aurora Vigo
SECRETARIO

Abel González Wong
VOCAL

DEDICATORIA

A mis padres, que siempre están a mi lado brindándome las fuerzas y consejos necesarios para lograr mis objetivos planteados en la vida personal, académica y profesional.

A mi hijo Lionel Andrés Madrid Paucar, quién es la mayor inspiración y fortaleza para alcanzar y lograr todo lo propuesto en la vida.

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme diariamente la salud y sabiduría para finalizar los estudios de manera satisfactoria.

A todos los docentes de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo que me brindaron sus conocimientos, apoyo y colaboración que me permiten mejorar en el desempeño profesional y en el ámbito laboral.

A los docentes que formaron parte de la elaboración del trabajo, por brindarme las facilidades, consejos y guías correspondientes.

ÍNDICE

RESUMEN.....	8
ABSTRACT.....	9
INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO	19
1.1. ANTECEDENTES	19
1.2. BASE TEÓRICO CIENTÍFICAS.....	21
1.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	28
1.4. HIPÓTESIS	29
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	29
2.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	29
2.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	29
2.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	29
2.4. CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	30
2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	31
2.6. TÉCNICA, INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	31
2.7. PROCEDIMIENTOS.....	32
2.8. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	32
2.9. MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	33
2.10. NORMATIVA LEGAL.....	33
2.10.1. Código Orgánico del Ambiente.....	33
2.10.2. Reglamento al código orgánico del ambiente.....	35
CAPÍTULO III. RESULTADOS	35
3.1. PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SANITARIOS	35
3.1.1. Tipo de tecnología	35
3.1.2. Composición de la planta de tratamiento.....	36
3.1.3. Especificaciones Técnicas del Equipo.....	36
3.1.4. Descripción del proceso para efectuar el tratamiento	39

3.1.5.	Operación de la planta de tratamiento de desechos sanitarios	40
3.1.6.	Programa de Mantenimiento de la planta de tratamiento.....	40
3.2.	ANÁLISIS DE LOS DESECHOS GENERADOS EN EL HOSPITAL.	41
3.2.1.	Indicadores más importantes en la gestión de desechos sanitarios	42
3.3.	PROCEDIMIENTO PARA LA GESTIÓN INTERNA DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS.....	42
3.3.1.	Segregación de la fuente.....	42
3.3.2.	Almacenamiento primario	43
3.3.3.	Etiquetado.....	47
3.3.4.	Recolección	48
3.3.5.	Almacenamiento intermedio.....	49
3.3.6.	Tratamiento interno	49
3.3.7.	Transporte interno	50
3.3.8.	Almacenamiento final	52
3.3.9.	Tratamiento de los desechos sanitarios	52
3.4.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	53
3.4.1.	Cálculo de los costos del tratamiento de desechos con el sistema de tratamiento propuesto (planta de tratamiento)	53
3.4.2.	Cálculo de la proyección de los ingresos	54
3.4.3.	Cálculo de los índices financieros (VAN, TIR, PAYBACK).....	55
CAPITULO IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS		57
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES.....		58
VI. RECOMENDACIONES		59
VII. LISTA DE REFERENCIAS.....		60
VIII. ANEXOS.....		62

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de las áreas del Hospital General Machala	10
Tabla 2. Desechos sanitarios que genera el Hospital	13
Tabla 3. Desechos generados en el año 2018.....	14
Tabla 4. Desechos generados en el año 2019.....	14
Tabla 5. Consolidado de los desechos generados 2018 - 2019.....	15
Tabla 6. Costos por la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos por kg.....	15
Tabla 7. Costo total por la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de desechos	15
Tabla 8. Matriz de operacionalización de las variables.	31
Tabla 9. Matriz de consistencia.....	33
Tabla 10. Especificaciones técnicas	36
Tabla 11. Generación mensual de desechos sanitarios 2018-2019 (Kg).....	42
Tabla 12. Descripción del almacenamiento primario por tipo de desecho	43
Tabla 13. Transporte de los desechos.....	50
Tabla 14. Costos operativos	54
Tabla 15. Cálculo de ahorro con sistema propuesto (Ingresos)	55
Tabla 16. Diagrama de Pareto para el problema de investigación	66
Tabla 17. Cálculo de la consistencia o confiabilidad del proyecto (alfa de cronbach).....	67
Tabla 18. Resultado de la consistencia o confiabilidad del proyecto (alfa de cronbach) ..	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama Estructural del Hospital	12
Figura 2. Diagrama de Ishikawa para el problema de investigación	17
Figura 3. Clasificación de los Desechos Generados en casas de salud.	24
Figura 4. Métodos de tratamientos de desechos sanitarios	27
Figura 5. Comparación de métodos de tratamiento.....	28
Figura 6. Pictogramas para la identificación de riesgos.....	47
Figura 7. Ruta para el transporte interno de desechos. Planta baja.....	50
Figura 8. Ruta para el transporte interno de desechos. Primera planta	51
Figura 9. Ruta para el transporte interno de desechos. Segunda planta	51
Figura 10. Cálculo de los índices financieros	56
Figura 11. Diagrama de Pareto.....	66

RESUMEN

Actualmente existe una intranquilidad específica por motivos de la infección con inmunodeficiencias humanas como el virus (VIH), el virus de hepatitis B y C, para los cuales hay fuerte evidencia de transmisión a través de los desechos de atención médica.

El Hospital General Machala es el nosocomio de referencia de la provincia de El Oro, donde mensualmente existe un incremento de asistencia de afiliados para atenciones médicas, hospitalizaciones, intervenciones quirúrgicas, etc., por lo tanto, la generación de desechos sanitarios aumentado considerablemente provocando proporcionalmente mayor gasto para el transporte y tratamiento final de estos desechos.

La información real sobre la generación anual-mensual de los desechos originados en el Hospital nos permitió saber la capacidad y realizar el estudio de mercado correspondiente para determinar el valor de la planta idónea para el tratamiento de los desechos sanitarios.

Para saber si el proyecto es factible con una inversión de \$ 327.000,00 a un costo de oportunidad de 9,49 % se calculó la Tasa Interna de Retorno, el Valor Actual Neto y el Plazo de Recuperación de la inversión donde verificó que el proyecto es beneficioso económicamente para el Hospital.

Esto resulta favorable ya que hasta el final se podrá controlar del manejo de los desechos sanitarios, se puede asegurar una adecuada disposición final de los mismos y también disminuiríamos los costos de transporte y tratamiento. El Hospital contribuye al cuidado del medio ambiente, promoviendo la reducción en el impacto ambiental causado por los desechos de los establecimientos de salud.

PALABRAS CLAVES: Desecho Sanitario, Tratamiento, Permiso Ambiental, Minimización, Costo directo.

ABSTRACT

Currently there is a specific concern for reasons of infection with human immunodeficiencies such as the virus (HIV), hepatitis B and C viruses, for which there is strong evidence of transmission through healthcare waste.

The Machala General Hospital is the reference hospital in the province of El Oro, where monthly there is an increase in attendance of members for medical care, hospitalizations, surgical interventions, etc., therefore, the generation of sanitary waste increased considerably, proportionally causing higher expenditure for the transport and final treatment of these wastes.

The real information on the annual-monthly generation of the waste originated in the Hospital allowed us to know the capacity and carry out the corresponding market study to determine the value of the ideal plant for the treatment of sanitary waste.

To find out if the project is feasible with an investment of \$ 327,000.00 at an opportunity cost of 9.49%, the Internal Rate of Return, the Net Present Value and the Recovery Term of the investment were calculated where it verified that the project it is economically beneficial for the Hospital.

This is favorable since until the end the handling of sanitary waste can be controlled, an adequate final disposal of the same can be ensured and we would also reduce transportation and treatment costs. The Hospital contributes to caring for the environment, promoting a reduction in the environmental impact caused by waste from health facilities.

Keywords: Sanitary Waste, Treatment, Environmental Permit, Minimization, Direct cost.

INTRODUCCIÓN

El Hospital General Machala, ubicado en la parroquia 09 de Mayo, en la Av. Alejandro Castro Benítez y Vía Pajonal fue inaugurado el 14 de febrero de 2017, sin embargo su operación al cien por ciento inició el 08 de mayo de 2017 con la inauguración de la Unidad de Hemodiálisis.

El Hospital General Machala cuenta con 27 bloques en donde funcionan las diferentes áreas del hospital, de las cuales trabajan 24 horas diarias: emergencia, imagenología, laboratorio, farmacia, unidad de atención neonatal, centro obstétrico, quirófano, UCI, hospitalización clínica 1, hospitalización clínica 2, hospitalización quirúrgica, hospitalización gineco-obstetra y hospitalización pediátrica, esterilización, mantenimiento, cafetería; las áreas como lavandería, alimentación, consulta externa 1 y 2, limpieza, admisión, rehabilitación, unidad de hemodiálisis trabajan un promedio de 16 horas al día; y otras áreas como administración, endoscopia, anatomía patológica, morgue, pie diabético trabajan 8 horas diarias.

Tabla 1. Distribución de las áreas del Hospital General Machala

NIVEL	SERVICIO
PLANTA BAJA	Morgue Pie diabético Audiología
	Unidad de Hemodiálisis
	Mantenimiento TICS
	Consulta externa 1 y 2
	Servicio de Guardianía Admisión Trabajo Social Derivaciones
	Cafetería
	Instalación de gases, servicio de limpieza, eliminación de residuos
	Electrocardiografía
	Archivos y documentación clínica
	Bodega, ropería

	Alimentación y nutrición
	Servicio de farmacia
	Rehabilitación
	Laboratorio
	Medicina transfusional
	Imagenología
	Emergencias – urgencias
PLANTA 1	Unidad de endoscopias y anatomía patológica
	Dirección y gestión administrativa
	Docencia
	Hospitalización gineco obstétrica
	Unidad de atención neonatal
	Centro obstétrico
	Central de esterilización y equipos
	Centro quirúrgico
	Unidad de cuidados intensivos, intermedios y quemados
PLANTA 2	Hospitalización pediátrica
	Hospitalización clínica 1
	Hospitalización quirúrgica
	Hospitalización clínica 2
PLANTA TÉCNICA	Planta Técnica

Fuente: elaboración propia

Con fecha 11 de abril de 2018 se da la aceptación de las partes para el Contrato No. SIE-IESSHGM-004-2018 “CONTRATACIÓN DEL SERVICIO DE RECOLECCIÓN DE DESECHOS SANITARIOS PARA EL IESS HOSPITAL GENERAL MACHALA” por un monto de USD 185.919,72 más IVA, por un tiempo de ejecución de 365.

Debido al volumen de generación, el Contrato No. SIE-IESSHGM-042-2017 no cubrió la demanda, por lo que debió realizarse un convenio de pago por un valor de USD 39.740,75 más IVA.

Con fecha 19 de junio de 2019 se da la aceptación de las partes para el Contrato No. SIE-IESSHGM-R06-2019 “SERVICIO DE RECOLECCIÓN DE DESECHOS SANITARIOS PARA EL IESS HOSPITAL GENERAL MACHALA” por un monto de USD 184.254,00 más IVA, por un tiempo de ejecución de 365 días.

Las diferentes áreas del Hospital General Machala generan los siguientes tipos de desechos sanitarios peligrosos-infecciosos:

Tabla 2. Desechos sanitarios que genera el Hospital

#	TIPO DE DESECHO	CÓDIGO
1	Infecciosos	Q.86.07
2	Sangre y Derivados	Q.86.03
3	Cultivos	Q.86.01
4	Fluidos Corporales	Q.86.04
5	Cortopunzantes	Q.86.05
6	Farmacéuticos	Q.86.08
7	Envases contaminados	NE-27
8	Anátomo Patológicos	Q.86.02
9	Químicos	Q.86.09

Fuente: Unidad de Seguridad e Higiene del Trabajo y Ambiente.

Tabla 3. Desechos generados en el año 2018

MESES	TIPO DE DESECHO								
	INFECCIOSOS Q.86.07	SANGRE Y DERIVADOS Q.86.03	CULTIVOS Q.86.01	FLUIDOS CORPORALES Q.86.04	CORTOPUNZANTES Q.86.05	FARMACÉUTICOS Q.86.08	ENVASES CONTAMINADOS NE-27	ANATOMOPATOLÓGICO Q.86.02	QUÍMICOS Q.86.09
	PESO (KG)								
Enero	8766,01	252,60	24,70	47,30	529,30	394,90	0,00	76,90	177,60
Febrero	8030,30	201,50	4,30	0,00	359,20	428,90	0,00	48,80	123,40
Marzo	9007,42	204,80	0,00	0,00	404,60	656,38	0,00	92,70	73,90
Abril	9017,49	193,85	16,85	0,00	438,57	624,17	0,00	93,50	21,90
Mayo	8773,87	215,50	2,70	15,10	404,20	654,70	0,00	102,90	123,10
Junio	9001,60	230,80	0,00	5,60	390,90	734,50	0,00	121,60	26,80
Julio	8695,40	228,80	12,80	25,20	316,00	359,00	366,50	175,80	2,70
Agosto	9053,20	218,70	25,40	83,80	400,70	0,00	872,70	107,40	0,00
Septiembre	7301,00	227,70	14,20	27,80	278,60	0,00	660,90	62,00	123,00
Octubre	8581,90	221,80	14,30	28,70	333,20	0,00	678,50	135,30	0,80
Noviembre	7825,88	196,10	16,20	57,70	327,00	0,00	827,80	78,10	0,00
Diciembre	8239,20	187,90	13,10	108,00	353,70	0,00	714,80	90,64	203,30
TOTAL GENERADO	102293,27	2580,05	144,55	399,20	4535,97	3852,55	4121,20	1185,64	876,50

Fuente: Unidad de Seguridad e Higiene del Trabajo y Ambiente.

Tabla 4. Desechos generados en el año 2019

MESES	TIPO DE DESECHO								
	INFECCIOSOS Q.86.07	SANGRE Y DERIVADOS Q.86.03	CULTIVOS Q.86.01	FLUIDOS CORPORALES Q.86.04	OBJETOS CORTOPUNZANTES Q.86.05	FARMACÉUTICOS Q.86.08	ENVASES CONTAMINADOS NE-27	ANATOMOPATOLÓGICO Q.86.02	QUÍMICOS Q.86.09
	PESO (kg)								
Enero	7982,90	225,60	21,10	102,70	339,70	0,00	717,20	100,90	36,00
Febrero	7995,00	244,60	67,50	30,40	323,20	0,00	863,80	90,20	32,30
Marzo	8211,80	274,50	67,90	91,70	321,40	0,00	821,00	103,10	17,40
Abril	8196,40	225,10	7,30	72,20	315,70	0,00	766,90	77,10	32,50
Mayo	7746,60	272,00	20,20	96,50	307,20	0,00	788,50	124,10	51,80
Junio	8215,40	261,50	5,20	134,00	328,50	0,00	854,10	109,60	34,20
Julio	8044,40	243,00	51,00	92,20	285,80	0,00	741,20	115,80	32,00
Agosto	7415,10	228,10	46,30	68,40	240,74	0,00	443,30	124,40	117,10
Septiembre	6805,50	285,70	62,10	105,70	278,40	0,00	725,50	84,40	20,20
Octubre	5876,70	208,70	28,30	57,50	258,20	0,00	556,70	104,10	18,00
Noviembre	5607,20	225,20	29,60	72,20	278,10	0,00	621,20	77,10	63,40
Diciembre	5131,30	270,20	45,50	72,00	274,10	0,00	663,40	91,10	0,00
TOTAL GENERADO	87228,30	2964,20	452,00	995,50	3551,04	0,00	8562,80	1201,90	454,90

Fuente: Unidad de seguridad e higiene del trabajo y ambiente.

