



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA**

**CENTRO DE POSGRADOS
MAESTRÍA EN SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE MAGÍSTER EN SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL**

**TEMA: DISEÑO DE UN SISTEMA INTEGRAL DE DESECHOS
SANITARIOS PARA LA PARROQUIA RURAL CURARAY, CANTÓN
ARAJUNO, PROVINCIA DE PASTAZA**

AUTOR: ORTIZ GAVILANES, DAVID MARCELO

DIRECTOR: ING. PINO VALLEJO, MARCO VINICIO, MGS.

SANGOLQUÍ

2019



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE
TECNOLOGÍA
CENTRO DE POSGRADOS**

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “*DISEÑO DE UN SISTEMA INTEGRAL DE DESECHOS SANITARIOS PARA LA PARROQUIA RURAL CURARAY, CANTÓN ARAJUNO, PROVINCIA DE PASTAZA*” fue realizado por el señor *ORTIZ GAVILANES, DAVID MARCELO* el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 28 de noviembre del 2019

Firma:

Ing. Mgs. Marco Vinicio Pino Vallejo

C.C.: 060315175-4



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE
TECNOLOGÍA
CENTRO DE POSGRADOS**

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, *Ortiz Gavilanes, David Marcelo*, con cédula de ciudadanía N° 060412401-6, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“Diseño de un sistema integral de desechos sanitarios para la parroquia rural Curaray, cantón Arajuno, provincia de Pastaza”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, 28 de noviembre del 2019

Firma

A handwritten signature in blue ink, which appears to be 'David Marcelo Ortiz Gavilanes', is written over a horizontal dotted line. The signature is stylized and includes the letters 'D', 'M', 'O', 'G'.

Ortiz Gavilanes, David Marcelo

C.C.: 060412401-6



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE
TECNOLOGÍA
CENTRO DE POSGRADOS**

AUTORIZACIÓN

Yo, **Ortiz Gavilanes, David Marcelo**, con C. C. N° 060412401-1 autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **“Diseño de un sistema integral de desechos sanitarios para la parroquia rural Curaray, cantón Arajuno, provincia de Pastaza”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 28 de noviembre del 2019

Firma del Autor

A handwritten signature in blue ink, which appears to be 'David Marcelo Ortiz Gavilanes', is written over a horizontal dotted line.

Ortiz Gavilanes, David Marcelo

C.C.: 060412401-6

DEDICATORIA

Con todo cariño y amor a ti Dios todo poderoso que me diste la fe, la fortaleza y la salud para culminar mis estudios de cuarto nivel. A mi querida abuelita que desde el cielo derramó sus bendiciones constantes, a mis padres y hermanos por ser un pilar fundamental y sobre todo a mi incondicional esposa Tannia quien es mi gran apoyo en todo momento y en todo lugar, a David Alejandro y Felipe Nicolás mis queridos hijos que son mi inspiración para crecer como persona, profesional y padre.

A mi tutor Marco Pino Vallejo y oponente Tania Crisanto por su valiosa guía técnica y asesoramiento para la elaboración de la presente investigación.

Mi gratitud y agradecimiento a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por hacer realidad este gran sueño, a los docentes de la Maestría “Sistemas de Gestión Ambiental” por todos los conocimientos impartidos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Certificación	I
Autoría de responsabilidad	II
Autorización	III
Dedicatoria	IV
Índice de contenido	V
Índice de tablas	IX
Índice de figuras	XII
Resumen	XV
Abstract	XVI
Capítulo I	1
1. Aspectos generales	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivos del estudio	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	5
1.5 Hipótesis.....	6
1.6 Descripción del área de estudio.....	6
1.6.1 Parroquia rural curaray, cantón arajuno	6
1.6.2 Área de estudio.....	6

1.6.3 Factores climáticos.....	8
1.6.4 Infraestructura y acceso a servicios básicos	8
Capítulo II.....	9
2. Marco teórico.....	9
2.1 Marco conceptual.....	9
2.2 Marco legal.....	10
2.3 Marco técnico.....	13
2.3.1 Identificación de desechos sanitarios	13
2.3.1.1 Identificación a través del listado de chequeo de la autoridad ambiental nacional.....	13
2.3.1.2 Identificación a través de análisis de características	15
Capítulo III	26
3. Metodología.....	26
3.1 Diagnóstico a la gestión de desechos sanitarios en la parroquia curaray.....	26
3.1.1 Clasificación de desechos sanitarios generados.....	27
3.1.2 Volúmenes de generación de desechos sanitarios.....	30
3.1.3 Cálculo de la tasa de generación media de desechos sanitarios por paciente	32
3.1.4 Envasado, empacado y almacenamiento final de desechos sanitarios	33
3.1.5 Recolección y transporte de desechos sanitarios.....	37
3.2 Identificación de sitios peligrosos para la salud humana	42
3.2.1 Antecedentes del sitio.....	43
3.2.2 Contaminación ambiental.....	44
3.2.3 Análisis de rutas de exposición	45

3.2.4	Caracterización preliminar del riesgo.....	46
3.2.5	Interpretación de resultados en función de los parámetros evaluados... ..	48
3.3	Alternativas para el tratamiento y disposición final de desechos sanitarios	49
3.3.1	Tratamiento	49
3.3.2	Disposición final	51
3.4	Ventajas y desventajas de las tecnologías existentes para el tratamiento y disposición final de desechos sanitarios	53
3.4.1	Autoclave o esterilización por vapor.....	53
3.4.2	Incineración.....	54
3.4.4	Desinfección química.....	58
3.4.5	Cuadro comparativo de ventajas y desventajas.....	64
	Capítulo IV.....	67
	4. Resultados y discusión	67
4.1	Resultados del diagnóstico de gestión de desechos sanitarios	67
4.1.1	Identificación de desechos sanitarios generados en la parroquia curaray	67
4.1.2	Volumen de generación de desechos sanitarios	68
4.1.3	Envasado, empacado y almacenamiento final de desechos sanitarios	70
4.1.4	Recolección y transporte de desechos sanitarios.....	74
4.1.4	Tratamiento y disposición final de desechos sanitarios	78
4.2	Análisis de las alternativas para la gestión externa de desechos sanitarios.....	80
4.2.1	Gestión de desechos sanitarios in situ	80
4.2.2	Gestión de desechos sanitarios ex situ	87
4.2.3	Análisis comparativo de las alternativas propuestas para la gestión externa	93

4.3	Resultados de la evaluación de riesgos para la salud humana realizado al centro de almacenamiento final de desechos sanitarios de la parroquia curaray	95
4.4	Propuesta de sistema integral de desechos sanitarios.....	97
4.4.1	Antecedentes	99
4.4.2	Objetivos	100
4.4.3	Alcance.....	100
4.4.4	Gestión interna de desechos sanitarios.....	100
4.4.4.1	Segregación de desechos sanitarios.....	101
4.4.4.2	Envasado y embalado de desechos.....	104
4.4.4.3	Etiquetado y transporte interno de desechos	107
4.4.4.4	Almacenamiento final	110
4.4.5	Gestión externa de desechos sanitarios.	111
4.4.5.1	Gestión in situ de desechos sanitarios	111
4.4.5.2	Gestión ex situ de desechos sanitarios	118
4.4.6	Plan de contingencias	123
4.4.7	Plan de capacitación.....	127
	Capítulo V	128
5.	Conclusiones y recomendaciones	128
5.1	Conclusiones	128
5.2	Recomendaciones.....	130
	Bibliografía.....	131

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Listado nacional de desechos peligrosos por fuente específica para actividades de atención a la salud humana y de asistencia social.	14
Tabla 2 Principales fuentes de generación de desechos sanitarios acorde a las cinco categorías de clasificación de desechos peligrosos.....	17
Tabla 3 Generación mensual de desechos infecciosos en el centro de Salud tipo A Curaray.	31
Tabla 4 Generación mensual de desechos cortopunzantes en el centro de Salud tipo A Curaray.	31
Tabla 5 Tasa de generación media de desechos sanitarios por paciente en la parroquia Curaray.	33
Tabla 6 Requerimientos técnicos de envasado para desechos generados en establecimientos de salud.....	34
Tabla 7 Clasificación de sustancias infecciosas conforme código marino internacional de mercancías peligrosa	39
Tabla 8 Valores asignados a la variable de poblaciones cercanas al sitio de estudio.	43
Tabla 9 Puntuación de variables de análisis preliminar de contaminación.	44
Tabla 10 Valoración de toxicidad para el contaminante más significativo.	44
Tabla 11 Valoración de persistencia del contaminante más significativo del sitio de estudio.	45
Tabla 12 Valoración de persistencia del contaminante más significativo del sitio de estudio.	45
Tabla 13 Valoración para riesgo cancerígeno considerando el riesgo individual y la población	47