Tabla 5. Consolidado de los desechos generados 2018 - 2019

GENERACIÓN DE DESECHOS SANITARIOS ENERO 2018 - DICIEMBRE 2019									
TIPO DE DESECHOS SANITARIOS PELIGROSOS									
	INFECCIOSOS Q.86.07	SANGRE Y DERIVADOS Q.86.03	CULTIVOS Q.86.01	FLUIDOS CORPORALES Q.86.04	CORTOPUNZANTES Q.86.05	FARMACEUTICOS Q.86.08	ENVASES CONTAMINADOS NE-27	ANATOMOPATOLÓGICO Q.86.02	QUÍMICOS Q.86.09
AÑO 2018	102293,27	2580,05	144,55	399,20	4535,97	3852,55	4121,2	1185,64	876,5
AÑO 2019	87228,30	2964,20	452,00	995,50	3551,04	0,00	8562,80	1201,90	454,90
TOTAL	189521,60	5544,25	596,55	1394,70	8087,01	3852,55	12684,00	2387,54	1331,40

Fuente: Unidad de Seguridad e Higiene del Trabajo y Ambiente.

Nota: Valores tomados de los Manifiestos Únicos.

Tabla 6. Costos por la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos por kg

Tipo de desecho	Contrato No. SIE-ISSHGM-042-2017 (noviembre 2017- marzo 2018)	Contrato No. SIE-ISSHGM-004- 2018 (abril 2018- mayo 2019)	Contrato No. SIE-ISSHGM-R06- 2019 (junio 2019- junio 2020)
Biológico infecciosos	1,18	1,230	1,230
Cortopunzantes	1,18	1,230	1,230
Sangre, desechos de sangre y sus derivados	1,92	2,030	1,610
Fluidos corporales	1,92	2,030	1,610
Anatomopatológicos	1,92	2,030	1,610
Farmacéuticos (envases de medicamentos)	1,92	2,030	1,610

Fuente: Unidad de Seguridad e Higiene del Trabajo y Ambiente.

Nota: Tomado de los Contratos SIE-ISSHGM-042-2017, SIE-ISSHGM-004-2018.

Tabla 7. Costo total por la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de desechos

COSTO POR EL TRATAMIENTO DE DESECHOS ENERO 2018 - DICIEMBRE 2019									
	INFECCIOSOS Q.86.07	SANGRE Y DERIVADOS Q.86.03	CULTIVOS Q.86.01	FLUIDOS CORPORALES Q.86.04	CORTOPUNZANTES Q.86.05	FARMACEUTICOS Q.86.08	ENVASES CONTAMINADOS NE-27	ANATOMOPATOLÓGICO Q.86.02	QUÍMICOS Q.86.09
AÑO 2018	124530,54	5165,02	290,25	805,17	5514,59	7657,86	8366,04	2382,83	1738,06
AÑO 2019	107290,81	5293,92	805,00	1768,03	4367,78	0,00	15448,22	2143,13	803,79
TOTAL	231821,40	10458,94	1095,25	2573,20	9882,37	7657,86	23814,26	4525,96	2541,85

Fuente: Unidad de Seguridad e Higiene del Trabajo y Ambiente.

Nota: Los valores se tomaron de las facturas mensuales del proveedor del servicio, 2018-2019.

Mediante Resolución No. 08-2016 de fecha 09 de diciembre de 2016 el Ing. Marlon Lara Mier-Director Provincial de Ambiente de El Oro, entrega la LICENCIA AMBIENTAL al INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL DIRECCIÓN GENERAL QUITO, para que en sujeción al Estudio Ambiental Ex-ante y Plan de Manejo Ambiental del proyecto “CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL HOSPITAL GENERAL DE MACHALA, PROVINCIA DE EL ORO, por lo tanto de cumplir con lo siguiente: [1]

1. Mantener un programa continuo de monitoreo y seguimiento ambiental de las medidas establecidas en el Plan de Manejo Ambiental, cuyos resultados deberán ser entregados de conformidad con la periodicidad y frecuencia establecidas en el mismo al Ministerio del Ambiente.
2. Utilizar en la ejecución del proyecto, procesos y actividades, tecnologías y métodos que atenúen, y en la medida de lo posible prevengan los impactos negativos al ambiente.
3. Presentar las Auditorías Ambientales de Cumplimiento, de conformidad con lo establecido en la normativa legal vigente
4. Obtener el registro de sustancias químicas peligrosas, desechos peligrosos y especiales bajo los procedimientos establecidos por el Ministerio del Ambiente,
5. Cumplir con la normativa ambiental nacional y local vigente. [1]

Con Memorando Nro. IESS-DG-2019-1200-M de fecha 22 de mayo de 2019 suscrito por el Director General del IESS envió la Resolución Administrativa No. IESS-DG-DR-2019-021-RFDQ con fecha 21 de mayo de 2019 en la cual resuelve Delegar a la Máxima Autoridad Administrativa del Hospital General Machala para que gestione el cumplimiento de todos los compromisos que se encuentran en la licencia ambiental y plan de manejo ambiental desde la fecha de emisión en adelante.

Como formulación del problema consideramos ¿cuál es el impacto de la propuesta de implementación de una planta de tratamiento de desechos sanitarios y un sistema de gestión en los costos del Hospital General Machala?

El siguiente diagrama de Ishikawa, resume las causas y sub-causas de la problemática planteada:

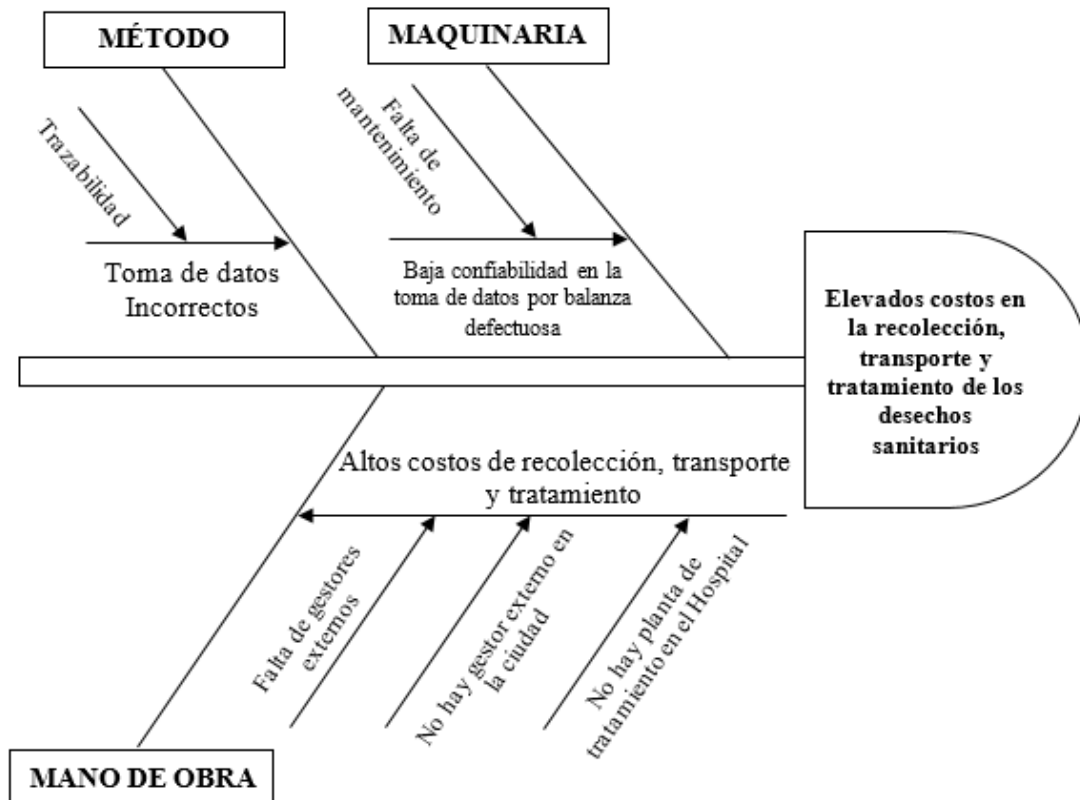


Figura 2. Diagrama de Ishikawa para el problema de investigación

Fuente: Elaboración propia

El objetivo de la investigación es realizar el sistema de gestión para el tratamiento de los desechos sanitarios en el Hospital General Machala.

El objetivo general del trabajo de investigación es reducir costos mediante la propuesta de implementación de una planta de tratamiento de desechos sanitarios y un sistema de gestión en el Hospital General Machala. Como objetivos específicos consideramos los siguientes:

- Diagnosticar el sistema de gestión para el tratamiento de los desechos sanitarios en el Hospital General Machala.
- Diseñar el sistema de gestión y evaluación de la implementación de una planta para el tratamiento de los desechos sanitarios en el Hospital General Machala
- Evaluar económicamente la propuesta de mejora.

Como justificación este proyecto propone el estudio de un Sistema de gestión para el tratamiento de los desechos sanitarios para reducir costos en el Hospital General Machala, está relacionada directamente con línea de investigación aplicada, nivel descriptivo,

correlacional causal (cuantitativo) en el área de Seguridad e Higiene del Trabajo y Ambiente.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES

En el 2017, en Lambayeque-Chiclayo César Omar Gamarra Llontop y Elvis Javier Vargas Serrano realizaron el *estudio de factibilidad técnico-económico de diseño e instalación de una planta de tratamiento de residuos sólidos hospitalarios* donde se concluye que para realizar la ejecución del proyecto hay que considerar la reglamentación concerniente al manejo de los desechos y conservación del medio ambiente y, asimismo el decreto de alcaldía N° 147, sistema metropolitano de gestión de residuos sólidos.

Así mismo si no se instala una planta de tratamiento implicaría un perjuicio para el medio ambiente. Por lo antes expuesto, se ha concluido que es beneficioso (técnico- económica) la instalación de una planta de tratamiento para los residuos sólidos Hospitalarios en Lambayeque-Chiclayo. [2]

En el 2015, en Callao Menacho Zapata José, Cristobal Quispe Ricardo y Quinto Azcona Leovick realizaron *el diseño de una planta para el tratamiento de residuos sólidos Hospitalarios* donde se analizó y seleccionó el tratamiento a través de la incineración utilizando 2 reactores (1 para la incineración gas-sólido y 1 para la incineración gas-gas) posterior a la combustión.

La propuesta del diseño desarrollado en el proyecto es la opción más conveniente entre algunas alternativas proyectadas; en la ejecución del proyecto demostraron la utilización de equipos del sector industrial que son sencillos, consumen una poca cantidad de energía y los cuidados que se efectúan durante la realización de sus trabajos (tratamiento).

El costo necesario para la instalación y operación de la planta es moderado, porque la cantidad de personas para laborar es baja, se utiliza una materia prima innecesaria y que provoca contaminación para el medio ambiente, el origen y disposición de los desechos ayuda para realizar el tratamiento del mismo. El valor promedio es \$ 2,46 por kg, por lo tanto, se evidencia que es una opción apropiada para contrarrestar la necesidad determinada en el estudio de mercado.

Lograron desarrollar la evaluación económica-financiero donde el VAN es de \$ 7.334,276, asimismo el costo para la producción aclaran que es una opción económica beneficiosa. [3]

En marzo de 2012, en Quito-Ecuador María Elizabeth Flores Gómez realizaron *el plan de construcción de una planta de tratamiento de desechos sólidos en la parroquia Atahualpa* donde se analizó que para impedir la contaminación en quebradas, suelo, aire y ríos es recomendable instalar una planta para el tratamiento de los desechos. El proyecto antes mencionado tendría muchas ventajas, por lo tanto, que resulta incomprensible que no se haya realizado mucho antes.

En caso que se puede desarrollar el proyecto en un futuro se podría obtener unos ingresos económicos por las ventas del residuo de tratamiento (abono), asimismo se generaría más plazas de trabajo. Por lo tanto, ayudaría a los pobladores de la parroquia Atahualpa con empleos y aumento de la economía.

La ejecución del proyecto es factible, tanto en lo técnico, social y económico; considerando que la Junta Parroquial puede contar con la asignación presupuestaria y con organismos internacionales que brindan el apoyo para la ejecución de proyectos que son para el beneficio social. [4]

En junio de 2011, en Quito-Ecuador Diego Antonio Montenegro Pérez realizó el *proyecto de instauración de una planta de incineración de residuos peligrosos en el distrito metropolitano de Quito* donde concluyen que el proyecto de la instalación de un incinerador lograría iniciar un cambio en las costumbres de la disposición final de los desechos de diversas industrias, por medio de la enseñanza de realizar la correcta separación de los desechos donde se originan previo a su disposición final.

Así mismo luego de realizar el análisis económico se puede evidenciar que el proyecto planteado de instalación de un Incinerador para los Residuos Peligrosos generaría una importante rentabilidad financiera y sostenibilidad en el tiempo. [5]

En el 2009, en Lima Walter Berrocal Rodríguez realizaron el *estudio de pre - factibilidad para la instalación de una planta de tratamiento de residuos sólidos hospitalarios Bio - contaminados y especiales en la provincia de Lima* donde concluyen que se evidencian escenarios beneficiosos para realizar este proyecto tomando en cuenta que Perú tiene una de las economías estables en Latinoamérica y tiene un gobierno democrático que cumple con los contratos y compromisos determinados con empresas internacionales y nacionales.

Para implementar el proyecto es necesario un presupuesto de \$ 592.067,17, donde, el

89 % representa a los activos fijos, el 10 % son para gastos adicionales necesarios para sobresalir en los primeros años del negocio que evidenciarán bajos ingresos y el 1 % equivale al capital de trabajo. Calculando con un COK de 14,71 % se obtiene que el valor VAN es de \$ 155.272,44 y el TIR es mayor que el COK, por lo tanto, el proyecto planteado es factible. [6]

1.2. BASE TEÓRICO CIENTÍFICAS

El objetivo principal de los subcentros de salud, hospitales, clínicas es disminuir, mediante programas y campañas prevenir las diversas complicaciones en la salud que se presentan en las personas. Diariamente los centros de atención de salud generan una gran cantidad de desechos, los cuales si no son recolectados y trasladados de manera adecuada ocasionarían riesgos potenciales y de peligrosidad para toda la comunidad Hospitalaria, la población y personal cuya función es manejar externamente los residuos. [7]

La disposición incorrecta de los desechos hospitalarios en el lugar donde se generan es un principal problema que se produce por falta de conocimiento y capacitación al personal encargado, esto provoca la generación de gran cantidad y la disposición incorrecta de los residuos (cortopunzantes), ocasionando un número importante de accidentes laborales. Es importante que los servidores de la salud que genera y usa los desechos hospitalarios conozca la clasificación que permitiría una gestión correcta, disminución de la generación y reducción de accidentes laborales. [8]

El incorrecto manejo de los desechos hospitalarios causa varios problemas ambientales que se demuestran en las diferentes etapas: disposición inicial, intermedia y final de los residuos (almacenamiento, recolección, transporte y tratamiento). Estas consecuencias afectan a la salud humana, la contaminación de la atmósfera, suelo y agua. [7]

Se deduce que del 100% de los desechos que se generan en las casas de salud el 85 % son desechos comunes y el 15 % pueden ser radioactivos, infecciosos, peligrosos, químicos, etc.

En función a los datos obtenidos anualmente se aplican 16.000 millones de inyecciones y la disposición final de las jeringuillas y agujas (posterior a la utilización) no es adecuada por parte del personal de salud. Una de las formas para realizar el tratamiento de los desechos sanitarios es a través de la incineración causando la exposición de dioxinas y otros contaminantes atmosféricos tóxicos. [9]

Según datos estadísticos los países con ingresos altos producen un promedio de 0.5 kg de desechos peligrosos por cada cama y por días, asimismo los de ingresos menores producen un promedio de 0.2 kg. Generalmente en los países de ingresos menores los desechos comunes y peligrosos no son separados, por lo tanto la generación de desechos peligrosos es mayor. [9]

En los establecimientos de salud, la generación de desechos peligrosos provoca altos riesgos, considerando el carácter contagioso de algunas de las partes, composición, objetos cortopunzantes, cantidades bajas de sustancias tóxicas, inflamables y radioactivas. [10]

Clasificación de los residuos y desechos

Los desechos generados en las casas de salud se clasifican en:

Desechos comunes o generales: son considerados como no infecciosos y no provocan un peligro para los seres humanos, entre estos se pueden incluir: papel higiénico, toallas sanitarias y pañales generados en las áreas con pacientes aislados o en emergencias. [11]

Desechos sanitarios: aquellos desechos que son considerados infecciosos, tienen patógenos que provocan riesgo en la salud de las personas y al medio ambiente, es decir, son aquellos que tienen características de peligrosidad biológica-infecciosa. [11]

- **Desecho biológico-infeccioso:** son los desechos que crean riesgos para la salud pero no presentan características cortopunzantes, son utilizados en procedimientos de atención a pacientes o los que se encuentran contaminados con fluidos corporales, sangre, cultivos y productos biológicos. Se incluyen todos los desechos generados en las salas de aislamiento. [11]
- **Desecho corto-punzante:** los desechos que producen riesgos en la salud y que pueden originar accidentes infecciosos, estos pueden cortar o punzar, además pedazos de plástico duro que estuvieron en con la sangre, cultivos de agentes infecciosos o fluidos corporales. [11]
- **Desecho anatomopatológicos:** son considerados los tejidos, órganos, membranas, residuos corioplacentarios. También se considera a los cadáveres o parte de animales que estuvieron en contacto agentes, con fluidos corporales así como los fluidos corporales o residuos producto de procedimientos realizados por doctores o autopsias, excluyendo las orinas y el excremento de pacientes que estén aislados. [11]

Desechos farmacéuticos: está considerada la medicina que no cumplen con las especificaciones y estándares de calidad, asimismo los que están caducados. Estos desechos se clasifican en:

- **Desechos farmacéuticos no peligrosos:** aquella medicina caducada pero con poco riesgo sanitario, y su característica química conformada por reacciones con agentes inertes del ambiente (energía solar, H₂O, Oxígeno); por lo tanto que su depósito y transferencia debe estar separado de los otros desechos farmacéuticos. [11]
- **Desechos farmacéuticos peligrosos:** son medicamentos caducados que por su naturaleza producen alto riesgo para la salud y no están cumpliendo con las especificaciones y estándares de calidad. Entre estos están considerados los siguientes: los citotóxicos y los insumos usados para su administración. [11]

Otros residuos o desechos peligrosos: aquellos que son corrosivos, reactivos, tóxicos, inflamables y/o radioactivos, y provocan un riesgo para los seres humanos y para el medio ambiente según la normativa legal. Los considerados como otros desechos peligrosos, son:

- **Desechos radioactivos:** sustancias que tienen radionucleidos en concentraciones más altas que el nivel permitido en la normativa.
- **Desechos químicos peligrosos:** sustancia que está fuera de los estándares de calidad o especificaciones técnicas y que están caducados.
- **Desechos de dispositivos médicos con mercurio:** producto en desuso que contiene mercurio añadido. [11]

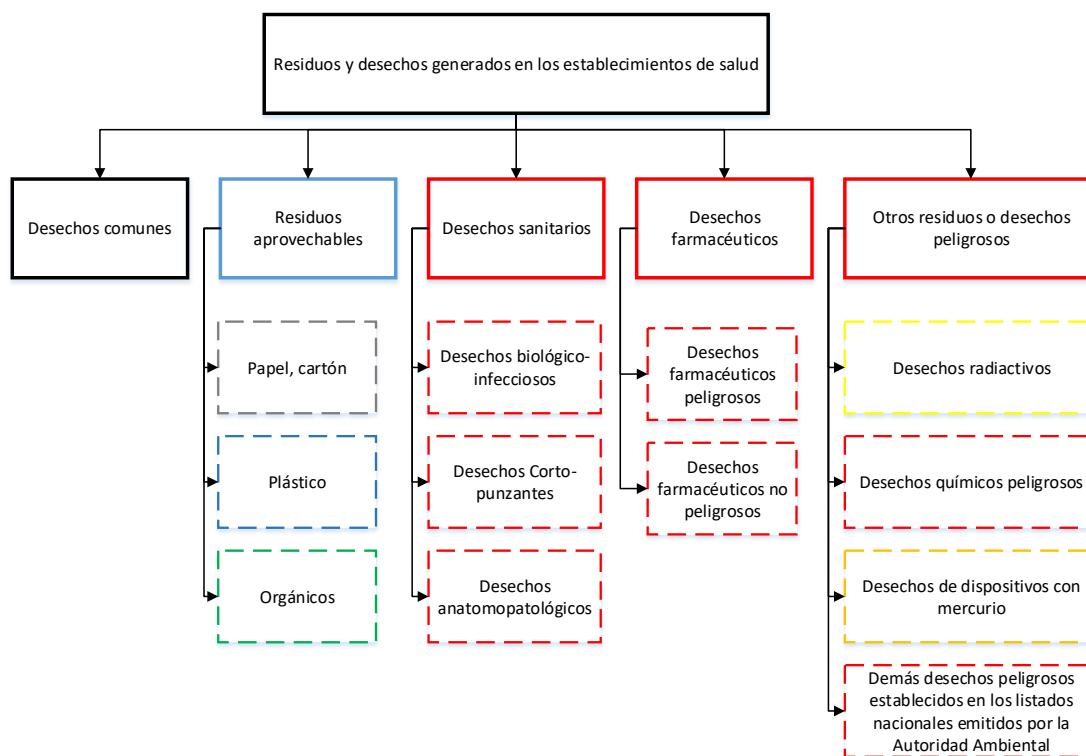


Figura 3. Clasificación de los Desechos Generados en casas de salud.

Nota: Adaptado del ministerio de salud pública. [11]

Tratamiento de los desechos

El manejo adecuado de los desechos hospitalarios se debe realizar en el propio establecimiento de salud, para lograr reducir los riesgos de exposición a productos cancerígenos, químicos y gérmenes que se generen. La manera de lograr la reducción de riesgos es desinfectando o inactivando los desechos peligrosos, desechos especiales, la reutilización de agujas, medicamentos y asimismo reduciendo el volumen total generado y que su aspecto. [12]

Tratamiento inmediato o primario: se efectúa de manera inmediata en el lugar donde se generan los desechos como ejemplo: en quirófanos que tienen autoclaves para realizar la esterilización. En las salas de aislamiento se puede usar la desinfección química con los desechos que son líquidos, insumos desechables, heces y secreciones. [12]

Tratamiento centralizado o secundario: se pueden realizar interna y externamente.

- **Interno:** se ejecuta dentro del establecimiento de salud siempre y cuando posea un equipo o sistemas de tratamientos que cumpla con la descripción técnica necesaria y la normativa legal vigente.

- **Externo:** se ejecuta se fuera del establecimiento de salud. [12]

Tratamiento de desechos infecciosos

Existen algunos métodos para realizar el tratamiento e inactivación de estos tipos de desechos.

Incineración: este tratamiento logra eliminar de forma completa y efectiva porque disminuye hasta 90% de su volumen y hasta el 75 % de su peso. Una desventaja de este método es el costo elevado en la instalación y durante la operación. Necesita de un control especial debido a la toxicidad de la ceniza y gas residual. Estos equipos requieren una limpieza continua con agua provocando gran cantidad de residuos líquidos y ácidos que deben neutralizarse. Estos equipos deben cumplir con las siguientes normas técnicas: [12]

- El equipo debe tener una cámara de combustión principal donde se quema los desechos generando ceniza y gas que contiene dioxina y genera cáncer, una cámara secundaria donde los gases se combustionan convirtiéndose en vapor de H₂O, óxido de nitrógeno, ácido clorhídrico y CO₂.
- Para que estos desechos logren ser exterminados en la cámara principal, es necesario tener un tiempo de constancia no menor a una hora, la temperatura de 800°C y revuelta necesaria para trasladar los desechos.
- Debe estar colocado en un lugar que no represente riesgo para la salud humana, por lo tanto, alejado de la bodega, tanque de oxígeno, recipiente que contengan sustancia combustible o explosiva.
- La ceniza que resulta de este proceso se considera como residuo peligroso porque tiene varios metales como: cadmio, plomo, mercurio, arsénico, cromo. Estos residuos se colocan en fundas con su respectiva etiqueta de residuo peligroso. [12]

Autoclave: este método se logra por la mezcla entre la presión y calor. El parámetro que utiliza es entre 120°C y 2 Bar o 105kp de presión (15 lb/pulgadas²) por un periodo no menor a 30 min. Es necesario efectuar pruebas de eficiencia del proceso de esterilización a través de indicadores biológicos o físicos. [12]

- Por este método se puede eliminar cualquier microorganismo siempre y cuando tenga los parámetros aplicados. La eliminación se logra a través de hidrólisis en las moléculas.
- El costo de operación de este equipo es más bajo que el costo del proceso

de incineración, porque solo necesita H₂O y energía eléctrica, pero el valor de instalación puede llegar a ser igual o mayor. La ventaja fundamental es que no produce contaminación.

- La desventaja de este proceso, que los desechos deben ser triturados para lograr un mejor contacto con el vapor lo cual causa que los costos de operación aumenten.
- Los residuos del tratamiento pueden ser considerados como desechos comunes y logra la reducción del volumen en un 60%. [12]

Desinfección química: en este proceso los desechos hospitalarios deben estar en contacto con desinfectantes químicos. Los residuos ingresan en un lugar en el cual se mezclan con el desinfectante. Los líquidos que resultan del tratamiento, son desechados al sistema de alcantarillado y los desechos sólidos productos de la desinfección son botados en rellenos sanitarios. [13]

Características: la eficacia de este proceso obedece completamente del tipo de desinfectante que se utiliza. Se debe realizar un control de la temperatura, tiempo de contacto con desinfectante, pH, concentración utilizado con los desechos. [13]

Se utilizan para el tratamiento:

- Óxido de Etileno.
- Dióxido de Cloro.
- Gas formaldehído y otros.
- Hipoclorito de Sodio.

Ventajas:

- El costo por la inversión y operación es moderado.
- Considerando que el equipo para realizar el tratamiento es automatizado se describe como sencillo. [13]

Desventajas:

- Los desinfectantes utilizados para el proceso de tratamiento son peligrosos y requiere de un manejo adecuado por parte del personal que lo manipula.
- Los residuos producto del proceso de tratamiento contienen remanentes de sustancias químicas y en algunas situaciones es necesario tratar los efluentes.
- La desinfección no puede llegar a ser completa si no se logra un contacto adecuado con los residuos. [13]

Microondas: estos desechos son fraccionados y a la vez se le suministra vapor para lograr la absorción equivalente del calor en el proceso, en ese momento son inducidos por medio de una cámara donde son expuestos a las microondas. [13]

Características:

- Estos desechos son calentados máxima a una temperatura de 950 °C en un lapso de media hora.
- Presenta una frecuencia de 2450 mHz y una longitud de onda de 12.24cm.
- El precio del equipo de una capacidad de 250 kg/h es de \$ 500.000. [13]

Ventajas:

- Tiene poco consumo de energía eléctrica, alrededor de 270 kW/h.

Desventaja:

- Puede librar residuos tóxicos volátiles mientras dure el proceso de tratamiento.
- Frecuentemente se presentan fallas mecánicas y/o averías.
- Es necesario que el personal que utilizará el equipo deba estar capacitado.
- El cuerpo de bacterias y parásitos no se exterminan en su totalidad. [13]

Tipos de residuos	Métodos de Tratamiento					Técnicas auxiliares
	Autoclave	Incineración	Desinfección química	Microonda	relleno sanitario	
Generales					*	Reciclaje
Infecciosos						
Laboratorio	*	*	*	*	*	
Patológicos		*	*			
Sangre y derivados	*	*	*	*		
Cortopunzantes	*	*	*	*		Aglutinación
Áreas críticas	*	*	*	*		
Investigación		*			*	
Especiales						
Químicos		*			*	Neutralización química
Radiactivos						Decaimiento
Farmacéuticos		*			*	Aglutinación, reciclaje
Derrames			*			

Figura 4. Métodos de tratamientos de desechos sanitarios

Fuente: [12]

1. luego de trituración pueden someterse a los otros tratamientos.
2. celda especial con aislamiento e impermeabilización.

	Incineración	Autoclave	Desinfección química	Microonda	Refrige sanitario
Tratamiento adicional	No requiere	Trituración Compactación (opcional)	Trituración Compactación (opcional)	Trituración Compactación (opcional)	Desinfección o cinta especial totalmente aislada
Insumos utilizados	Combustible Electricidad	Agua Electricidad	Desinfectantes químicos Electricidad	Agua Electricidad	Capa impermeabilizante, Capas de tierra para cobertura inmediata
Ventajas	Reducción del 75% de peso y 90% de volumen. Destrucción de plásticos y farmacos	Esoo riesgo de contaminación. Reducción del 60% del volumen (compactación)	Reducción del 60% del volumen (compactación)	Esoo riesgo de contaminación. Reducción del 60% del volumen (compactación)	Fácil instalación
Desventajas	Contaminación ambiental. Produce dioxinas (cancerígenas)	Aumento del peso por adición de agua	Se usan productos tóxicos. Contaminación ambiental	Aumento del peso por adición de agua	Contaminación del suelo. Riesgo de contaminación en el transporte
Riesgos para el personal	Productos irritantes y cancerígenos	No demostrado	Productos irritantes y cancerígenos	No demostrado	Productos irritantes y tóxicos
Costos de instalación	Medianos a altos	Altos	Altos	Altos	Medianos a altos
Costos de funcionamiento	Medianos a altos	Medianos	Medianos a altos	Medianos a altos	Bajos

Figura 5. Comparación de métodos de tratamiento.

Fuente: [12]

El cálculo de costos de una organización que brinde de servicio dependen del tipo de actividad, la parte fundamental en los servicios es que estos no se pueden almacenar para ser vendidos en el futuro. Aunque depende del tipo de servicio, el precio para realizar la producción de cualquier servicio está conformado por 3 elementos que son: materiales y gastos generales. [14]

Clasificación de los costos: los costos se clasifican en directos e indirectos:

- Costo directo: tiene relación con el producto o servicio en cuanto a su conformación material y de servicio.
- Costo indirecto: no forma parte material del producto o servicio, pero son pagos y causaciones indispensables en el proceso de fabricación o prestación del servicio.
 - Costo de producción o servicios variables: son los que por razones de la operación varían proporcionalmente a la cantidad de unidades o servicios terminados prestados.
 - Costos de producción o servicios fijos: son pagos o causaciones permanentes que independientemente de que se produzca o no se requieren como costos. [15]

1.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Almacenamiento: es el lugar donde se depositan de manera transitoria los desechos, salvaguardando el medio ambiente y la salud. Es el acopio de los desechos donde se generan o en lugares cercanos a estos para luego ser recolectados.