Tabla 14 Valoración para riesgo no cancerígeno considerando la dosis estimada / dosis de referencia RfD	47
Tabla 15 Escala valorada respecto a la severidad del efecto en la salud.....	47
Tabla 16 Interpretación de resultados respecto a la valoración de sitios contaminados	48
Tabla 17 Tratamientos físicos, químicos, térmicos y biológicos para desechos peligrosos.....	49
Tabla 18 Tecnologías existentes para el tratamiento de desechos sanitarios	51
Tabla 19 Métodos para almacenamiento y disposición final de desechos peligrosos.....	52
Tabla 20 Límites máximos permisibles para emisiones gaseosas de incineradores de desechos peligrosos	56
Tabla 21 Propiedades de los desinfectantes de carácter químico utilizados en áreas de salud. ...	61
Tabla 22 Niveles de acción germicida, sistema propuesto por Spaulding.	64
Tabla 23 Ventajas y desventajas de diferentes métodos de tratamiento para desechos sanitarios	65
Tabla 24 Identificación de desechos sanitarios generados en la parroquia Curaray.	67
Tabla 25 Condiciones de envasado y empaquetado de desechos sanitarios en el centro de salud Curaray.....	70
Tabla 26 Condiciones de almacenamiento final de desechos sanitarios del centro de salud Curaray	71
Tabla 27 Evaluación del cumplimiento de requisitos técnicos – legales para los vehículos de transporte de desechos sanitarios, según Norma Técnica INEN 2266 y Acuerdo Ministerial 161.	76
Tabla 28 Análisis económico para la gestión de desechos sanitarios in situ.....	80

Tabla 29 Escala de clasificación de impactos ambientales.	82
Tabla 30 Evaluación de impacto ambiental para la gestión de desechos sanitarios in situ	83
Tabla 31 Análisis económico para la gestión de desechos sanitarios ex situ.	87
Tabla 32 Evaluación de impacto ambiental para la gestión de desechos sanitarios ex situ.	89
Tabla 33 Análisis comparativo de las alternativas de gestión externa de desechos sanitarios.....	93
Tabla 34 Evaluación de riesgos para la salud humana del almacenamiento final de desechos sanitarios en la parroquia Curaray.....	95
Tabla 35 Clasificación de desechos sanitarios por punto de generación.....	101
Tabla 36 Características de envasado y embalado de desechos en puntos de generación.	106
Tabla 37 Requerimientos para almacenamiento final de desechos sanitarios.....	110
Tabla 38 Especificaciones para construcción de la celda de desechos sanitarios	114
Tabla 39 Especificaciones técnicas para recipiente de transporte fluvial de desechos sanitarios.	120
Tabla 40 Especificaciones técnicas para transporte terrestre de desechos sanitarios.....	121
Tabla 41 Medidas de respuesta para casos de emergencia por desechos sanitarios.....	124
Tabla 42 Temas de capacitación y entrenamiento para la gestión integral de desechos sanitarios.	127

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Delimitación del área de estudio en la parroquia Curaray, cantón Arajuno	7
Figura 2. Diagrama de decisión para identificación de desechos peligrosos	16
Figura 3. Clasificación de desechos sanitarios conforme reglamento para la gestión	18
Figura 4. Clasificación de desechos farmacéuticos conforme reglamento para la gestión integral	19
Figura 5. Cadena de infección.....	21
Figura 6. Diagrama de entradas y salidas del área de enfermería del Centro de Salud tipo A Curaray.....	27
Figura 7. Diagrama de entradas y salidas del área de tinción del Centro de Salud tipo A Curaray.	28
Figura 8. Diagrama de entradas y salidas del área de procedimientos del Centro de Salud tipo A Curaray.....	28
Figura 9. Diagrama de entradas y salidas del área de medicina general, Centro de Salud tipo A Curaray.....	29
Figura 10. Diagrama de entradas y salidas del área de odontología del Centro de Salud tipo A Curaray.....	29
Figura 11. Diagrama de entradas y salidas del área de obstetricia del Centro de Salud tipo A Curaray.....	30
Figura 12. Requisitos técnicos de infraestructura para almacenamiento final de desechos sanitarios	36

Figura 13. Matriz de incompatibilidades químicas	37
Figura 14. Requisitos técnicos para vehículos dedicados al transporte de materiales peligrosos.	38
Figura 15 Marcado para embalajes/envases.....	41
Figura 16. Autoclave para esterilización de desechos sanitarios	54
Figura 17. Diagrama de incinerador de desechos peligrosos	55
Figura 18. Microondas para tratamiento de desechos sanitarios.....	58
Figura 19. Diagrama de tratamiento químico de desechos sanitarios.....	59
Figura 20. Relación de la generación de desechos sanitarios en kilogramos versus	68
Figura 21. Producción media de desechos sanitarios generados por paciente en la	69
Figura 22. Envasado de desechos sanitarios en el Centro de Salud Tipo A “Curaray”	71
Figura 23. Vista externa del almacenamiento final de desechos Sanitarios del Centro de Salud Curaray	72
Figura 24 Vista interna del almacenamiento final de desechos Sanitarios del Centro de Salud Curaray	72
Figura 25. Almacenamiento de hidrocarburos	73
Figura 26. Medio de transporte fluvial para.....	75
Figura 27. Vehículo de transporte utilizado por el GAD Municipal de Arajuno para el transporte	75
Figura 28. Vista panorámica del relleno sanitario del GAD Municipal del cantón Arajuno.	78
Figura 29. Infraestructura de disposición final de desechos sanitarios en el relleno sanitario del GAD	79
Figura 30. Diagrama para la gestión integral de desechos sanitarios en la parroquia Curaray.	97

Figura 31. Modelo de recipiente para envasado de desechos infecciosos.	105
Figura 32. Modelo de recipiente para almacenamiento final de desechos infecciosos.....	107
Figura 33. Modelo de etiquetas a ser utilizados en los recipientes de puntos de generación de desechos	108
Figura 34. Modelo de etiquetas a ser utilizados en los recipientes de almacenamiento final de desechos.	108
Figura 35. Diagrama de transporte interno de desechos en el centro de salud Curaray.....	109
Figura 36. Diagrama de flujo para la inactivación de desechos cortopunzantes.....	112
Figura 37. Vehículo para transporte de desechos sanitarios.	113
Figura 38. Corte de detalle, celda de desechos sanitarios.	114
Figura 39. Planta cubierta, celda de desechos sanitarios.....	115
Figura 40. Señalética informativa, celda de desechos sanitarios	117
Figura 41. Señalética de prohibición,.....	117
Figura 42. Ruta de transporte fluvial de desechos sanitarios, San José de Curaray – Paparawa	119
Figura 43. Procedimiento para tratamiento de desechos sanitarios mediante equipo	122
Figura 44. Brigada para atención de contingencias con desechos sanitarios.	123

RESUMEN

La gestión adecuada de desechos sanitarios generados por actividades de atención a la salud humana, ha generado expectativa en el país y en el mundo; principalmente por su riesgo de transmisión de enfermedades y su impacto al ambiente. El objetivo del presente estudio fue diseñar un sistema integral para los desechos sanitarios generados en la parroquia rural Curaray del cantón Arajuno, que garantice su gestión adecuada; para ello se realizó una investigación de tipo aplicada, analítica y descriptiva que consistió en determinar la tasa de generación de desechos sanitarios; identificar el tipo de desecho predominante generado por actividades de atención a la salud humana, y evaluar el riesgo para la salud y el ambiente del almacenamiento de desechos sanitarios por tiempos prolongados. Como resultados de la investigación se encontró que existe una tasa de generación de desechos sanitarios de 0,043 Kg/mes.paciente; que el desecho predominante conforme la clasificación realizada corresponde a desechos infecciosos y que el almacenamiento de desechos sanitarios durante 365 días representa riesgo ambiental y de salud pública dadas sus condiciones ambientales, de gestión y ubicación geográfica. Así mismo el estudio reveló las circunstancias carentes de gestión de desechos sanitarios en la parroquia, evidenciando de esta manera la vulnerabilidad a la que se encuentra expuesta la población y los factores ambientales del sector, por lo que a través del presente estudio se propuso un sistema integral de desechos sanitarios que permita contar con una gestión adecuada de este tipo de desechos en la parroquia rural Curaray.

PALABRAS CLAVE

- **DESECHO SANITARIO**
- **SISTEMA DE GESTIÓN**
- **SALUD Y AMBIENTE**

ABSTRACT

Adequate management of health waste generated by human health care activities has generated expectations in the country and around the world; mainly because of its risk of disease transmission and its impact on the environment. The objective of this study was to design a comprehensive system for health waste generated in Curaray Parish of Arajuno Canton, which ensures its proper management; for this purpose, an applied, analytical and descriptive type of research was carried out which was to determine the rate of generation of health waste; identify the predominant type of waste generated by human health care activities health waste for long periods of time. As a result of the investigation it was found that there is a rate of generation of sanitary waste of 0.043 kg/month.patient; that the waste predominant according the classification corresponds to infectious waste and the storage of waste during 365 days represents risk environmental and public health given their environmental conditions, management and geographic location. The study also revealed the undevoid circumstances of health waste management in the parish, thus demonstrating the vulnerability to which the population and environmental factors of the sector are exposed, so through the present a comprehensive system of health waste was proposed to ensure adequate management of this type of waste in Curacay Parish..

KEYWORDS

- **WASTE HEALTH**
- **MANAGEMENT SYSTEM**
- **HEALTH AND ENVIRONMENT**

CAPÍTULO 1

1. ASPECTOS GENERALES

1.1 Antecedentes

El Ministerio de Salud Pública en función del nuevo modelo de atención integral en salud del año 2012, tiene una cobertura de atención médica en todo el país a través de establecimientos de salud de diferentes niveles de atención siendo estos establecimientos de primer nivel, segundo nivel, tercer nivel, cuarto nivel y nivel de atención pre hospitalario, los mismos que producto de sus actividades de atención a la salud humana generan desechos sanitarios los cuales en función de la normativa ambiental y sanitaria vigente en el país deben tener una gestión interna y externa rigurosa que permita minimizar los impactos ambientales y los riesgos sobre la salud.

Para contar con una gestión interna y externa de los desechos sanitarios (gestión integral) se deben contar con varios componentes que permita completar el ciclo de gestión adecuada de este tipo de desechos para lo cual es necesario la existencia de infraestructura interna e insumos del establecimiento de salud adecuados, recipientes, fundas, kits de emergencia, etiquetas, áreas de almacenamiento y acondicionamiento de desechos que cumpla con especificaciones técnicas (INEN, 2013), y por otro lado las condiciones de los actores de gestión externa, es decir, recolección diferenciada, embalaje, transporte técnico y uno de los componentes más importantes el tratamiento que se le va a dar a los desechos sanitarios previa su disposición final.

Los requerimientos de gestión integral de desechos sanitarios no se los cumple en todas las ciudades del Ecuador debido a que no cuentan con los componentes de la gestión externa de desechos (INEC, 2014), dificultando aún más esta gestión integral para los establecimientos de salud que se encuentran en áreas geográficas distantes a las cabeceras cantonales y de difícil acceso.

La Provincia de Pastaza está conformada por los cantones Arajuno, Pastaza, Mera, Santa Clara, cuenta con 49 establecimientos de Salud de primer nivel y 1 de segundo nivel de los cuales 13 establecimientos de salud a saber: (Amuntay, Charapacoha, Copataza, Curaray, Guaraní, Kurintza, Lorocachi, Montalvo, Moretecocha, Numbaimi, Pacayacu, Sarayacu, Toñampare), son de difícil acceso (MSP, 2019), lo que hace que la gestión integral de desechos sanitarios no exista y se genere un problema ambiental y de salud en estas 13 comunidades de la provincia de Pastaza, este problema se agudiza con la falta de atención e importancia que se le da a estas zonas geográficas de difícil acceso, ya que todos los esfuerzos por contar con una buena gestión de desechos sanitarios se la hace en las grandes ciudades, siendo así que la normativa vigente generada en esta temática es incompatible con la realidad existente en este tipo de establecimientos de salud y lo más grave es que existe una carencia de documentos técnicos que permitan guiar una gestión integral de desechos sanitarios en zonas geográficas de difícil acceso.

1.2 Planteamiento del problema

Conforme datos estadísticos del Ministerio de Salud Pública (MSP, 2018), se puede manifestar que los desechos sanitarios generados por las actividades de atención médica en los establecimientos de salud de las parroquias rurales, carecen de una gestión integral adecuada que prevenga la proliferación de enfermedades, así como también la minimización de riesgos ambientales. En el centro de salud de la parroquia rural Curaray de la provincia de Pastaza en el año 2017 se generaron un total de 238,50 kilogramos de desechos sanitarios y en el año 2018 se generó 193,70 kilogramos, los cuales no fueron gestionados técnicamente.

El acceso a estas parroquias rurales es por vía área y fluvial a través de los ríos Curaray, Maratiyacu, Bobonaza, Pastaza, Capahuari, Copataza y Corrientes, por tal razón se dificulta el

transporte de los desechos sanitarios hacia las cabeceras cantonales para realizar su proceso de tratamiento y disposición final adecuada. La temperatura de la zona actúa en la disgregación y descomposición de material o fluidos orgánicos que se encuentren contenidos en los materiales utilizados en la atención médica. El centro de salud de la parroquia rural Curaray no cuenta con un espacio adecuado para el almacenamiento temporal de los desechos sanitarios extendiéndose a tiempos no recomendados de 6 hasta 12 meses, conforme lo establece el Acuerdo Ministerial 00036 del MSP. La acumulación de los desechos sanitarios ha obligado a que se realicen prácticas inadecuadas en lo referente a la disposición final como son: 1) la incineración a cielo abierto que propende a emitir a la atmósfera dioxinas y furanos, 2) El entierro en fosas sin ningún tipo de medida que detengan a los lixiviados que se puedan generar y que puedan ingresar al subsuelo y contaminar el suelo y agua del área circundante, y 3) Otra práctica es arrojar los desechos sanitarios al río Curaray.

Según informes del Distrito de Salud 16D02 Arajuno remitidos hacia la Coordinación Zonal 3 de Salud, se reporta que se ha intentado transportar los desechos sanitarios hacia la cabecera cantonal Arajuno en canoas comunes que son utilizadas para el transporte público o de alimentos; sin embargo, por las condiciones no adecuadas de las mismas han sufrido averías o se han volcado terminando los desechos en el río Curaray, de lo cual no se cuenta con información referente a la cantidad de desechos que han sido vertidos al río, el mismo que es utilizado por los habitantes de las comunidades aledañas para actividades de pesca, recreación, navegación e higiene.

1.3 Justificación

Conforme datos de Registro Diario de Consultas y Atenciones Ambulatorias RDACAA del Ministerio de Salud Pública, en el centro de Salud de la parroquia Curaray, durante el período 2017 – 2018 se realizaron un total de 12105 atenciones, de las cuales 481 de estas atenciones corresponden a pacientes con enfermedades infectocontagiosas tales como: tuberculosis del pulmón, leishmaniasis cutánea, paludismo, conjuntivitis, hepatitis viral, herpes y abscesos cutáneos, consultas de las cuales por los procedimientos propios de atención médica se generan desechos sanitarios que deben ser gestionados de manera adecuada y oportuna con la finalidad de evitar la proliferación de estas enfermedades a más de minimizar el riesgo de afectación a factores ambientales (MSP, 2018).

Debido a la carente gestión externa de desechos sanitarios realizado por parte del Gobierno Autónomo Descentralizado GAD Municipal del cantón Arajuno, pese a ser competencia exclusiva establecida en el Código Orgánico Ambiental, Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización COOTAD y Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Generados en Establecimientos de Salud; a lo cual se suma las condiciones ambientales, ubicación geográfica, prácticas inadecuadas para la disposición final de desechos generados en la parroquia rural Curaray (quemar, enterrar, almacenamiento inadecuado por períodos largos), es importante el desarrollo de la presente investigación, a través de la cual se pretende diseñar un sistema adecuado para la gestión de desechos sanitarios en un territorio de difícil acceso geográfico.

Intervenir mediante el diseño de un sistema integral para desechos sanitarios en la parroquia rural Curaray, para evitar que se genere un foco de infección que podría terminar en una pandemia o a su vez la afectación de los factores ambientales, justifica plenamente el realizar un estudio enfocado a zonas rurales de difícil acceso, considerando que la normativa ambiental y sanitaria aplicable para la gestión de desechos peligrosos no toma en cuenta su aplicabilidad en condiciones inusuales como la ubicación geográfica de los generadores de este tipo de desechos.

1.4 Objetivos del estudio

1.4.1 Objetivo general

Diseñar un sistema integral para los desechos sanitarios generados en la parroquia rural Curaray del cantón Arajuno, que minimice el riesgo a la salud e impacto al ambiente.

1.4.2 Objetivos específicos

- Clasificar los desechos en función sus características de peligrosidad y normativa vigente, para determinar el tipo de desecho predominante generado por las actividades de atención a la salud humana en la parroquia rural Curaray.
- Establecer la tasa de generación de desechos sanitarios en la parroquia rural Curaray, utilizando los registros de atención médica y bitácoras de generación para definir el volumen de desechos a ser gestionados.
- Realizar un análisis de riesgos para la salud humana mediante la metodología cuali-cuantitativa, que permita identificar posibles amenazas a la salud producto del almacenamiento de desechos sanitarios realizado por tiempos prolongados en la parroquia rural Curaray.