Segregación: es el proceso de clasificación o separación específica de los desechos

Tratamiento: es el conjunto de procesos y operaciones donde se logran modificar las características tanto química, física y microbiológicas de los desechos, con la finalidad de disminuir el volumen, los problemas de salud y la contaminación del medio ambiente.

Recolección y transportación: es el proceso de traslado de los desechos en vehículos calificados y que cumplan con sus características, desde el lugar de almacenamiento intermedio hasta el lugar de disposición final (con o sin tratamiento).

Colector: es el que tiene la función de realizar la recolección de desechos.

Disposición final: es la última etapa del manejo y para eliminar los desechos, donde van a ser colocados.

Minimización: es la actividad donde el objetivo principal es disminuir el volumen y peligrosidad de los desechos, por medio de una estrategia preventiva, algún procedimiento, técnica o método. [16]

1.4. HIPÓTESIS

La propuesta de implementación de la planta de tratamiento de los desechos sanitarios y el sistema de gestión reduce los costos de recolección, transporte y tratamiento en el Hospital General Machala.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

La investigación es aplicada, nivel descriptivo, correlacional causal (cuantitativo).

2.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es aplicada, porque se requiere de un marco teórico y a través de la recolección de datos se realizarán nuevas teorías que tienen como objetivo generar la solución del problema planteado.

2.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

La población estará conformada por de una área de 30.057 m², donde 22.713 m² son de área construida, distribuida en 27 bloques en donde funcionan las diferentes áreas del

Hospital, de las cuales trabajan 24 horas diarias: emergencia, imagenología, laboratorio, farmacia, unidad de atención neonatal, centro obstétrico, centro quirúrgico, unidad de cuidados, intermedios, intensivos y quemados, hospitalización clínica 1, hospitalización clínica 2, hospitalización quirúrgica, hospitalización gineco-obstetra, hospitalización pediátrica, esterilización, mantenimiento, cafetería; las áreas como lavandería, alimentación y nutrición, consulta externa 1 y 2, limpieza, admisión, rehabilitación, unidad de hemodiálisis trabajan un promedio de 16 horas al día; y otras áreas como administración, unidad de endoscopia, anatomía patológica, morgue, pie diabético trabajan 8 horas diarias.

Como muestra se tiene el consolidado mensual y anual de los desechos generados desde enero de 2018 hasta diciembre de 2019, así mismo el costo total por la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de desechos.

Este tipo de muestreo se efectuará en el área donde se almacena en su etapa final los desechos y en la Unidad de seguridad e higiene del trabajo y ambiente.

2.4. CRITERIOS DE SELECCIÓN

Se realiza en el Hospital General Machala considerando lo siguiente:

- Otras unidades de Salud no cuentan con un registro diario o tienen un registro inadecuado de la generación de los desechos sanitarios.
- Es la unidad de salud de referencia de la provincia (conformada por 14 cantones) y la distancia geográfica con otras unidades de referencia es grande.
- Carencia de tiempo suficiente para dedicarse a las tareas de investigación y recolección de datos.

2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 8. Matriz de operacionalización de las variables.

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES									
SISTEMA DE GESTIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE LOS DESECHOS SANITARIOS PARA REDUCIR COSTOS EN EL HOSPITAL GENERAL MACHALA									
PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	VARIABLES	MÉTODOS	TEMAS	INDICADOR	TÉCNICA/FÓRMULA	
¿Cuál es el impacto del sistema de gestión para el tratamiento de los desechos sanitarios en los costos del Hospital General Machala?	El sistema de gestión para el tratamiento de los desechos sanitarios reduce los costos de recolección, transporte y tratamiento en el Hospital General Machala.	Reducir costos con el sistema de gestión para el tratamiento de los desechos sanitarios en el Hospital General Machala.	<ul style="list-style-type: none"> Diagnosticar el sistema de gestión para el tratamiento de los desechos sanitarios en el Hospital General Machala. 	INDEPENDIENTE Diseño de un sistema de gestión para el tratamiento de los desechos sanitarios en el Hospital General Machala	Gestión del tratamiento de desechos	Clasificación de los desechos	Generación de desechos sanitarios (kg/cama/día)	Generación de desechos sanitarios (kg/día) / Número de camas	
						Cronograma de Capacitación	Personal con formación para realizar la clasificación adecuada	Horas de capacitación dictada (h) / Personal de la institución (Nº de personas)	
				<ul style="list-style-type: none"> Diseñar el sistema de gestión para el tratamiento de los desechos sanitarios en el Hospital General Machala 	DEPENDIENTE Reducir costos con la planta y el sistema de gestión para el tratamiento	Análisis financiero	Procedimiento para el tratamiento de los desechos sanitarios	Proceso Tiempo	Diagrama de flujo del proceso
				<ul style="list-style-type: none"> Evaluar económicamente el sistema de gestión para el tratamiento de los desechos sanitarios en el Hospital General Machala 			Ratios financieros	Ahorro mensual	((Promedio de generación mensual* costo tratamiento externo)- (Promedio de generación mensual* costo tratamiento interno))
						Años de recuperación de la inversión	Valor del equipo / Ahorro anual		

Fuente: Elaboración propia

2.6. TÉCNICA, INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

- Recolección de datos del sistema de gestión actual de los desechos en el Hospital.
- Búsqueda de información de técnicas de sistemas de gestión de tratamientos de desechos.
- Encuesta.
- Entrevista.

- Desarrollo y elaboración de la propuesta del nuevo sistema de gestión de tratamiento de desechos sanitarios.

2.7. PROCEDIMIENTOS

Se analizará el procedimiento de gestión de los desechos que tiene actualmente el Hospital General Machala, con los manifiestos únicos entregados por el gestor y el registro diario de la recolección de los desechos proporcionados por la Unidad de Seguridad e Higiene del Trabajo y ambiente se conocerá la generación total diaria, mensual y anual de los desechos en el Hospital.

Luego se investigará el costo actual de equipo de tratamiento de los desechos sanitarios el cual ayudará a mejorar el sistema de gestión de los mismos, para proceder con análisis económico del proyecto.

2.8. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

- Procesamiento de la información obtenida.
- Análisis de la información obtenida.
- Procedimiento de contratación pública para el nuevo sistema de gestión de tratamiento de desechos sanitarios.
- Análisis costo-beneficio: Se realizará un análisis económico entre el costo mensual con el actual sistema de gestión de los desechos basándonos en los precios acordados en el actual contrato que mantiene el Hospital con el gestor y los manifiestos únicos (desechos generados en Kg), con el ahorro mensual (*(Promedio de generación mensual* costo tratamiento externo)- (Promedio de generación mensual* costo tratamiento interno)*) y el tiempo de recuperación de la inversión (*Valor del equipo / Ahorro anual*) con la propuesta del nuevo sistema de gestión de desechos sanitarios en el hospital.
- Determinación del sistema de gestión de tratamiento de desechos sanitarios.

2.9. MATRIZ DE CONSISTENCIA.

Tabla 9. Matriz de consistencia

Sistema de gestión de tratamiento de desechos sanitarios para reducir costos en el Hospital General Machala						
¿Cuál es el impacto del sistema de gestión de tratamiento de desechos sanitarios en los costos en el Hospital General Machala?						
ÁREA	PROBLEMA	CAUSAS	MÉTODO	TÉCNICAS/ HERRAMIENTAS	LOGROS	INDICADORES
UNIDAD DE SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO Y AMBIENTE	Elevados costos en la recolección, transporte y tratamiento de los desechos sanitarios	MAQUINARIA Falta de mantenimiento	Gestión de Mantenimiento	Planificación del mantenimiento	Incrementar la confiabilidad	%Mantenimiento Planificado = ((# de mantenimiento efectuados)/# de mantenimiento programados por año)*100%
		MANO DE OBRA Falta de Gestor externo. Tienen la planta de tratamiento o en otras ciudades. No hay planta de tratamiento en el hospital	Gestión de Operaciones	Implementación de la planta de tratamiento en el Hospital	Disminución de costos de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos sanitarios	% de disminución de Costo = ((costos totales con la planta de tratamiento)/costos totales con el gestor externo)*100%
		MÉTODO Toma de datos incorrectos (kg)	Ingeniería de Métodos	Supervisión en la toma de datos (peso de los desechos sanitarios)	Reducir los errores en la toma de datos del gestor	# de datos incorrectas = datos del gestor externo (peso de desechos sanitarios)- datos del Hospital (peso de desechos sanitarios)

Fuente: Elaboración propia

2.10. NORMATIVA LEGAL

2.10.1. Código Orgánico del Ambiente

Art. 181.- De los planes de manejo ambiental. El plan de manejo ambiental será el instrumento de cumplimiento obligatorio para el operador, el mismo que comprende varios subplanes, en función de las características del proyecto, obra o actividad.

Además, contendrá los programas, presupuestos, personas responsables de la ejecución, medios de verificación, cronograma y otros que determine la normativa secundaria.

[17]

Art. 187.- De la suspensión de la actividad. En los mecanismos de control y seguimiento en los que se identifiquen no conformidades por el incumplimiento al plan de manejo ambiental o a las normas ambientales, y siempre que estas signifiquen afectación al ambiente, se podrá ordenar como medida provisional la suspensión inmediata de la actividad o conjunto de actividades específicas del proyecto que generaron el incumplimiento. [17]

Art. 188.- De la renovación del permiso ambiental. La revocatoria del permiso ambiental procederá cuando se determinen no conformidades mayores que impliquen el incumplimiento al plan de manejo ambiental, reiteradas en dos ocasiones, sin que se hubieren adoptado los correctivos en los plazos dispuestos. [17]

Art. 189.- Efecto de la revocatoria. La revocatoria de la autorización administrativa implicará que el operador no pueda realizar actividad alguna en el proyecto, obra o actividad, exceptuando las necesarias para el cumplimiento del plan de cierre y abandono, así como las de reparación integral de daños ambientales. [17]

Art. 316.- Infracciones leves. Serán las siguientes:

2. El incumplimiento de las obligaciones contenidas en la autorización administrativa o plan de manejo ambiental, cuando no estén tipificadas como grave o muy grave;
4. La generación de residuos o desechos especiales sin la autorización administrativa;(…) [17]

Art.317.- Infracciones graves. Las siguientes infracciones se considerarán graves y se les aplicará, además de la multa económica, las siguientes:

17. El incumplimiento de normas técnicas en el manejo integral de sustancias químicas, residuos y desechos. Para esta infracción se aplicará, según corresponda, la sanción contenida en el numeral 4 del artículo 320; [17]

Art. 320.- Sanciones. Son sanciones administrativas las siguientes:

1. Multa económica;
4. Suspensión temporal de la actividad o del aval oficial de actuación;

Se impondrá la clausura definitiva de establecimientos, edificaciones o servicios cuando los daños ambientales no han cesado por el incumplimiento de las medidas correctivas

ordenadas. [17]

2.10.2. Reglamento al código orgánico del ambiente

Art. 492.- Auditoría ambiental.- Es un proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencia y evaluar objetivamente el grado de cumplimiento de los requisitos legales ambientales, planes de manejo y requisitos que sustentan la autorización administrativa de un proyecto, obra o actividad, u otro instrumento legal o contractual que se determine como criterio de referencia. [18]

Art. 493.- Auditoría ambiental de cumplimiento.- El operador presentará una auditoría ambiental de cumplimiento con la finalidad de evaluar la incidencia de los impactos ambientales de sus proyectos, obras o actividades (...)

La auditoría ambiental de cumplimiento se realizará una vez transcurrido un año (1) desde el otorgamiento de la licencia ambiental y posteriormente cada tres (3) años, sin perjuicio de que según el desempeño ambiental del operador la Autoridad Ambiental competente pueda reducir el tiempo entre auditorías. [18]

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SANITARIOS

NEWSTER es una tecnología patentada, probada y certificada para el tratamiento de los desechos sólidos hospitalarios potencialmente infecciosos, cuyo principio de esterilización está basado en el calentamiento por fricción (FRITIONAL HEATING). El residuo obtenido es esterilizado, triturado finamente, seco, sin malos olores y es reducido 25% en peso y 75% volumen; es una alternativa actualmente disponible para el tratamiento.

Esta tecnología fue diseñada para ser instalada exclusivamente dentro de las casas de salud (in situ), lo que permite la notable reducción de los costos, aumenta la calidad de la higiene, garantiza la seguridad del personal, contribuye a la reducción de residuos generados, además de reducir el impacto ambiental a casi cero y evitar los riesgos de contaminación en el transporte de residuos infecciosos.

3.1.1. Tipo de tecnología

El tipo de tecnología utilizado para realizar el tratamiento de los desechos sanitario es “Sistema de tratamiento térmico de fricción (Frictional heat treatment system)”

3.1.2. Composición de la planta de tratamiento

El sistema está compuesto de:

- Panel de controles de PLC
- Sistema de tratamiento frictional heating
- Grupo de filtración de vapores.
- Grupo de extracción de aire
- Una balanza para interior de la planta de tratamiento
- Kit básico de herramientas para el mantenimiento diario
- Una computadora portátil para el registro de los datos estadísticos y mantenimiento
- Carillo adecuado para la transportación de los recipientes con y sin desechos sanitarios.
- Sistema STERILBOX (sanificación de bidones de 60 Litros)
- Equipos de desinfección de superficies mediante microvaporación.