1.5 Hipótesis

El sistema integral de desechos sanitarios diseñado para la parroquia rural Curaray es técnica y económicamente factible para su aplicación y capaz de minimizar el riesgo de proliferación de enfermedades infecto contagiosas y el impacto ambiental en el área de influencia de la parroquia rural Curaray.

1.6 Descripción del Área de Estudio

1.6.1 Parroquia rural Curaray, cantón Arajuno

La parroquia Rural Curaray, perteneciente al cantón Arajuno jurisdicción de la provincia de Pastaza, está ubicada en las coordenadas geográficas WGS 84 Zona 18 Sur, UTM: 225726 N ; 9867221 E; tiene una población de 2685 habitantes (INEC, 2010) y una extensión de 8,161 km² que corresponde al 83,38% del territorio del Cantón Arajuno.

1.6.2 Área de estudio.

El lugar de estudio se encuentra ubicado en la provincia de Pastaza, cantón Arajuno, parroquia Curaray, específicamente orientado al Centro de Salud tipo A Curaray, y su área de influencia directa, como fuente fija de generación de desechos peligrosos sanitarios por actividades de atención a la salud humana. La tipología A del establecimiento de salud es otorgada por el Ministerio de Salud Pública en función de su nivel de atención y capacidad resolutive, siendo de esta manera que el Centro de Salud Curaray cuenta con los servicios de: promoción de la salud, prevención de las enfermedades, recuperación de la salud, rehabilitación y cuidados paliativos por ciclos de vida, brindan atención a través de los Equipos de Atención Integral en Salud (EAIS), en medicina y enfermería familiar/general, odontología general y

obstetricia, promueve acciones de salud pública y participación social; cuenta con botiquín y/o farmacia institucional .

El área de influencia del proyecto de investigación (Parroquia rural Curaray) se encuentra ubicado a una distancia de 9,5 kilómetros de la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Yasuní, conforme información cartográfica del Ministerio del Ambiente (MAE, 2014) (Figura 1), lo que conlleva a que el área sea ambientalmente sensible a las actividades realizadas por el ser humano, considerando que esta área protegida forma parte de la zona de vida del Bosque Húmedo Tropical que protege una gran variedad de ecosistemas, desde ríos, esteros y complejos sistemas lacustres, hasta formaciones vegetales que incluyen diferentes bosques siempreverdes de tierras bajas inundables por aguas blancas y negras (varzea e igapó), inundables de palmas (moretales) y bosques increíblemente diversos de tierra firme. (PUCE, 2014).

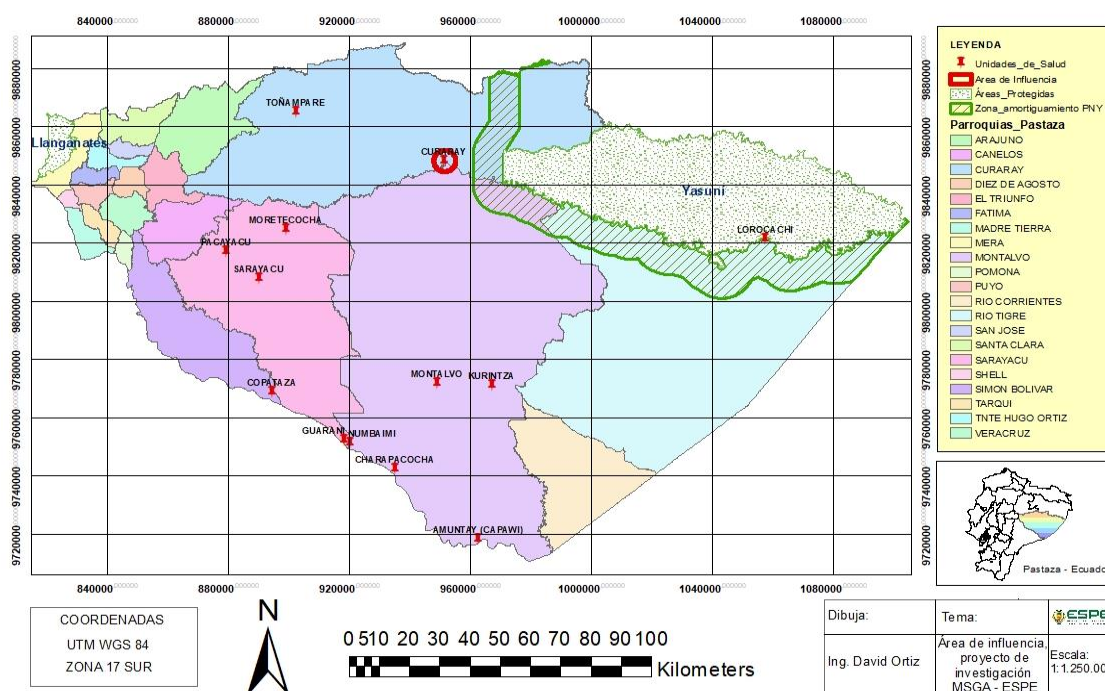


Figura 1: Delimitación del área de estudio en la parroquia Curaray, cantón Araujo

1.6.3 Factores climáticos

La temperatura media de la Parroquia oscila entre 22 a 25 grados centígrados. En la zona baja que comprenden las comunidades de Illipi, Yanapuma, Pual, Chuyayakucu, Witawaya la temperatura oscila de 22 a 24 grados centígrados, las demás comunidades que se ubican en las zonas media y alta la temperatura media varia de 24 a 25 grados centígrados. En toda la parroquia las precipitaciones fluctúan desde los 2.400 a 4.700 mm, (SanMartín, 2015).

1.6.4 Infraestructura y acceso a servicios básicos

La parroquia Curaray tiene limitado acceso a los servicios básicos donde para llegar a la mayor parte de las comunidades se lo debe hacer por medio de canoas en los ríos navegables, avionetas en pistas de mal estado y caminando a través de senderos ecológicos, es una de las causas para una mínima cobertura de infraestructura y servicios básicos en la parroquia (SanMartín, 2015).

El 31,63% de la población tiene acceso a agua por tubería (no potable), las poblaciones se abastecen del líquido vital de los ríos en un 38;40%, seguidamente por el 25,28% que lo realiza por recolección almacenamiento de agua lluvia, un 2,90% lo hace a través de un taquero esto es en la vía carrozable El Triunfo – Paparawa y por otros medio en 1,80%. Por otro lado, el 0,67 % indica que tiene acceso a la red de alcantarillado; el 7,41% utilizan el pozo ciego, el 25,08% pozo séptico, y su gran mayoría el 66,84% lo realiza de otra forma (directamente a terrenos), es decir el 99,33% de la población no cuenta con servicio de alcantarillado. El 34,72% elimina los desechos sólidos en un terreno baldío, el 30,73% lo realizan por medio de la incineración o entierro, el 22,9% lo hace de otra forma como es en barrancos, quebradas, cuerpos superficiales de agua entre otro y el 11.63% lo hace por medio del carro recolector en comunidades en las que se cuenta con acceso vial para transporte terrestre (SanMartín, 2015).

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Conceptual

Contaminación: en función del Código Orgánico Ambiental se define a la contaminación como: “Alteración negativa de un ecosistema por la presencia de uno o más contaminantes, o la combinación de ellos, en ciertas concentraciones o tiempos de permanencia” (MAE, 2017).

Desechos peligrosos: el Acuerdo Ministerial 026 “Procedimientos para registro de generadores de desechos peligrosos, gestión de desechos peligrosos previo al licenciamiento ambiental, y para el transporte de materiales peligrosos” define a los desechos peligrosos como: “Aquellos desechos sólidos, pastosos, líquidos o gaseosos resultantes de un proceso de producción, transformación, reciclaje, utilización o consumo y que contengan algún compuesto que tenga características reactivas, inflamables, corrosivas, infecciosas, o tóxicas, que represente un riesgo para la salud humana, los recursos naturales y el ambiente de acuerdo a las disposiciones legales vigentes” (MAE, 2008).

Desechos sanitarios: conforme lo establecido en el Acuerdo Ministerial 323 para la gestión integral de los residuos y desechos generados en los establecimiento de salud se define a los desechos sanitarios como aquellos “que contienen patógenos y representan riesgo para la salud humana y el ambiente, es decir, son aquellos que cuentan con característica de peligrosidad biológico-infecciosa”(MSP, 2019b).