3.1.3. Especificaciones Técnicas del Equipo

Tabla 10. Especificaciones técnicas

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
GENERALIDADES	
Marca	NEWSTER TECHNOLOGIES
Modelo	W10 + STERILBOX
Año de fabricación	2020
Procedencia	Italia
Peso	1060Kg. (NW10) + 160 Kg. (STERILBOX)
Volumen general del equipo (m ³)	4.42 m ³
PRINCIPIO DE OPERACIÓN	
Sistema de esterilizador por desfibración celular de desechos y desinfección por ruptura de la membrana celular a 155°C.	La esterilización se actúa por temperatura mediante choque y fricción hasta 155 grados centígrados
PROCESOS A EJECUTARSE	
Destrucción por trituración	Mediante doble velocidad del rotor
Compactación	Mediante la reducción del volumen
Esterilización por vapor autogenerado por el proceso	Esterilización de alto nivel de eficiencia por calor húmedo.
Sin incineración	La temperatura del trabajo hasta 155 °C (grados centígrados), bajo el nivel de incineración

CAPACIDADES	
Capacidad para tratar los residuos médicos infecciosos sean estos: sintéticos, biológicos, metálico, vidrioso, como partes anatómicas, los bolsillos de los fluidos, cortinas, plásticos, vidrio y metal (pequeñas agujas, gorras, escalpelo, fórceps endoscópico)	Se realiza mediante trituración mecánica con cuchillas y contracuchillas.
Capacidad de procesamiento entre mínimo 30 a 50 Kg / hora	El equipo puede tratar en cada ciclo de 25 - 40 minutos de 15 a 25 kilos.
Capacidad de volumen de procesamiento mínimo 135 lt	Celda de tratamiento tiene un volumen de 170 litros.
CARACTERÍSTICAS	
Garantía 2 (dos) años mínimo	Visitas Ordinarias Trimestrales
	Comprende mantenimiento conservativo, full risk (suministros: cuchillas, contracuchillas, sensores de temperatura, filtros en su debido tiempo) Mano de obra calificada. La garantía cubre daños por defectos de fabricación, NO cubre daños causado por descuido o mal manejo.
Ciclo de esterilización aproximadamente 25-40 minutos	SI
Temperatura hasta 150 ° C	SI
Reducción del volumen no menor al 70 o 75%	SI
Reducción de peso al menos 20% (dependiendo de la humedad o líquidos que haya en los residuos).	SI
Consumo de energía entre 13 a 20 Kw	SI
Consumo de agua por día 50 lt (recirculación)	SI
Control digital programable	SI
ESTADO DEL PRODUCTO FINAL	
Irreconocible	La trituración fina permite el NO reconocimiento del residuo.
Contenido de humedad	Humedad del residuo <6%

GRABADO E IMPRESIÓN DE PARÁMETROS DE TRATAMIENTO	
Sistema de trituración por cuchillas de 1200 a 2400 rpm	El rotor cumple con el proceso mediante la variación de velocidad entre 1200 a 2400 rpm.
Sistema para envasado automático de producto final	El producto final se envasa automáticamente por gravedad y centrifugación al final del proceso.
Sistema de vapores por filtrado	El sistema tiene 4 fases de filtración: <ul style="list-style-type: none"> • Grupo de enfriamiento del vapor. • Grupo de filtración grueso. • Filtro de carbón activado. • Filtro HEPA 99.99%
Sistema de desinfección de recipientes de residuos hospitalarios	Se realiza con el accesorio Sterilbox,
Inactivación microbiológica al menos de 6 log.	SI
Calidad de agua de descarga final: acorde a leyes ambientales ecuatorianas y otras internacionales.	Se agrega resultados de análisis efectuados por laboratorios acreditados oficialmente de México.
Calidad de gas de emisión final: acorde a leyes ambientales ecuatorianas y otras internacionales.	Se agrega resultados de análisis efectuados por laboratorios acreditados oficialmente de México
ÁREA DE INSTALACIÓN	
Mínimo 30m2	El área de instalación total entre 30 y 50 m2.
INSTALACIÓN	
Mano de obra, equipos y herramientas para la instalación	SI
Acometida agua	Entrada de agua con una línea de ¾ pulgada.
Descarga de agua	Entre 40 a 50 milímetros.
Eléctrica: 3 fases + neutro + tierra	<ul style="list-style-type: none"> • Magneto térmico diferencial de 100 a 175 amperios variable, de caja moldeada, con poder de interrupción de 0,5 mmA. En curva D. • Transformador de 75 a 100 Kw, con centro estrella de 440 – 220 v; trifásico (sugerimos Pat-mouted). • Cable de alimentación caja general: 3 x 4 ceros • Neutro: 1 x 1 cero • Tierra: cable desnudo N° 4

OTRAS CARACTERÍSTICAS	
Dimensiones:	
<ul style="list-style-type: none"> · <i>Esterilizador:</i> 100 x 160 x 200 cm. · <i>Grupo de filtros:</i> Incorporado al sistema · <i>Tablero eléctrico:</i> 50 x 80 x 160 cm. · <i>Peso:</i> 1060 kg. · <i>Esterilizador de tachos:</i> Accesorio Sterilbox · <i>Peso:</i> 160 kg. 	
DESECHOS TRATABLES Y NO TRATABLES	
Trata los siguientes Desechos Infecciosos	<ul style="list-style-type: none"> • Los catéteres (vejiga, venosa, arterial de drenaje, etc.) • Los guantes desechables y reutilizables de género de plástico desechable. • Los tubos, catéteres y sistemas de drenaje, equipos de infusión • Yesos y vendajes • Los viales y jeringas desechables y polivalente • Los residuos quirúrgicos • El material para apósitos y vendajes • Muestras de laboratorio Bolsas para transfusiones, la orina, el cuidado de ostomía, la nutrición. • Toallas sanitarias, pañales • Frascos de plástico o de vidrio
NO Trata los siguientes Desechos Infecciosos	<ul style="list-style-type: none"> • Los materiales inflamables • Los recipientes de gas y tanques • Orgánico e inorgánicos líquidos residuales (caldo, aceite, aguas residuales, lavadoras y secadora) • Los cadáveres de animales grandes. • Productos químicos • Materiales radioactivos • Sábanas, mantas, fundas de almohada, etc. Los materiales explosivos • Los residuos orgánicos con contenido de agua superiores al 30 %

Fuente: Elaboración propia

Nota: los datos fueron tomados de la ficha técnica del equipo.

3.1.4. Descripción del proceso para efectuar el tratamiento

La tecnología Newster utiliza calentamiento por fricción complementado por calentadores de resistencia para calentar los desechos hasta aproximadamente 150 ° C mientras los tritura en polvo seco. El proceso de esterilización también se ve favorecido por la adición de hipoclorito de sodio. Se utiliza un rotor de alta velocidad que funciona a dos velocidades (1300 a 2800 rpm).

La primera parte del tratamiento emplea calentamiento húmedo por vapor generado por el

rotor que hace que los desechos alcancen una temperatura de 100 ° C. El vapor y otros vapores generados pasan a través de intercambiadores de calor y filtros para condensar el vapor y filtrar el aire antes de ser liberados al medio ambiente.

Cuando todos los fluidos se han evaporado, los desechos continúan calentándose a condiciones de sobrecalentamiento seco. Los desechos se mantienen por encima de 135 °C hasta 150 ° C durante varios minutos para lograr la esterilización. Todo el proceso tiene lugar a presión atmosférica. El residuo es un producto seco e inodoro que produce una reducción de volumen promedio de 70-75% y una reducción de masa de 20-25%. El sistema utiliza un controlador lógico programable.

3.1.5. Operación de la planta de tratamiento de desechos sanitarios

Después de que los desechos se introducen en el sistema, el operador enciende el motor a una velocidad baja. Después de varios minutos, la máquina pasa a la velocidad más alta y continúa girando hasta que se libera toda la humedad y los desechos alcanzan los 120 ° C.

Luego se apagan los calentadores pero se permite que la temperatura de los desechos aumente a aproximadamente 150 ° C. El motor se pone a baja velocidad y se agrega agua para enfriar los desechos a 95 ° C. Después de esperar pequeño lapso de tiempo para lograr que el agua se evapore, los desechos se descargan durante aproximadamente dos minutos. Al final del ciclo, los controles están apagados.

3.1.6. Programa de Mantenimiento de la planta de tratamiento

Mantenimiento diario (a cargo del operador capacitado)

- Descargar la agua desde el caño que va desde la maquina hasta el filtro
- Limpiar el contenedor y el filtro circular que se encuentra en la tapa
- Descargar la válvula de no-retorno
- Control del ajuste del tornillo de la tapa principal
- Limpiar el circuito del hipoclorito

Cada mes (a cargo del operador capacitado)

- Limpiar los inyectores de agua del contenedor y del demister
- Controlar la protección de los sensores
- Limpiar descarga del demister
- Controlar los tubos de aire

- Limpiar el filtro circular con aire comprimida
- Controlar la guarnición de la tapa
- Controlar las cuchillas

Cada 3 meses (a cargo del proveedor)

- Controlar y sustituir las cuchillas fijas
- Controlar y sustituir las cuchillas giratorias
- Control del compresor, nivel del aceite y vaciar condensa desde el pulmón
- Controlar y limpiar el aspirador de polvo
- Controlar las correas del motor principal
- Controlar y limpiar las válvulas de agua
- Controlar las cuchillas verticales
- Controlar la protección del sensor de temperatura largo
- Controla la bomba de hipoclorito.

Cada 6 meses (a cargo del proveedor)

- Sustituir los filtros a carbón activado

Cada año (a cargo del proveedor)

- Sustituir el filtro HEPA absoluto
- Control de los rodamientos

3.2. ANÁLISIS DE LOS DESECHOS GENERADOS EN EL HOSPITAL.

El Hospital General Machala generó 249.617,11 kg de desechos en el año 2018, de los cuales 119.988,93 kg son desechos peligrosos lo cual equivale al 48,07 % y 129.628,18 kg son desechos comunes lo que equivale al 51,93 % del total generado. Asimismo en el año 2019 se generó 196.521,89 kg de los cuales 105.410,64 kg son desechos peligrosos lo cual equivale al 53,64 % y 91.111,25 kg son desechos comunes lo que equivale al 46,36 % del total generado.

Con los cálculos anteriores, podemos determinar que el Hospital General Machala tiene una **sobre generación de desechos peligrosos del 33.07 % en el año 2018 y 38.64% en el año 2019** según lo que establece la organización mundial de la salud calcula que del total de los desechos producidos en casas de salud alrededor del 85% son desechos comunes (no son peligrosos), y el 15 % restante se supone que son desechos peligrosos (infecciosos, tóxicos o radiactivos).

3.2.1. Indicadores más importantes en la gestión de desechos sanitarios

Tabla 11. Generación mensual de desechos sanitarios 2018-2019 (Kg)

ÁREA	Prome dio enero	Prome dio febre	Prome dio mar	Prome dio abr	Prome dio may	Prome dio jun	Prom edio jul	Prome dio ago	Prom edio sep	Prom edio oct	Prome dio nov	Prom edio dic
Hospitalización Pediátrica	553.05	607.25	673.28	606.30	598.35	598.40	529.9 0	550.20	407.10	467.85	468.54	479.45
Hospitalización Clínica 1	732.45	749.45	875.75	778.60	852.10	847.88	812.5 0	754.05	835.45	741.35	661.65	636.95
Hospitalización Quirúrgica	599.40	612.65	687.45	689.40	745.06	684.95	725.0 0	659.05	581.05	609.40	582.10	581.65
Hospitalización Clínica 2	735.65	752.50	780.40	824.09	806.50	730.90	791.2 0	800.90	740.50	638.00	617.60	624.45
Hospitalización Gineco- Obstetra	454.25	464.30	482.55	549.45	508.45	597.35	511.9 0	545.10	388.15	434.65	378.40	451.25
SUBTOTAL	3074.80	3186.1 5	3499.4 3	3447.8 4	3510.4 6	3459.4 8	3370. 50	3309.3 0	2952.2 5	2891.2 5	2708.2 9	2773.7 5
Promedio de Generación Diaria	99.19	113.79	112.88	114.93	113.24	115.32	108.7 3	106.75	98.41	93.27	90.28	89.48
Promedio de Generación Kg/cama/día	0.66	0.76	0.75	0.77	0.75	0.77	0.72	0.71	0.66	0.62	0.60	0.60
Promedio de Generación Kg/cama/día del año 2018- 2019	0.6979											

Fuente: elaboración propia

Como se puede evidenciar en la tabla 11 el promedio de generación de los años 2018 y 2019, en el mes de noviembre y diciembre fueron los meses donde se generó menor cantidad de kg/cama/día con un 0,60; asimismo, en abril y junio fueron los meses con mayor generación de desechos sanitarios con un 0,77 kg/cama/día.

Cabe indicar que en los años 2018 y 2019 la generación de desechos sanitarios en el Hospital General Machala sobrepasó lo indicado por la OMS (2018) donde indica que los países de ingresos altos llagan a generar un promedio de hasta 0.5 kg y los pocos ingresos generan un promedio hasta 0.2 kg.

3.3. PROCEDIMIENTO PARA LA GESTIÓN INTERNA DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS

3.3.1. Segregación de la fuente

- Los trabajadores del hospital deben clasificar los residuos y desechos en el punto de generación y colocarlos en las fundas y recipientes adecuados al tipo de desecho, sus características y su peligrosidad.
- Los trabajadores tienen prohibido mezclar los desechos y se guiarán bajo el siguiente

principio:

Desecho común + desecho peligroso = desecho peligroso

- Los trabajadores deben depositar los desechos dentro del recipiente, para lo cual usarán el pedal del recipiente, no tocarán directamente el recipiente con las manos.
- El papel higiénico, toallas higiénicas, pañales y toallas de mano, serán depositados en los desechos comunes, excepto el área de emergencia, aislamientos y donde exista pacientes con microorganismos patógenos multirresistentes o infecciosos previo diagnóstico definitivo.

3.3.2. Almacenamiento primario

Tabla 12. Descripción del almacenamiento primario por tipo de desecho

Tipo de desecho	Funda	Recipiente	Observación
Biológico-infecciosos	<p>Color: rojo</p> <p>Cuando las fundas que contienen los desechos se encuentre llena hasta las $\frac{3}{4}$ partes de su capacidad, los desechos se acondicionarán doblando el filo superior externo o filo sobrante y haciendo un nudo, cuidando sujetarlas de su cara externa, evitando la entrada de aire; también se puede efectuar el cierre de las fundas mediante cinta adhesiva resistente.</p> <p>El peso de cada una de las fundas de almacenamiento primario no podrá superar los 10 kilogramos</p>	<p>Color: rojo</p> <p>Rotulación: tipo de desecho y pictograma sustancias infecciosas.</p> <p>Se puede utilizar recipientes sin tapa en puntos de generación crítica (por ejemplo emergencia, quirófano, salas de parto) y en áreas donde se realicen procedimientos médicos, con el fin de facilitar la eliminación del desecho sin riesgo de contaminación cruzada.</p>	<p>El límite máximo de llenado de los recipientes es de tres cuartas partes de su capacidad.</p> <p>Se realizará la limpieza de los recipientes antes de volver a colocar una nueva funda.</p>
Cortopunzantes	No aplica	<p>Material: plástico resistente a prueba de perforaciones y rupturas, tapa ajustable o de rosca, de boca angosta, para garantizar el cierre e impedir la introducción de las manos.</p> <p>El emplazamiento de los recipientes para desechos cortopunzantes deberá estar al alcance de la mano y de la vista, sujetos a la pared o al mobiliario para evitar su caída.</p> <p>Los recipientes para cortopunzantes deberán etiquetarse o rotularse identificando el nombre del área o servicio médico donde se utilizan, fecha de apertura y cierre.</p>	<p>Cuando se separe la aguja del cuerpo de la jeringa, las partes deberán depositarse de la siguiente manera: la aguja en el recipiente de cortopunzantes y, el cuerpo se depositará como desecho común, los cuerpos de las jeringas que contengan sangre o fluidos corporales se acopiarán como desechos biológico-infecciosos. Las agujas que no puedan separarse de su cuerpo deberán ser depositadas directamente en el recipiente de cortopunzantes.</p> <p>Los recipientes para desechos cortopunzantes se llenarán máximo hasta las tres cuartas partes de su capacidad y una vez llenados serán cerrados herméticamente.</p> <p>NO se realizará el tratamiento interno a los cortopunzantes con hipoclorito de sodio.</p>