Enfermedades infecciosas o transmisibles: las enfermedades infecciosas son causadas por microorganismos patógenos como las bacterias, los virus, los parásitos o los hongos. Estas

enfermedades pueden transmitirse, directa o indirectamente, de una persona a otra. Las zoonosis son enfermedades infecciosas en los animales que pueden ser transmitidas al hombre (OMS, 2018)

Saneamiento ambiental: el saneamiento ambiental conforme la Ley Orgánica de Salud del Ecuador se lo define como: el conjunto de actividades dedicadas a acondicionar, controlar y proteger el ambiente en que vive el ser humano, a fin de proteger su salud (MSP, 2006).

Sistema de gestión ambiental para desechos peligrosos: un sistema de gestión ambiental para desechos peligrosos comprende un conjunto de medidas preventivas, que deben contemplar tanto la disminución de la generación de residuos como su peligrosidad y asegurar el uso de prácticas de gestión ambientalmente adecuadas en el almacenamiento, transporte, reciclado, tratamiento y disposición final de los residuos con la finalidad de disminuir los riesgos que representan para la salud y el medio ambiente (Aponte, 2009).

2.2 Marco Legal

Constitución de la República del Ecuador, publicado en el R.O 449 del 20 de octubre del 2008; en el Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. (Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador, 2008)

Convenio de Basilea, se encuentra enfocado en el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, es el tratado multilateral de medio ambiente que se ocupa más exhaustivamente de los desechos peligrosos y otros desechos, teniendo como objetivo proteger el medio ambiente y la salud humana contra los efectos nocivos derivados de la generación, el manejo, los movimientos transfronterizos y la eliminación de desechos peligrosos y otros desechos (PNUMA, 2015)

Ley Orgánica de Salud, publicada en el R.O 423 del 22 de diciembre del 2006; en su Art. 97.- La autoridad sanitaria nacional dictará las normas para el manejo de todo tipo de desechos y residuos que afecten la salud humana; normas que serán de cumplimiento obligatorio para las personas naturales y jurídicas. Art. 100.- La recolección, transporte, tratamiento y disposición final de desechos es responsabilidad de los municipios que la realizarán de acuerdo con las leyes, reglamentos y ordenanzas que se dicten para el efecto, con observancia de las normas de bioseguridad y control determinadas por la autoridad sanitaria nacional. El Estado entregará los recursos necesarios para el cumplimiento de lo dispuesto en este artículo (MSP, 2006)

Código orgánico de ordenamiento territorial autonomía y descentralización, publicado en el R.O 303 del 19 de octubre del 2010; Art. 55.- Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal. - Los gobiernos autónomos descentralizados municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley; d) Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley (...) (SENPLADES, 2010)

Código orgánico del ambiente, publicado en el R.O 983 del 12 de abril del 2017; Art. 231.- Los GADS Municipales o Metropolitanos serán los responsables del manejo integral de residuos sólidos no peligrosos y desechos sanitarios generados en el área de su jurisdicción, por lo tanto, están obligados a fomentar en los generadores alternativas de gestión, de acuerdo al principio de jerarquización, así como la investigación y desarrollo de tecnologías. Estos deberán establecer los procedimientos adecuados para barrido, recolección y transporte, almacenamiento temporal de ser el caso, acopio y transferencia, con enfoques de inclusión económica y social de sectores

vulnerables. Deberán dar tratamiento y correcta disposición final de los desechos que no pueden ingresar nuevamente en un ciclo de vida productivo, implementando los mecanismos que permitan la trazabilidad de los mismos. Para lo cual, podrán conformar mancomunidades y consorcios para ejercer esta responsabilidad de conformidad con la ley (MAE, 2017)

Reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos generados en los establecimientos de salud, publicado en el R.O 450 del 20 de marzo del 2019; Art. 4.- Componentes de la gestión integral. - Para la aplicación del presente Reglamento, la gestión integral de residuos y desechos generados por los establecimientos descritos en el ámbito, comprende: a. Gestión interna.- Es aquella que se realiza dentro de cada establecimiento de salud, clínicas de estética con tratamientos invasivos y veterinarias, conforme a los procedimientos, lineamientos y especificaciones técnicas que la Autoridad Sanitaria Nacional dicte para el efecto a través de la normativa correspondiente, y que comprende las fases de: clasificación, acondicionamiento, recolección, almacenamiento, transporte, e inactivación en los casos que determine la Autoridad Sanitaria Nacional; b. Gestión externa.- Es aquella que comprende las fases de recolección, transporte, almacenamiento, eliminación o disposición final de los residuos o desechos, mismas que se realizan fuera de los establecimientos de salud, clínicas de estética con tratamientos invasivos y veterinarias generadoras de los mismos, las cuales se llevarán a cabo conforme los procedimientos, lineamientos y especificaciones técnicas que la Autoridad Ambiental Nacional dicte para el efecto, a través de la normativa correspondiente (MSP, 2019b)

2.3 Marco Técnico

2.3.1 Identificación de desechos sanitarios

Se debe poner en contexto que la metodología para la identificación de un desecho sanitario no se encuentra descrita en bibliografía ya que es un término adoptado en la normativa sanitaria Ecuatoriana para identificar a los desechos que se generan en establecimientos de salud con características de riesgo infeccioso – biológico, razón por la que se adopta la terminología que abarca su clasificación, siendo esta la de desechos peligrosos, a los cuales se los conoce como aquellos que por su peligrosidad intrínseca (corrosivo, reactivo, tóxico, inflamable, biológico, infeccioso) pueden causar daños a la salud humana o el ambiente.

La identificación de los desecho peligrosos se la puede realizar utilizando varios criterios como el indagar si el desecho se encuentra en lista de desechos específicos o son generados por procesos productivos ya establecidos; si se conoce que el desecho tiene alguna característica de peligrosidad (corrosivo, reactivo, tóxico, inflamable, biológico, infeccioso); si el desechos contiene sustancias definidas como peligrosas; si al momento de realizar ensayos normalizados superan límites de concentración de sustancias definidas como peligrosas (Martínez, 2005)

2.3.1.1 Identificación a través del listado de chequeo de la Autoridad Ambiental nacional.

Para identificar si un desecho es considerado como peligroso se debe tomar en cuenta la Legislación Nacional, que en este caso del Ministerio de Ambiente del Ecuador a través del Acuerdo Ministerial 142 expide el listado nacional de desechos peligrosos en su Anexo B, listado en el que se encuentran desechos generados por fuente específica y no específica, por lo que para el caso de actividades de atención a la salud humana y asistencia social se establece la categoría Q, del que se desprenden los desechos que se mencionados en la Tabla 1.

Tabla 1

Listado nacional de desechos peligrosos por fuente específica para actividades de atención a la salud humana y de asistencia social.

CIU	Descripción de categorías	CRITB	Código	Código Basilea
Q	ACTIVIDADES DE ATENCIÓN A LA SALUD HUMANA Y DE ASISTENCIA SOCIAL			
86	Actividades de atención a la salud humana: hospitales, clínicas, centros médicos, consultorios médicos y odontológicos, laboratorios clínicos, bancos de sangre, centros de investigación médica.			
	Cultivos de agentes infecciosos y desechos de producción biológica, vacunas vencidas o inutilizadas, cajas de Petri, placas de frotis y todos los instrumentos usados para manipular, mezclar o inocular microorganismos.	B	Q.86.01	Y1
	Desechos anatómo-patológicos: órganos, tejidos, partes corporales que han sido extraídos mediante cirugía, necropsia u otro procedimiento médico.	B	Q.86.02	Y1
	Sangre, sus derivados e insumos usados para procedimientos de análisis y administración de los mismos.	B	Q.86.03	Y1
	Fluidos corporales.	B	Q.86.04	Y1
	Objetos cortopunzantes que han sido utilizados en la atención de seres humanos o animales; en la investigación, en laboratorios y administración de fármacos.	B	Q.86.05	Y1
	Cadáveres o partes anatómicas de animales provenientes de clínicas veterinarias o que han estado expuestos a agentes infecciosos en laboratorios de experimentación.	B	Q.86.06	Y1
	Material e insumos que han sido utilizados para procedimientos médicos y que han estado en contacto con fluidos corporales.	B	Q.86.07	Y1
	Fármacos caducados o fuera de especificaciones	T	Q.86.08	Y3
	Desechos químicos de laboratorio, químicos caducados o fuera de especificaciones	T, C, B (2)	Q.86.09	Y1 / A4020
	Desechos que contienen mercurio (termómetros)	T	Q.86.10	Y29

Líquidos de revelado (líquidos que contienen nitrato de plata) utilizados en imagenología.	T	Q.86.11	Y 16
Desechos de amalgamas odontológicas	T	Q.86.12	Y29

Fuente: Acuerdo Ministerial 142, (MAE, 2012)

En dónde,

CIIU: Clasificación Industrial Internacional Uniforme

Q: Codificación de desecho peligroso de fuente específica correspondiente a las actividades de atención a la salud humana y de asistencia social.

CRITB: (C) Corrosivo, (R) Reactivo, (I) Inflamable, (T) Tóxico, (B) Biológico.

2.3.1.2 Identificación a través de análisis de características

A más de la revisión en los listados nacionales de desechos y sustancias químicas peligrosos, en el caso de que el desecho a identificar no se encuentre enlistado se puede realizar su identificación a través del análisis de las características del desecho para lo cual Tchobanoglous, Theissen y Eliassen (1982), en su libro desechos sólidos principios de ingeniería y administración, establece una metodología que permite averiguar si una sustancia o material dado es peligroso mediante la aplicación de un modelo de decisión a través del cual se pueden aplicar un sinnúmero de preguntas respecto al desecho a identificar las mismas que una vez desarrolladas permitirá examinar, seleccionar y jerarquizar los desechos peligrosos, o a su vez descartar la posibilidad de que sea catalogado como un desecho peligroso; el diagrama de flujo que se presenta en la Figura 2, permitirá analizar las características de un desecho.

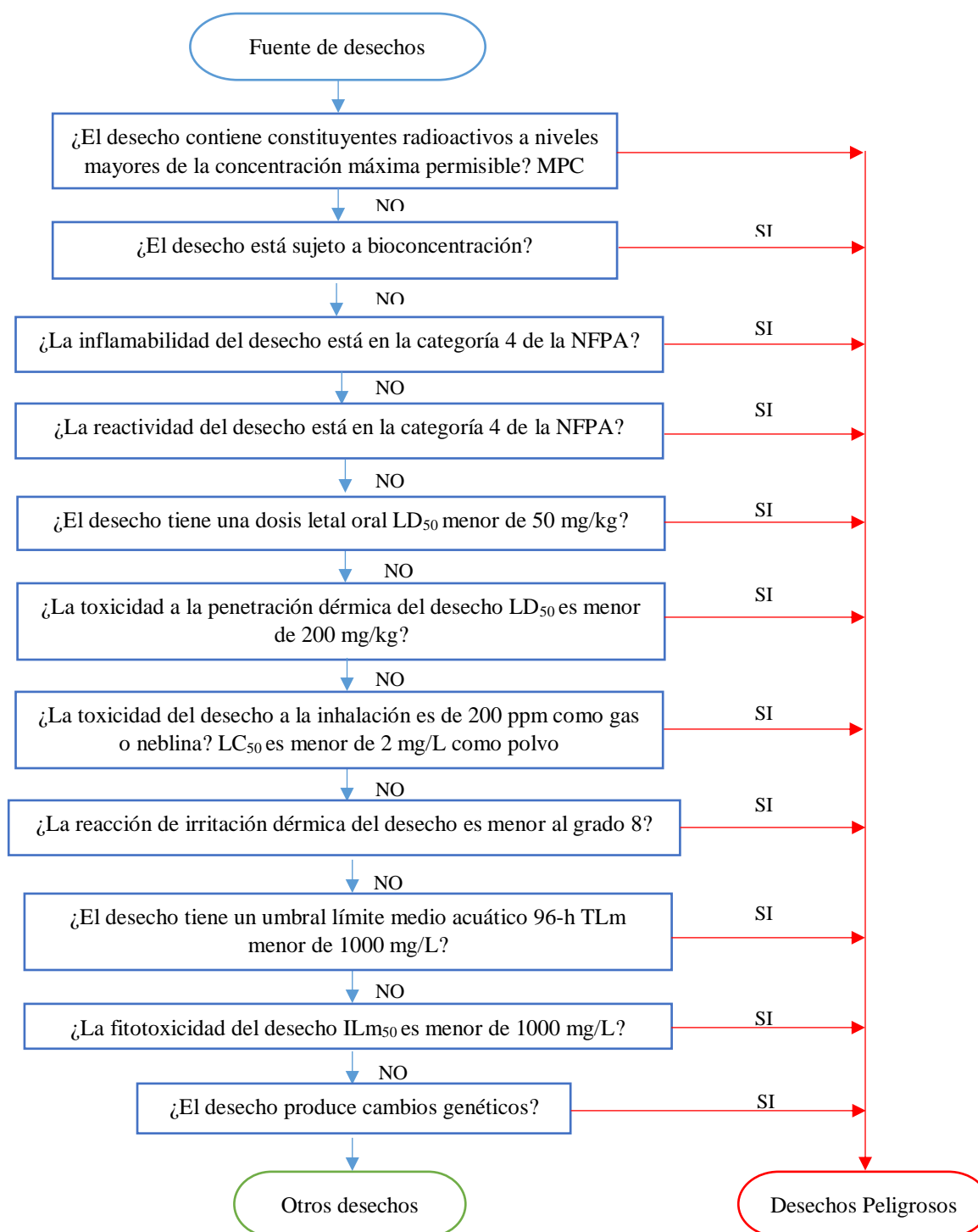


Figura 2. Diagrama de decisión para identificación de desechos peligrosos
Fuente: (Tchobanoglous, Theissen, & Eliassen, 1982)

2.3.2 Clasificación de desechos sanitarios

Se parte de la clasificación general realizado para los desechos peligrosos, con la finalidad de concentrar en grupos que permita identificar de manera prolija a un determinado desecho, por esta razón, se consideran cinco categorías generales: 1) Sustancias radioactivas, 2) Productos químicos, 3) Desechos biológicos, 4) Desechos inflamables, y 5) Explosivos (Tchobanoglous et al., 1982); en la Tabla 2, se identifica las principales fuentes de generación de desechos peligrosos en función de las categorías descritas.

Tabla 2

Principales fuentes de generación de desechos sanitarios acorde a las cinco categorías de clasificación de desechos peligrosos.

Categoría del desecho	Fuente de generación
Sustancias radioactivas	Instalaciones de investigación bioquímica, laboratorios de colegios y universidades, consultorios odontológicos, hospitales, plantas de energía nuclear.
Productos químicos tóxicos	Compañías químicas de insumos agropecuarios, tiendas de baterías, lavado de carros, bodegas de almacenamiento de productos químicos y pinturas, patios para equipos en ciudades y condados, estaciones de policía en ciudades, laboratorios de colegios y universidades, compañías de construcción, estaciones rurales de policía, firmas cosechadoras, lavadoras en seco, instalaciones eléctricas, tiendas de reparación de equipos electrónicos y radio, departamentos de incendio, hospitales y clínicas, torres de enfriamiento industriales, muchas plantas industriales demasiado largas de enumerar, periódicos (soluciones fotográficas), plantas de energía nuclear, agencias de control de plagas, tiendas o instalaciones de procesamiento fotográfico, tiendas de cromado, estaciones de servicio, estaciones de limpieza de carro-tanques.
Desechos biológicos	Instalaciones de investigación bioquímica, laboratorios farmacéuticos, hospitales, clínicas médicas.
Desechos inflamables	Lavadoras en seco, plantas de recuperación de petróleo, instalaciones de refinación y procesamiento de petróleo, estaciones de servicio, estaciones de limpieza de carro-tanques.
Explosivos	Compañías de construcción, lavadoras en seco, instalaciones de producción de municiones.

Fuente: (Tchobanoglous et al., 1982)

La categoría establecida para los desechos sanitarios conforme bibliografía es denominada como desechos biológicos, cuyas características más importantes son la capacidad de infectar a otros organismos vivos y producir toxinas. En este grupo de desechos sólidos están incluidos los tejidos malignos extraídos durante intervenciones quirúrgicas y los materiales contaminados, tales como agujas hipodérmicas, vendajes y drogas obsoletas (Tchobanoglous et al., 1982); en función de la normativa sanitaria Ecuatoriana los desechos sanitarios se encuentran clasificados como se muestra en la Figura 3.