Anatomopatológicos	<p>Color: rojo</p> <p>Rotulación: tipo de desecho, fecha, área de la que proviene (para placentas y fetos menores a 22 semanas se colocará el nombre de la madre), nombre del establecimiento.</p>	<p>Color: rojo</p> <p><u>PLACENTAS:</u> el Ministerio de Salud Pública, en el año 2016, expidió la “Normativa sanitaria para la certificación como amigos de la madre y del niño, a los establecimientos de salud del Sistema Nacional de Salud, que atiendan partos”, en la cual se posibilita a la madre la opción de disponer de la placenta, a menos de que exista una restricción clínica y se le informe de la misma; por lo tanto el personal de salud deberá preguntar a la madre si desea llevar la placenta, en caso de que la respuesta sea afirmativa, se seguirán los siguientes pasos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se llenará un formulario. 2. Doble funda de plástico rojo. 3. La funda deberá ser etiquetada 4. NO se colocará cal 5. La placenta se llevará al almacenamiento final de desechos, se mantendrá refrigerada entre 4 y 18 °C. 6. El retiro de la placenta del establecimiento, será al alta de la mujer o a las 72 horas post atención del parto (normal o quirúrgico). 7. Se le entregará el formulario de autorización sanitaria para el transporte dentro del territorio nacional de la pieza anatómica humana. <p>Si la respuesta fuera negativa se seguirán los siguientes pasos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La placenta deberá escurrirse. 2. Doble funda de plástico rojo. 3. La funda deberá ser etiquetada 5. Llevar hasta el almacenamiento intermedio, aplicar cal según lo señalado en el numeral 9.6. 6. Llevar al almacenamiento final de desechos, se mantendrá refrigerada entre 4 y 18 °C. <p><u>FETOS MENORES A 22 SEMANAS:</u> son considerados como piezas anatómicas los fetos con peso menor a 500 gramos, edad gestacional menor a 22 semanas y longitud corporal menor a 25 centímetros medida desde la corona hasta el talón (A.M. 192). Para su manejo se seguirán los siguientes pasos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se llenará un formulario. 2. Doble funda de plástico rojo. 3. La funda deberá ser etiquetada 4. NO se colocará cal 5. Se llevará al almacenamiento final de desechos, se mantendrá refrigerada la pieza anatómica entre 4 y 18 °C. 6. Cuando el padre/madre decida llevar la pieza anatómica, el retiro del establecimiento será al alta de la mujer o a las 72 horas post atención del parto (normal o quirúrgico), de no ser retirada la pieza anatómica será manejada como un desecho y enviada con el gestor ambiental. De igual forma cuando el
--------------------	---	---

Tipo de desecho	Funda	Recipiente	Observación
			<p>padre/madre decida no llevar la pieza anatómica, esta será manejada como un desecho anatomopatológico con el gestor ambiental calificado.</p> <p>7. Se le entregará el formulario de autorización sanitaria para el transporte dentro del territorio nacional de la pieza anatómica humana.</p> <p><u>FETOS IGUAL O MAYORES A 22 SEMANAS:</u> serán enviados a la morgue y se seguirá el procedimiento interno para el manejo de cadáveres.</p>
Anatomopatológicos	<p>Color: rojo</p> <p>Rotulación: tipo de desecho, fecha, área de la que proviene (para placentas y fetos menores a 22 semanas se colocará el nombre de la madre), nombre del establecimiento.</p>	Color: rojo	<p><u>PARTES ANATOMOPATOLÓGICAS (AMPUTACIONES):</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El/la médico tratante notificará al paciente o a su familiar y le indicará de la parte anatomopatológica amputada. 2. Se llenará el formulario RG-USTHA-MD-020 (original para el paciente/familiar, primera copia para centro quirúrgico, segunda copia para la USHTA). 3. Se utilizará doble funda de plástico rojo. 4. La funda deberá ser etiquetada 5. Llevar hasta el almacenamiento intermedio, aplicar cal según lo señalado en el numeral 9.6. 6. Llevar al almacenamiento final de desechos, se mantendrá refrigerada entre 4 y 18 °C. 7. El paciente/familiar tiene un plazo de 24 horas para el retiro de la parte anatomopatológica. 8. Se le entregará el formulario de autorización sanitaria para el transporte dentro del territorio nacional de la pieza anatómica humana. <p><u>PARTES ANATOMOPATOLÓGICAS (MUESTRAS):</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se utilizará doble funda de plástico rojo. 2. La funda deberá ser etiquetada 3. Llevar al almacenamiento final de desechos, se mantendrá refrigerada entre 4 y 18 °C. <p><u>OTRAS PARTES ANATOMOPATOLÓGICAS (PROVENIENTES DE PIE DIABÉTICO):</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se utilizará doble funda de plástico rojo. 2. La funda deberá ser etiquetada 3. Llevar al almacenamiento final de desechos, se mantendrá refrigerada entre 4 y 18 °C.

Tipo de desecho	Funda	Recipiente	Observación
Farmacéuticos no peligrosos	Color: negro Tamaño: en función del tamaño del recipiente, considerando siempre que el alto de la funda permita doblarla hacia el exterior en el tercio superior del recipiente.	Color: negro	Se deberá cortar el envase primario y secundario de los desechos farmacéuticos no peligrosos, a fin de que no se vuelvan a utilizar y se los dispondrá como desechos comunes. Para el caso de las sales, estas se dispondrán en el sistema hidrosanitario y el empaque se gestionará acorde con lo descrito anteriormente.
Farmacéuticos peligrosos	No aplica	Material: cajas de cartón resistente de tamaño de acuerdo a la generación, bien embaladas. Rotulación: identificadas con el tipo de desecho.	Cuando se trate de medicamentos caducados, realizar el trámite administrativo que corresponda, posteriormente enviar un memorando a la Unidad de Seguridad e Higiene del Trabajo y Ambiente en el cual se indique la procedencia del medicamento y las razones de su caducidad.
Químicos	Color: rojo Tamaño: en función del tamaño del recipiente, considerando siempre que el alto de la funda permita doblarla hacia el exterior en el tercio superior del recipiente. <i>Solo para desechos sólidos</i>	Los envases originales de las sustancias y reactivos químicos son los recomendados para su almacenamiento primario, de igual manera ocurre para aceites y lubricantes. La elección del envase dependerá del estado de agregación (por ejemplo sólido, líquido o gaseoso), tiempo previsto de acopio y las posibles reacciones del residuo. Los recipientes que se utilicen para el acopio de desechos químicos peligrosos, deberán contar con las etiquetas correspondientes para advertir sobre los peligros asociados a los tipos de desechos; para el caso, se usarán los indicados en la normativa ecuatoriana para el transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos.	Mantener en un lugar visible y de fácil acceso la hoja de seguridad del producto. Revisar la información que el proveedor deberá entregar a través de la hoja de seguridad
Otros (listado nacional de desechos peligrosos)	Color: rojo Tamaño: en función del tamaño del recipiente, considerando siempre que el alto de la funda permita doblarla hacia el exterior en el tercio superior del recipiente. <i>Solo para desechos sólidos</i>	Material: plástico o cartón rígido Tamaño: en función del volumen de generación Rotulación: tipo de desecho y pictograma	Solo para desechos líquidos o sólidos que pudieran generar líquidos (por ejemplo aceite lubricante usado, pilas). El recipiente será solicitado a la USHTA.
Desechos especiales	No aplica	Material: plástico de cierre hermético Tamaño: en función del volumen de generación Rotulación: tipo de desecho	Aplica para el aceite vegetal usado

Tipo de desecho	Funda	Recipiente	Observación
Comunes	Color: negro Tamaño: en función del tamaño del recipiente, considerando siempre que el alto de la funda permita doblarla hacia el exterior en el tercio superior del recipiente.	Color: negro Tamaño: en función de la generación Rotulación: tipo de desecho y pictograma	
Biodegradables	Color: verde Tamaño: en función del tamaño del recipiente, considerando siempre que el alto de la funda permita doblarla hacia el exterior en el tercio superior del recipiente.	Color: Verde Tamaño: en función de la generación Rotulación: tipo de desecho, pictograma de reciclable	
Reciclables	Color: negro y azul Tamaño: en función del tamaño del recipiente, considerando siempre que el alto de la funda permita doblarla hacia el exterior en el tercio superior del recipiente.	Color: plomo (papel, cartón) azul (plástico) Tamaño: según el volumen de generación Rotulado: tipo de desecho	

Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Etiquetado

- Los recipientes serán etiquetados por la unidad de seguridad e higiene del trabajo y ambiente, previa entrega a las áreas. En los casos en los que las áreas cuenten con recipientes para acondicionamiento de los desechos.
- La información requerida en la etiqueta, será llenada por el responsable de área o quien lo reemplace (servicio o nombre del área, fecha de apertura, fecha de cierre, nombre de la madre en los casos que aplique).
- En las etiquetas los pictogramas representan los siguientes riesgos.



 Sustancias infecciosas	 Tóxico
 Peligroso para el medio ambiente	 Sustancias y objetos peligrosos varios
 Líquido inflamable	 Atención
 Reciclables	 Comunes

Figura 6. Pictogramas para la identificación de riesgos

3.3.4. Recolección

- Luego que las fundas de desechos se encuentren en las $\frac{3}{4}$ partes de su contenido, se deberán amarrar, curvando el borde superior y realizar un nudo. El personal que manipule las fundas debe tener mascarilla desechable, guantes y uniforme para tal fin.
- Después de retirar los desechos debe colocarse una funda nueva en el tacho con una adecuada desinfección, para lo cual se utilizará soluciones de hipoclorito de sodio entre 0.5-1.0 % (5000-1000 ppm), entre más sucio se encuentre el recipiente la concentración será mayor.
- Los recipientes de cortopunzantes se recolectarán siempre que se hayan llenado en sus $\frac{3}{4}$ partes y cuando hayan sido cerrados y rotulados por parte del personal sanitario. Si el guardián no se ha llenado en sus $\frac{3}{4}$ partes en 30 días, el personal sanitario procederá a cerrarlo y etiquetarlo para que el personal de limpieza lo retire.
- Los recipientes de farmacéuticos se recolectarán siempre que se hayan llenado en sus $\frac{3}{4}$ partes y cuando hayan sido cerrados y rotulados por parte del personal sanitario.
- En caso excepcional de ruptura de la funda que contiene desechos sanitarios, se la deberá color en otra funda y cerrarla como se indica anteriormente. Se debe realizar de manera inmediata en lugar donde se derramó los desechos.
- El personal nunca debe intentar corregir los errores de segregación eliminando artículos de una bolsa o contenedor después de su eliminación o colocando una bolsa dentro otra bolsa de un color diferente. Si los desechos comunes y peligrosos han sido mezclados accidentalmente, la mezcla debe tratarse como desechos peligrosos.
- La recolección interna de desechos se realizará diariamente y después de cada turno con los coches por parte del personal de limpieza. La frecuencia de recolección interna, en el intervalo de las 6 horas como máximo, también depende de la capacidad del almacenamiento primario (máximo $\frac{3}{4}$ partes de los depósitos), se requerirá retirar los desechos. La recolección debe deberá realizar en horas donde existe menor circulación de personas (afiliados, pacientes o trabajadores) y fuera del horario de alimentación de los pacientes.
- Las fundas no podrán exceder los 10 kilos de peso por cada una de ellas, a fin de que puedan ser transportados cómodamente por una sola persona.
- Los desechos generados en servicio de cirugías, salas de parto, unidad de diálisis, patología, laboratorio, unidad de cuidados intensivos y salas de aislamientos deben ser retirados inmediatamente después de su generación al almacenamiento intermedio o final.

- No mezclar los desechos comunes con los peligrosos o peligrosos con comunes.
- Si las fundas no se han llenado las $\frac{3}{4}$ partes no se deberá vaciar los desechos de una funda a otra.
- No se podrá trasladar las fundas arrastrándolas, tampoco apegarlas en nuestro cuerpo, no cagarlas, es decir, deben trasladar las fundas en los carros de transporte seleccionado para esos trabajos los cuales estarán ubicados apegado a la puerta considerando de no interrumpir el tránsito de las personas.

3.3.5. Almacenamiento intermedio

- Está prohibido disponer los desechos o fundas sobre el piso, los almacenamientos intermedios deben permanecer limpios y ordenados
- El almacenamiento intermedio es de acceso restringido, por tanto deberán permanecer con la puerta cerrada y señalizados.
- No se almacenará nada diferente a desechos en el área de almacenamiento intermedio.

3.3.6. Tratamiento interno

- Los desechos anatomopatológicos (placentas y partes del cuerpo amputadas) serán tratados por el personal de limpieza en el almacenamiento intermedio mediante el uso de cal, siguiendo los siguientes pasos:
 - El personal sanitario colocará la parte anatomopatológica en el recipiente del lugar donde se genera el cual deberá estar con doble funda roja.
 - El personal de limpieza retirará la parte anatomopatológica del almacenamiento primario al almacenamiento intermedio y colocará una taza de cal en la funda o más si fuera necesario, esparciéndola para que cubra la parte anatomopatológica y la sangre sea absorbida, SIN tocar.
 - El personal de limpieza cerrará la primera funda, luego la segunda.
 - El personal sanitario elaborará la etiqueta y entregará al personal de limpieza para que la coloque en la segunda funda.
- Se prohíbe colocar cloro a los desechos cortopunzantes.
- La sangre y fluidos corporales podrán ser desechados por la alcantarilla, ya que, el hospital tiene un sistema de tratamiento de aguas residuales.

3.3.7. Transporte interno

- Los desechos generados en las salas de aislamiento se bajarán directamente al almacenamiento final.
- El transporte interno de desechos se efectuará diariamente, en estos horarios y cada vez que sea necesario:

Tabla 13. Transporte de los desechos

ÁREA	Mañana	Tarde	Noche
Críticas	09h00 – 09h30	13h30 – 14h00	19h00 – 19h30
Semicríticas	08h00 – 08h30	14h00 – 14h30	21h30 – 22h00
Hospitalizaciones	07h00 – 07h30	13h00 – 13h30	22h00 – 22h30
No críticas	10h00 – 10h30	15h00 – 15h30	19h00 – 19h30

Fuente: Elaboración propia

- Los desechos deberán ser movilizados por la ruta establecida. Los desechos saldrán por pasillos técnicos de cada planta y bajarán por el ascensor designado hacia el almacenamiento final; los desechos recolectados de mantenimiento, consulta externa, admisiones, pórtico y parqueaderos se dirigirán por la puerta posterior, vereda del margen oeste hacia el almacenamiento final, los desechos de morgue, pie diabético, curaciones y la unidad de hemodiálisis podrán ser transportados por el pasillo público hacia el almacenamiento final de desechos, según se muestra en la figura 7, 8, 9.



Figura 7. Ruta para el transporte interno de desechos. Planta baja

Fuente: Elaboración propia

3.3.8. Almacenamiento final

- El personal de limpieza entregará los recipientes (coche recolector) del almacenamiento inmediato en la recepción de desechos y bajo ningún motivo ingresará al almacenamiento final.
- El responsable del almacenamiento final pesará los desechos peligrosos y comunes (por separado) provenientes de cada área y registrará en su bitácora.
- El responsable del almacenamiento final lavará y desinfectará los recipientes luego de su desalojo en los contenedores del almacenamiento final o luego de la entrega al recolector municipal y los ubicará en el área que corresponde, para lo cual se utilizará soluciones de hipoclorito de sodio.
- Durante el almacenamiento no se debe aplastar las fundas de desechos con la finalidad de impedir que se con los desechos a fin de evitar que se arranquen y provoque derrame.
- El responsable del almacenamiento limpiará y desinfectará el almacenamiento final diariamente.
- Los desechos anatomopatológicos se almacenarán en un congelador a una temperatura entre 4 a 18 °C.

3.3.9. Tratamiento de los desechos sanitarios

- El responsable del almacenamiento final introduce en el NEWSTER los desechos sanitarios para proceder al tratamiento correspondiente.
- El operador enciende el motor a una velocidad baja, automáticamente después de varios minutos la máquina pasa a la velocidad más alta y continúa girando hasta que se libera toda la humedad y los desechos alcanzan los 120 ° C.
- Luego se apagan los calentadores pero se permite que la temperatura de los desechos aumente a aproximadamente 150 ° C.
- El motor se pone a baja velocidad y se agrega agua para enfriar los desechos a 95 ° C. Después de esperar un lapso de tiempo corto para admitir que el agua se evapore, los desechos se descargan durante aproximadamente dos minutos.
 - Al final del ciclo, automáticamente los controles están apagados.
 - El residuo es un producto seco e inodoro que produce una reducción de volumen promedio de 70-75% y una reducción de masa de 20-25%.
 - El responsable del almacenamiento final retira y coloca en fundas de color negro los residuos que surgen del tratamiento efectuado en el NEWSTER, asimismo

pesará y anotará en su bitácora.

- Los desechos y/o residuos no peligrosos serán entregados al gestor municipal conforme la Normativa Ambiental Nacional y local aplicable.

Nota: el procedimiento para la gestión interna de los residuos y desechos del Hospital General Machala se lo elaboró con el Acuerdo Nro. 00036. Manual, 2019, del Ministerio de Salud Pública del Ecuador.

3.4. EVALUACIÓN ECONÓMICA

El inicio del proyecto propuesto se efectuará en el año 2021 por lo tanto se procederá a calcular de la siguiente forma:

3.4.1. Cálculo de los costos del tratamiento de desechos con el sistema de tratamiento propuesto (planta de tratamiento)

- El cálculo de la producción se la obtiene en función a la capacidad que tiene el equipo para realizar el tratamiento de kg/día.
- Para el cálculo del costo de consumo de energía eléctrica consideramos el precio del kw/h para el sector hospitalario (valor obtenido de las planillas mensuales) y los kw que consume el equipo (dato obtenido de la ficha técnica).
- Asimismo para el cálculo del costo de consumo de agua consideramos el precio del m³ para el sector hospitalario (valor obtenido de las planillas mensuales) y los m³ que consume el equipo (dato obtenido de la ficha técnica) para realizar el tratamiento.
- Para obtener el número de operadores para la planta de tratamiento, es necesario considerar que la misma laborará 8 horas diarias y los días de la semana, por lo tanto se considera 2 trabajadores. El costo de la mano de obra se calculará tomando en consideración la remuneración y todos los beneficios de ley (vacaciones, decimos).
- Es costo de hipoclorito y partes-repuestos se obtiene con los datos de consumo detallados en ficha técnica.

Tabla 14. Costos operativos

		DÍA	MES	AÑO
PRODUCCIÓN	Horas de trabajo	8,00	240,00	2880,00
	Desechos (Kg)	320,00	9600,00	115200,00
CONSUMO ELÉCTRICO	Kw	120,00	3600,00	43200,00
	Costo Kw/Hora	0,06	0,06	0,06
	Costo Total	7,20	216,00	2592,00
CONSUMO DE AGUA	M3	0,36	10,80	129,60
	Costo M3	12,48	12,48	12,48
	Costo Total	4,49	134,78	1617,69
COSTO DE MANO DE OBRA	# de Operadores		2	
	Costos mano de Obra	23,61	708,33	8500,00
	Costo Total	47,22	1416,67	17000,00
	Hipoclorito al 5%	0,92	27,60	331,20
	Partes - Repuestos Mantenimiento	78,00	2340,00	28080,00
	COSTO TOTAL	\$ 137,84	\$ 4.135,05	\$49.620,89
	COSTO DE TRATAMIENTO/KG	\$ 0,431	\$ 0,431	\$ 0,431

Fuente: elaboración propia

3.4.2. Cálculo de la proyección de los ingresos

Considerando que el año 2020 ha sido un año atípico por la emergencia que se está viviendo a causa del COVID-19, la generación de desechos sanitarios en el Hospital General Machala aumentó considerablemente en relación al año 2018 y 2019, por lo tanto, no se tomará en cuenta para la proyección de la generación de desechos para el año 2021. Por lo antes expuesto se procedió a calcular la variación de los desechos sanitarios generados en el año 2018 y 2019, posterior a obtener la variación de cada mes se calculó la proyección de generación para el año 2021 (ingresos)

Como se puede apreciar en la tabla 14 se obtiene el costo del tratamiento por kg con la planta propuesta (\$ 0,431) y el costo del tratamiento a través de un gestor externo (sistema actual) se obtiene considerando los valores del contrato (\$ 1,331).

El ahorro total proyectado del año 2021 el cual nos servirá como ingresos, se obtiene de la diferencia total del costo interno (tratamiento con la planta) y el costo externo (tratamiento por medio de un gestor).

Tabla 15. Cálculo de ahorro con sistema propuesto (Ingresos)

Mes	Generación de desechos 2018 (kg)	Generación de desechos 2019 (kg)	Variación % 2018-19	Generación de desechos 2021 (kg)	Costo Externo Mensual 2021	Costo Interno Mensual 2021	AHORRO PROYECTADO 2021
Ene.	10269,31	9526,10	-7,2%	8836,68	11.762,23	\$ 3.806,28	\$ 7.955,95
Feb.	9196,4	9647,00	4,9%	10119,68	13.469,99	\$ 4.358,92	\$ 9.111,08
Mar.	10439,8	9908,80	-5,1%	9404,81	12.518,45	\$ 4.051,00	\$ 8.467,45
Abr.	10406,33	9693,20	-6,9%	9028,94	12.018,15	\$ 3.889,10	\$ 8.129,05
May.	10292,07	9406,90	-8,6%	8597,86	11.444,35	\$ 3.703,41	\$ 7.740,93
Jun.	10511,8	9942,50	-5,4%	9404,03	12.517,42	\$ 4.050,66	\$ 8.466,76
Jul.	10182,2	9605,40	-5,7%	9061,27	12.061,19	\$ 3.903,02	\$ 8.158,16
Ago.	10761,9	8683,44	-19,3%	7006,40	9.326,00	\$ 3.017,91	\$ 6.308,09
Sep.	8695,2	8367,50	-3,8%	8052,15	10.717,97	\$ 3.468,36	\$ 7.249,61
Oct.	9994,5	7108,20	-28,9%	5055,43	6.729,13	\$ 2.177,56	\$ 4.551,57
Nov.	9328,78	6974,00	-25,2%	5213,62	6.939,68	\$ 2.245,70	\$ 4.693,99
Dic.	9910,64	6547,60	-33,9%	4325,76	5.757,89	\$ 1.863,26	\$ 3.894,62
TOTAL	119988,93	105410,64		94106,62427	125262,4458	\$ 40.535,19	\$ 84.727,25

Fuente: elaboración propia

3.4.3. Cálculo de los índices financieros (VAN, TIR, PAYBACK).

Para efectuar el cálculo de los índices financieros es necesario conocer lo siguiente:

- **Inflación:** este valor se obtuvo del Banco Central del Ecuador, donde el promedio de la inflación anual desde enero hasta julio de 2020 es de 0,15. Este valor nos servirá para proyectar los ingresos, costos y gastos a partir del segundo año en adelante.
- **Costo de oportunidad:** considerando que el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) cuenta con sus propios recursos económicos y además cuenta con su propia entidad bancaria (BIESS), para conocer si la inversión en el proyecto es conveniente, se trabajará con el interés que el banco brinda a sus afiliados por un monto equivalente al costo de la planta de tratamiento (9,49 %).
- **Depreciación:** tomando en cuenta que la inversión o proyecto está enfocado en la adquisición de una planta de tratamiento, se considera que el tiempo de depreciación es de 10 años (maquinaria y equipo).
- **Gastos:** se debe considerar todos los costos administrativos, para obtener este valor se consideró que es el 5% de los costos.

INFLACIÓN	0,15
COSTO DE OPORTUNIDAD	9,49%

EERR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
Ingresos	\$	84.727,25	\$	97.315,30	\$	111.773,58	\$	128.379,94	\$	147.453,53	\$	169.360,91	\$	194.523,10	\$	223.423,68	\$	256.618,05	\$	294.744,16
Costos	\$	49.620,89	\$	56.993,13	\$	65.460,68	\$	75.186,27	\$	86.356,80	\$	99.186,96	\$	113.923,30	\$	130.849,05	\$	150.289,48	\$	172.618,20
Depreciación	\$	32.700,00	\$	32.700,00	\$	32.700,00	\$	32.700,00	\$	32.700,00	\$	32.700,00	\$	32.700,00	\$	32.700,00	\$	32.700,00	\$	32.700,00
U. Bruta	\$	2.406,37	\$	7.622,17	\$	13.612,89	\$	20.493,67	\$	28.396,73	\$	37.473,95	\$	47.899,80	\$	59.874,62	\$	73.628,57	\$	89.425,96
Gastos	\$	2.481,04	\$	2.849,66	\$	3.273,03	\$	3.759,31	\$	4.317,84	\$	4.959,35	\$	5.696,17	\$	6.542,45	\$	7.514,47	\$	8.630,91
U. antes de imp	\$	-74,68	\$	4.772,51	\$	10.339,86	\$	16.734,35	\$	24.078,88	\$	32.514,60	\$	42.203,63	\$	53.332,17	\$	66.114,09	\$	80.795,05
U. neta	\$	-74,68	\$	4.772,51	\$	10.339,86	\$	16.734,35	\$	24.078,88	\$	32.514,60	\$	42.203,63	\$	53.332,17	\$	66.114,09	\$	80.795,05

FLUJO DE CAJA

U. neta	\$	-74,68	\$	4.772,51	\$	10.339,86	\$	16.734,35	\$	24.078,88	\$	32.514,60	\$	42.203,63	\$	53.332,17	\$	66.114,09	\$	80.795,05		
depreciación	\$	32.700,00	\$	32.700,00	\$	32.700,00	\$	32.700,00	\$	32.700,00	\$	32.700,00	\$	32.700,00	\$	32.700,00	\$	32.700,00	\$	32.700,00		
FNE	\$	-327.000,00	\$	32.625,32	\$	37.472,51	\$	43.039,86	\$	49.434,35	\$	56.778,88	\$	65.214,60	\$	74.903,63	\$	86.032,17	\$	98.814,09	\$	113.495,05

COK:	9,49%
-------------	--------------

VAN:	\$ 46.079,40
TIR:	12,01%
PAYBACK:	7,01 años

Figura 10. Cálculo de los índices financieros

Fuente: elaboración propia

CAPITULO IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Luego de conocer el resultado de los índices financieros donde ese evidencia que el proyecto es favorable para los interés institucionales, realizaremos la comparación con otros proyectos efectuados.

En el 2015, en Callao en el proyecto de diseño de una planta para el tratamiento de residuos sólidos hospitalarios desarrollado por Menacho José, Quispe Cristóbal y Azcona Quinto concluyeron que la evaluación económica-financiero para planta de tratamiento es favorable con un VAN de \$ 7.334,276 y el valor promedio para el tratamiento es de \$ 2,46 por kg; en los resultados de este proyecto desarrollado el VAN es de \$ 46.079,40 y el costo de tratamiento con la adquisición de la planta es de \$ 0,431.

En el 2019, en Lima en el proyecto de estudio de pre-factibilidad para la instalación de una planta de tratamiento de residuos sólidos hospitalarios Bio-contaminados y especiales concluyen que el proyecto es viable ya que luego de efectuar el análisis financiero con un COK DE 14,71 % se obtiene un VAN de \$ 155.272,44 y un TIR mayor que el valor del COK; en el cálculo de los índices financieros realizados en esta propuesta de adquisición de planta de tratamiento los valores del VAN son positivos y el TIR también es mayor al COK.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

- Se realizó el cálculo de la generación de desechos sanitarios y comunes de los años 2018 y 2019, asimismo se calculó el promedio de generación de desechos sanitarios por kg/cama/día y se puede evidenciar que el Hospital General Machala no está cumpliendo con lo establecido por la OMS; por lo tanto se realizó la investigación y análisis de los sistemas de tratamiento de desechos que existen actualmente, donde se procedió a seleccionar el tratamiento mediante el principio de esterilización basada en el calentamiento por fricción (FRITIONAL HEATING) donde se consideraron los siguientes aspectos: tamaño (un equipo que se pueda colocar dentro de las instalaciones, en el área de almacenamiento final de desechos), un sistema donde no exista la emisión de gases contaminantes para el medio ambiente, menor costo de tratamiento por kg, tecnología actualizada y costo del equipo.
- Para lograr la disminución de la generación de desechos (a través de la correcta disposición desde su generación hasta su tratamiento, evitando la mezcla de los mismos) se procedió a elaborar el procedimiento para la gestión interna de los residuos y desechos en el cual se contempla la segregación, almacenamiento primario, etiquetado, recolección, almacenamiento intermedio, tratamiento y transporte interno, almacenamiento final y tratamiento de los desechos sanitarios a través de la planta de tratamiento considerando que el costo del transporte, tratamiento y disposición final de los desechos realizado por el gestor externo (promedio \$ 1,331) es mayor que el calculado con la planta de tratamiento (\$ 0,431).
- Se realizó el cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Valor Actual Neto (VAN) y el Plazo de Recuperación de la Inversión para verificar si el proyecto es favorable para el Hospital, donde se puede evidenciar que con una inversión de \$ 327.000,00 a un costo de oportunidad de 9,49 %, el TIR es 12,01 %, es decir, el proyecto de inversión puede ser aceptado, el VAN tiene un valor de \$ 46.079,40 lo que indica que la inversión generará beneficios y el PAYBACK es de 7 años. Por lo tanto podemos concluir que el proyecto es factible económicamente y genera beneficios para el Hospital General Machala.

VI. RECOMENDACIONES

- Para lograr el cumplimiento correcto del “*PROCEDIMIENTO PARA LA GESTIÓN INTERNA DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS*”, conseguir la adecuada disposición de los desechos desde la segregación hasta el tratamiento final es importante capacitar constantemente y supervisar a todo el personal de salud y administrativo del Hospital General Machala la aplicación del mismo.
- Se recomienda realizar el análisis de agua residual, emisiones de gases y de ruido con la frecuencia indicada en la normativa legal, con el objetivo de verificar el cumplimiento de los parámetros permitidos por el Ministerio del Ambiente y Agua.

VII. LISTA DE REFERENCIAS

- [1] I. M. O. L. MIER, *RESOLUCIÓN NO.08-2016, MINISTERIO DEL AMBIENTE, MACHALA*, 2016.
- [2] V. S. E. GAMARRA LLONTOP, «ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICO - ECONOMICO DE DISEÑO E INSTALACION DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS HOSPITALARIOS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO,» LAMBAYEQUE, 2017.
- [3] M. Z. JOSE, C. Q. RICARDO y Q. A. LEOVICK, «DISEÑO DE UNA PLANTA PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS,» CALLAO, 2015.
- [4] M. E. F. GÓMEZ, «PLAN DE CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS EN LA PARROQUIA ATAHUALPA,» QUITO, 2012.
- [5] D. A. M. PÉREZ, «PROYECTO DE INSTAURACIÓN DE UNA PLANTA DE INCINERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO,» QUITO, 2011.
- [6] B. R. WALTER, «ESTUDIO DE PRE - FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS BIO-CONTAMINADOS Y ESPECIALES EN LA PROVINCIA DE LIMA,» LIMA, 2009.
- [7] Á. Cantanhede, «LA GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN LOS CENTROS DE ATENCIÓN DE SALUD,» vol. 5, nº 6-7CANTANHEDE, ÁLVARO, p. 18, 1999.
- [8] C. A. G.-U. C. A. Z.-M. Juan Pablo Rodríguez-Miranda, «Residuos hospitalarios: indicadores de tasas de generación en Bogotá,» vol. 64, nº 4, p. 4, 2016.
- [9] 08 Febrero 2018. [En línea]. Available: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>. [Último acceso: 16 05 2020].
- [10] L. M. H. e. I. M. V. L. M. Dra. Raquel de los A. Junco Díaz, «Seguridad ocupacional en el manejo de los desechos peligrosos en instituciones de salud,» *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, vol. 41, nº 2, p. 15, 2003.
- [11] M. D. S. P. Y. M. D. AMBIENTE, *ACUERDOINTERMINISTERIAL N° 0323-2019, QUITO*, 2019.