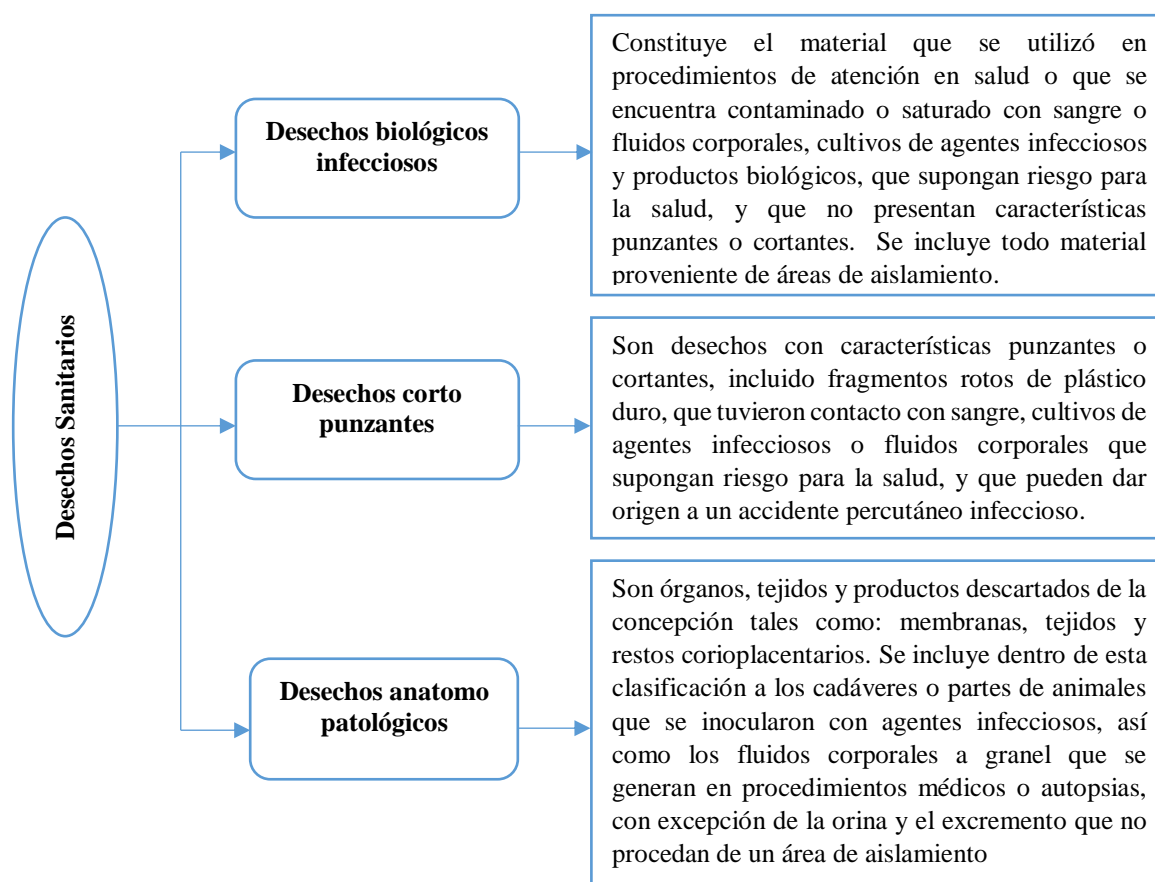


Figura 3. Clasificación de desechos sanitarios conforme reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos generados en los establecimientos de salud.

Fuente: (MSP, 2019b)

Los establecimientos de salud debido a su actividad de prestación de servicios de asistencia social y servicios de atención a la salud humana, cuentan con una variedad de medicamentos utilizado en el tratamiento de las diferentes morbilidades, razón por la cual es importante mencionar la clasificación de este tipo de desechos en función de la normativa sanitaria ecuatoriana vigente, tal como se representa en la Figura 4.

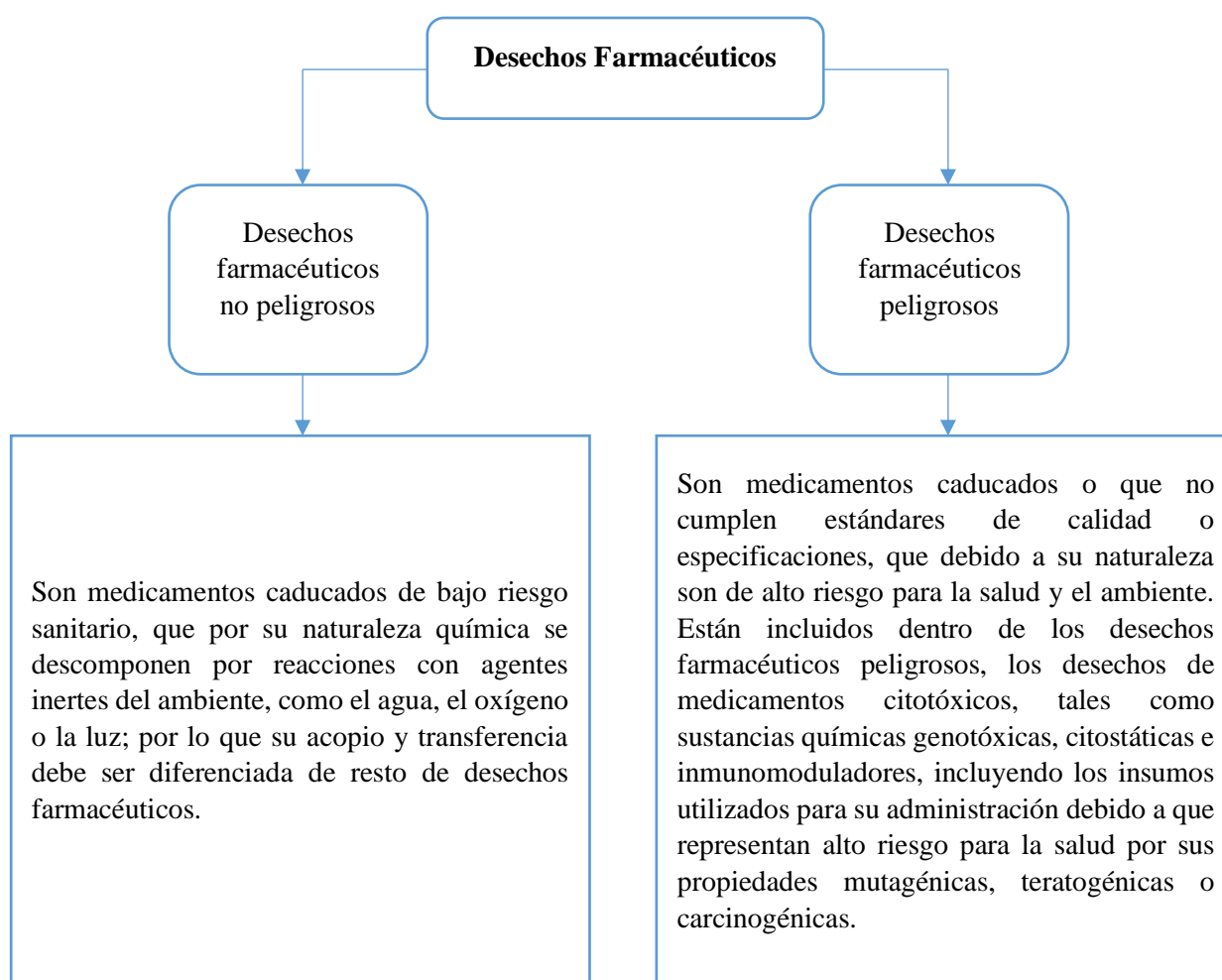


Figura 4. Clasificación de desechos farmacéuticos conforme reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos generados en los establecimientos de salud
Fuente: (MSP, 2019b)

2.3.3 Generalidades para la gestión de desechos sanitarios

La gran parte de desechos sanitarios son generados en establecimientos de salud; sin embargo, para realizar la gestión de los desechos considerados como peligrosos, se debe tener en cuenta la naturaleza de los diferentes materiales de descarte y los riesgos específicos de los mismos. En función de ello, los desechos de los establecimientos de salud deben ser manejados respetando indicaciones técnicas de clasificación y acopio para disminuir su riesgo. Un mal manejo de los desechos (en especial los biológico- infecciosos) incrementa por un lado las infecciones adquiridas al interior de los establecimientos de salud, mientras que por el otro, compromete recursos importantes para la gestión externa que pueden reducirse al segregar los desechos con características infecciosas de manera apropiada (CEPIS/OPS, 1997).

2.3.3.1 Riesgos relacionados con los desechos sanitarios

El nivel de riesgo a los que están expuestos el personal sanitario, así como el personal de apoyo (limpieza) y usuarios del sistema de salud, se encuentran ligados al tipo de desechos que se generen en función de sus características de peligrosidad, pueden ser estos corrosivos, reactivos, biológicos, infecciosos, etc.

Según Chartier, Emmanuel, Pieper, Pruss, Rushbrook, Stringer (2014), para la transmisión de una enfermedad infecciosa los estudios epidemiológicos señalan que es necesario que el microorganismo esté en una concentración suficiente, en un ambiente propicio (que permita su supervivencia), que exista una vía de entrada, y un huésped susceptible, es decir que se cumpla con la cadena de infección representada en la Figura 5.