- [12] /. I. p. e. M. d. D. H. Lcda. Marcia Zabala, «Manual para el Manejo de Desechos en Establecimientos de Salud,» Fundación Natura, [En línea]. Available: <http://www.bvsde.ops-oms.org/eswww/fulltext/repind62/guiamane/manuma.html>.
- [13] Á. Cantanhede, «LA GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN LOS CENTROS DE ATENCIÓN DE SALUD,» p. 18, 1999.
- [14] H. Talavera, «ASESORA PYME, información y recursos para empresarios,» 05 agosto 2017. [En línea]. Available: <https://www.asesorapyme.org/2017/08/05/costos-de-servicios/>.
- [15] L. L. Q. Tatiana Alcívar Maldonado, «Estimación del costo real del servicio de catering integral del consorcio andino,» Guayaquil, 2011.
- [16] F. P. J. ALBERTO, «DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS,» GUAYAQUIL, 2016.
- [17] P. D. L. R. D. ECUADOR, *CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE, REGISTRO OFICIAL SUPLEMENTO 983*, QUITO, 2017.
- [18] P. C. D. L. REPÚBLICA, *REGLAMENTO AL CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE, DECRETO EJECUTIVO 752, REGISTRO OFICIAL SUPLEMENTO 507*, QUITO, 2019.

VIII. ANEXOS

ENCUESTA

Buenos días, mi nombre es Mario Madrid Celi, le agradecería que me diera unos minutos de su tiempo. Deseo realizarle algunas preguntas sobre los desechos sanitarios generados en el Hospital General Machala.

- 1. ¿Quién realiza el tratamiento de los desechos sanitarios?**
 - a) El Hospital General Machala.
 - b) Un Gestor externo.

- 2. ¿Los altos costos en el tratamiento de los desechos sanitarios se producen por la falta de una planta de tratamiento en el Hospital?**
 - a) Si
 - b) No

- 3. ¿Los altos costos en el tratamiento de los desechos sanitarios se producen porque existen pocas empresas que brindan este servicio en el país?**
 - a) Si
 - b) No

- 4. ¿Los altos costos en el tratamiento de los desechos sanitarios se producen porque existen pocas empresas que brindan este servicio dentro de la ciudad?**
 - a) Si
 - b) No

- 5. ¿Cree Usted que por defectos de la balanza se provocan los altos costos en el tratamiento desechos sanitarios?**
 - a) Si.
 - b) No.

- 6. ¿Cree Usted que la toma de datos incorrectos provoca altos costos en el tratamiento desechos sanitarios?**
 - a) Si.
 - b) No.

NOMBRE: _____

ÁREA: _____

7.1. Resultados de la encuesta

1. ¿Quién realiza el tratamiento de los desechos sanitarios?

¿Quién realiza el tratamiento de los desechos sanitarios?	
Opción	Respuesta
El Hospital General Machala	0
Un Gestor externo	20
TOTAL ENCUESTADOS	20



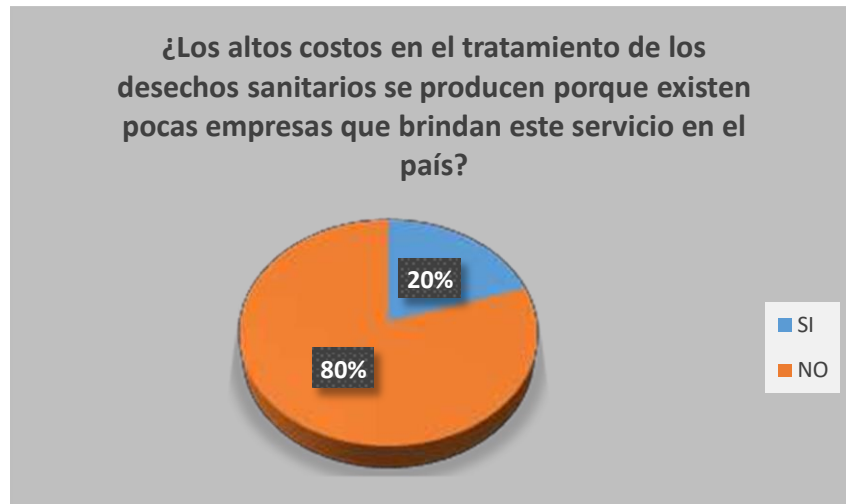
2. ¿Los altos costos en el tratamiento de los desechos sanitarios se producen por la falta de una planta de tratamiento en el Hospital?

¿Los altos costos en el tratamiento de los desechos sanitarios se producen por la falta de una planta de tratamiento en el Hospital?	
Opción	Respuesta
SI	14
NO	6
TOTAL ENCUESTADOS	20



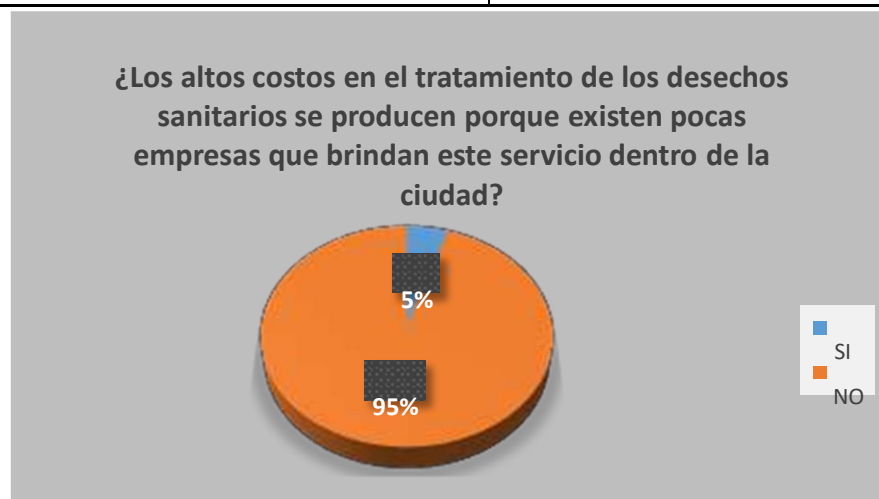
3. ¿Los altos costos en el tratamiento de los desechos sanitarios se producen porque existen pocas empresas que brindan este servicio en el país?

¿Los altos costos en el tratamiento de los desechos sanitarios se producen porque existen pocas empresas que brindan este servicio en el país?	
Opción	Respuesta
SI	4
NO	16
TOTAL ENCUESTADOS	20



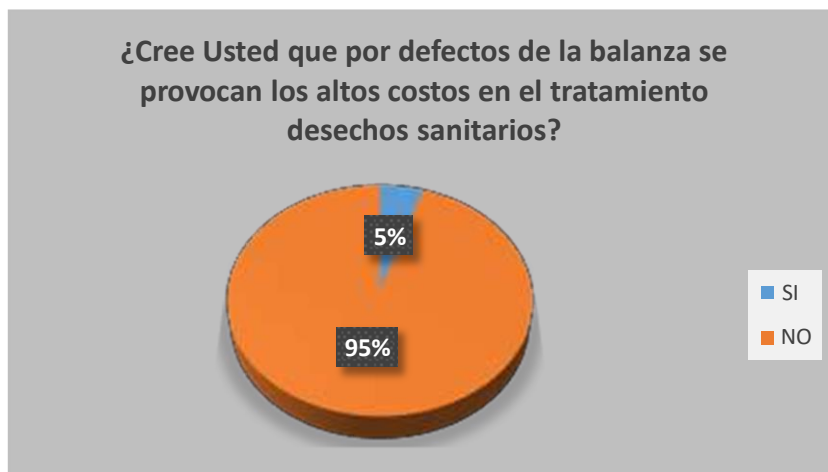
4. ¿Los altos costos en el tratamiento de los desechos sanitarios se producen porque existen pocas empresas que brindan este servicio dentro de la ciudad?

¿Los altos costos en el tratamiento de los desechos sanitarios se producen porque existen pocas empresas que brindan este servicio dentro de la ciudad?	
Opción	Respuesta
SI	1
NO	19
TOTAL ENCUESTADOS	20



5. ¿Cree Usted que por defectos de la balanza se provocan los altos costos en el tratamiento desechos sanitarios?

¿Cree Usted que por defectos de la balanza se provocan los altos costos en el tratamiento desechos sanitarios?	
Opción	Respuesta
SI	1
NO	19
TOTAL ENCUESTADOS	20



6. ¿Cree Usted que la toma de datos incorrectos provoca altos costos en el tratamiento desechos sanitarios?

¿Cree Usted que la toma de datos incorrectos provoca altos costos en el tratamiento desechos sanitarios?	
OPCIÓN	RESPUESTA
SI	0
NO	20
TOTAL ENCUESTADOS	20

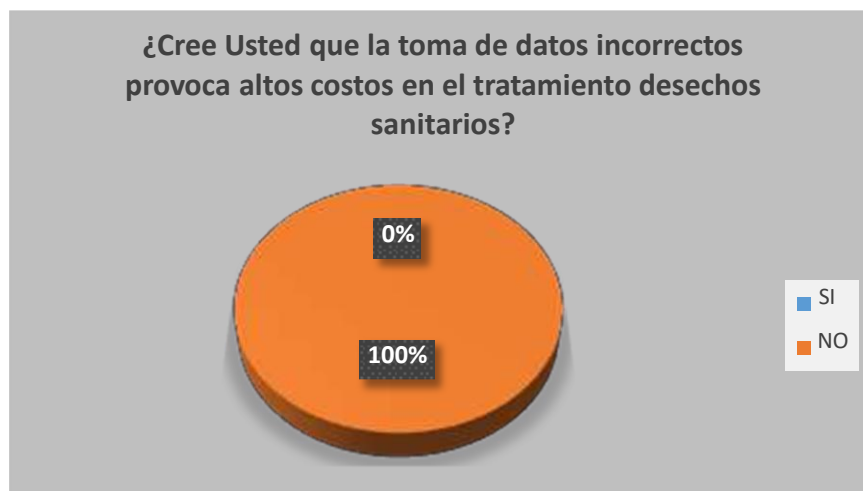


DIAGRAMA DE PARETO

Tabla 16. Diagrama de Pareto para el problema de investigación

	Causa	Influencia en los costos elevados	Influencia en los costos elevados Acumulada	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
1	No existe planta de tratamiento en el Hospital	14	14	70%	70,00%
2	Falta de Gestores externos	4	18	20%	90,00%
3	No hay gestores en la Ciudad	1	19	5%	95,00%
4	Balanza defectuosa	1	20	5%	100,00%
5	Toma de datos incorrectos	0	20	0%	100,00%
		20		100,00%	

Fuente: Elaboración propia

Nota: se realizó una encuesta a 20 personas de las siguientes áreas del Hospital: Unidad de seguridad e Higiene del trabajo y ambiente, Gerencia General, Dirección Técnica Médica, Administración General, Servicios Generales.

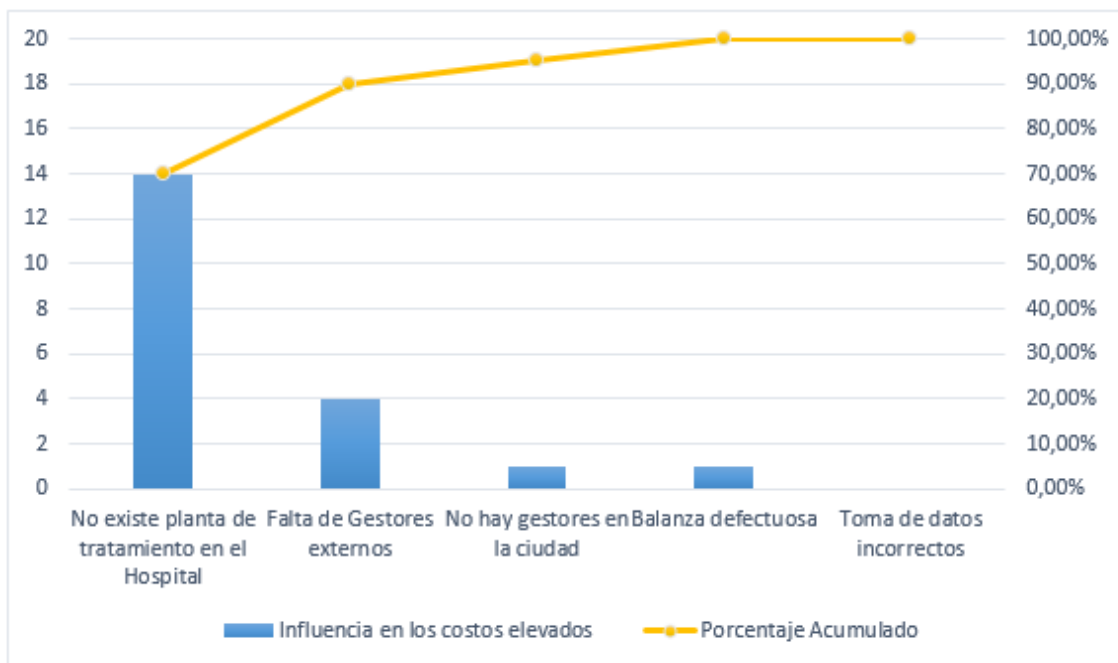


Figura 11. Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la figura anterior, el no existir una planta de tratamiento en el Hospital y la falta de gestores externos para la recolección, transporte y tratamiento de los desechos

sanitarios representan el 90% del problema, por lo tanto, es importante evaluar la opción de un proyecto de inversión para cambiar el sistema de gestión para el tratamiento de los desechos sanitarios y reducir los costos al Hospital General Machala.

Para la validación de la encuesta se utilizará el método de Alfa Cronbach:

Tabla 17. Cálculo de la consistencia o confiabilidad del proyecto (alfa de cronbach)

ID	PREGUNTA 2	PREGUNTA 3	PREGUNTA 4	PREGUNTA 5	PREGUNTA 6	SUMA
1	1	1	1	1	2	6
2	1	1	2	2	2	8
3	1	1	2	2	2	8
4	1	1	2	2	2	8
5	1	2	2	2	2	9
6	1	2	2	2	2	9
7	1	2	2	2	2	9
8	1	2	2	2	2	9
9	1	2	2	2	2	9
10	1	2	2	2	2	9
11	1	2	2	2	2	9
12	1	2	2	2	2	9
13	1	2	2	2	2	9
14	1	2	2	2	2	9
15	2	2	2	2	2	10
16	2	2	2	2	2	10
17	2	2	2	2	2	10
18	2	2	2	2	2	10
19	2	2	2	2	2	10
20	2	2	2	2	2	10
VARIANZA	0,21	0,16	0,0475	0,0475	0	0,9

Fuente: Elaboración propia

En el análisis no fue considerada la primera pregunta porque no forma parte de las causas en el diagrama de Ishikawa y Pareto, se la efectuó para reflejar que los funcionarios conocen que actualmente el Hospital no cuenta con una planta de tratamiento de desechos sanitarios.

Tabla 18. Resultado de la consistencia o confiabilidad del proyecto (alfa de cronbach)

Número de Ítems	5,00
Varianza de Ítem	0,47
Varianza Total	0,90
ALFA DE CRONBACH	0,604

Fuente: Elaboración propia

Como se puede evidenciar el resultado indica un valor de **0,604** lo que demuestra que la consistencia o confiabilidad del proyecto se encuentra en el rango de moderada-buena.