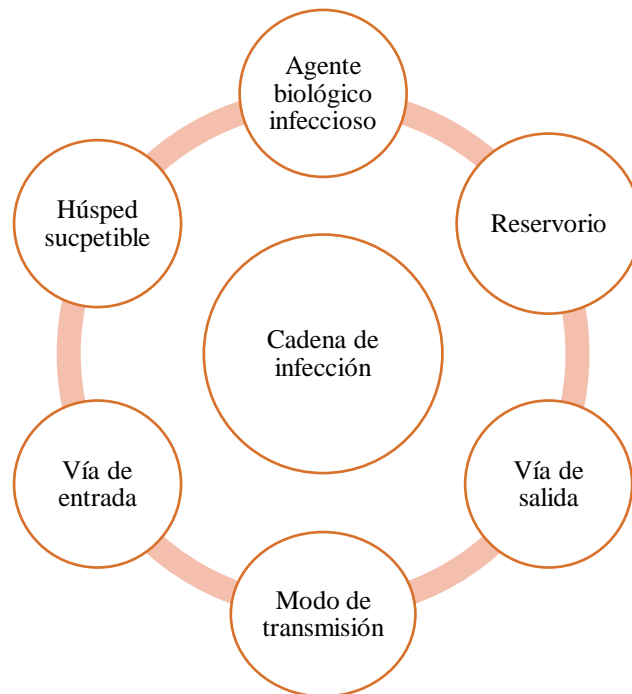


Figura 5. Cadena de infección
Fuente: (Chartier et al., 2014)

- Agente biológico-infeccioso: es un microorganismo con la capacidad de causar enfermedad
- Reservorio: es el sitio donde el microorganismo puede prosperar y reproducirse (por ejemplo, humanos, objetos inanimados).
- Vía de salida: es un medio por el que un microorganismo sale del reservorio (por ejemplo, tractos respiratorio, genitourinario y gastrointestinal, piel y membranas mucosas y la placenta).
- Modo de transmisión: es la forma cómo el microorganismo se mueve de un lugar a otro (por ejemplo, por contacto, por gotitas, en el aire).
- Vía de entrada: es una abertura que permite al microorganismo invadir un nuevo huésped.

- Huésped susceptible: una persona susceptible a la enfermedad, inmunodeprimido o con baja resistencia física para prevenir la infección.

Conforme la cadena de infección se establece que los principales huéspedes susceptibles o grupos de personas en riesgo son (Chartier et al., 2014):

- Médicos, enfermeras, obstetras, tecnólogos de laboratorio clínico, microbiología y anatomía patológica, odontólogos, auxiliares de enfermería, entre otros profesionales de la salud.
- Personal de apoyo, como trabajadores de limpieza, lavandería, porteros, personal de mantenimiento de la infraestructura sanitaria.
- Pacientes, familiares y visitantes que acuden a los establecimientos de salud.
- Trabajadores que realizan la recolección y transporte de estos desechos.
- Personal de la gestión externa de desechos, en vertederos o rellenos sanitarios, así como también recicladores informales.

2.4.1 Gestión integral de desechos sanitarios en el Ecuador

La gestión integral de desechos sanitarios se encuentra dividida en dos partes, la gestión interna de desechos la misma que es realizada en las instalaciones de todo establecimiento de salud generador de desechos y la gestión externa la cual debe ser realizada por el GAD Municipal o Gestor Ambiental contratado para su efecto; conforme lo descrito en la Normativa Sanitaria vigente (MSP, 2019b); para lo cual se debe considerar las responsabilidades de cada uno de los actores de la gestión integral de desechos sanitarios es decir generador y prestador de servicios para su disposición final.

La gestión interna de desechos sanitarios comprende las fases de: clasificación, acondicionamiento y almacenamiento primario, recolección y transporte interno, almacenamiento intermedio, inactivación y almacenamiento final.

- a) Clasificación, acondicionamiento y almacenamiento primario: es la primera etapa en la cual se generan, acopian y acondicionan los mismos de acuerdo a su nivel de riesgo y sus características. Un correcto manejo no debe permitir que se mezclen los desechos no peligrosos (comunes y aprovechables) con los desechos con características peligrosas (desechos sanitarios, farmacéuticos y otros peligrosos) (MSP- Dirección Nacional de Ambiente y Salud, 2019).
- b) Recolección y transporte interno: corresponden al retiro y movimiento de desechos a través de cualquier medio en el interior del establecimiento de salud. El personal encargado de limpieza recolectará las fundas que se encuentran en los almacenamientos primarios en los coches o vehículos contenedores (CEPIS/OPS, 1997).
- c) Almacenamiento intermedio: es el lugar en donde se acopian temporalmente los desechos, debidamente separados hasta su transporte y depósito en el almacenamiento final en establecimientos de salud que, por su tamaño, distribución, y funcionamiento requieran un punto de acopio intermedio. La función del almacenamiento intermedio es facilitar la recolección interna disponiendo de una ubicación temporal mientras se termina la recolección (MSP- Dirección Nacional de Ambiente y Salud, 2019).
- d) Inactivación: consiste en retardar la liberación al ambiente y evitar concentraciones altas de patógenos, microorganismos o cargas contaminantes presentes en los desechos hacia un cuerpo receptor, minimizando de esta manera el riesgo a la salud al que está expuesto el

personal encargado de realizar la transferencia de desechos hacia el gestor ambiental, para su correspondiente tratamiento y disposición final (MSP- Dirección Nacional de Ambiente y Salud, 2019).

- e) Almacenamiento final: es el sitio de acopio final de desechos dentro de un establecimiento generador, en donde se depositan temporalmente todos los desechos recolectados de los almacenamientos primarios e intermedios para su posterior recolección por parte de los encargados de la gestión externa de los desechos (MSP- Dirección Nacional de Ambiente y Salud, 2019).

La gestión externa de desechos sanitarios está conformada por las fases de recolección, transporte, tratamiento y disposición final, y su denominación se debe a que las fases en mención son aplicadas fuera del establecimiento o punto de generación de desechos.

- a) Recolección: es la etapa mediante la cual el prestador de servicios sea este GAD Municipal o Gestor Ambiental autorizado retira los desechos sanitarios generados en un determinado establecimiento de salud (MSP, 2019b).
- b) Transporte: hay que considerar las incompatibilidades de almacenamiento con la finalidad de minimizar el riesgo de accidentes durante su movilización hacia las instalaciones de tratamiento y disposición final, a más de las características propias con las que debe contar el vehículo (INEN, 2013b).

- c) Tratamiento: está destinado a la aplicación de diferentes tipos de procedimientos para cambiar las características físicas y/o químicas de este tipo de desechos generados en los establecimientos de salud, con el objetivo de neutralizarlos, recuperar energía y materiales, eliminar o disminuir su peligrosidad (MSP- Dirección Nacional de Ambiente y Salud, 2019).
- d) Disposición final: es la última acción a tomar por parte del GAD Municipal o Gestor ambiental autorizado, considerando que una vez agotadas las posibilidades de tratamiento de estos desechos se realizará un depósito permanente de los desechos, en sitios y condiciones adecuadas que permita prevenir y minimizar el riesgo a la salud y al ambiente (MSP- Dirección Nacional de Ambiente y Salud, 2019).

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

Considerando las condiciones particulares existentes en la parroquia Curaray, como son el difícil acceso geográfico, condiciones climáticas, limitación de servicios básicos y normativa sanitaria y ambiental que no se ajusta a las condiciones propias del territorio; en el presente estudio se utilizaron las herramientas y metodologías existentes para la gestión de desechos sanitarios y que se ajuste a las particularidades de la Parroquia Curaray del Cantón Arajuno, Provincia de Pastaza.

3.1 Diagnóstico a la gestión de desechos sanitarios en la parroquia Curaray

La Parroquia Curaray en la actualidad cuenta con un centro de salud tipo A para la atención en salud a la población, la cual dentro de su cartera de servicios cuenta con las áreas de medicina general, odontología, obstetricia, procedimientos, área de tinción y enfermería; a más de ello por parte del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Pastaza, Organizaciones gubernamentales y no gubernamentales se realiza brigadas médicas de atención a la salud humana en las diferentes comunidades de la parroquia, de lo cual producto de sus actividades se generan desechos sanitarios; sin embargo, se puede manifestar que la única fuente de generación de desechos sanitarios identificada de manera fija en la parroquia es el Centro de Salud tipo A Curaray, ubicado en la cabecera parroquial San José de Curaray, la cual tiene 1119 habitantes como población asignada para la prestación de servicios de salud, población que se encuentra dividida en 43 comunidades que conforman la Parroquia Curaray del Cantón Arajuno, Provincia de Pastaza.

3.1.1 Clasificación de desechos sanitarios generados.

En el presente estudio se analiza a la fuente fija de generación de desechos sanitarios, siendo esta el Centro de Salud tipo A Curaray, para lo cual a través de diagramas de entradas y salidas de los diferentes servicios se identifica el tipo de desechos generados en función de la clasificación determinada en el reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos generados en los establecimientos de salud del Ministerio de Salud Pública (MSP, 2019b).

Área de enfermería: en esta área se realiza el control y aplicación del esquema de vacunas a toda la población, además se realiza la toma de tamizaje neonatal, Figura 6.

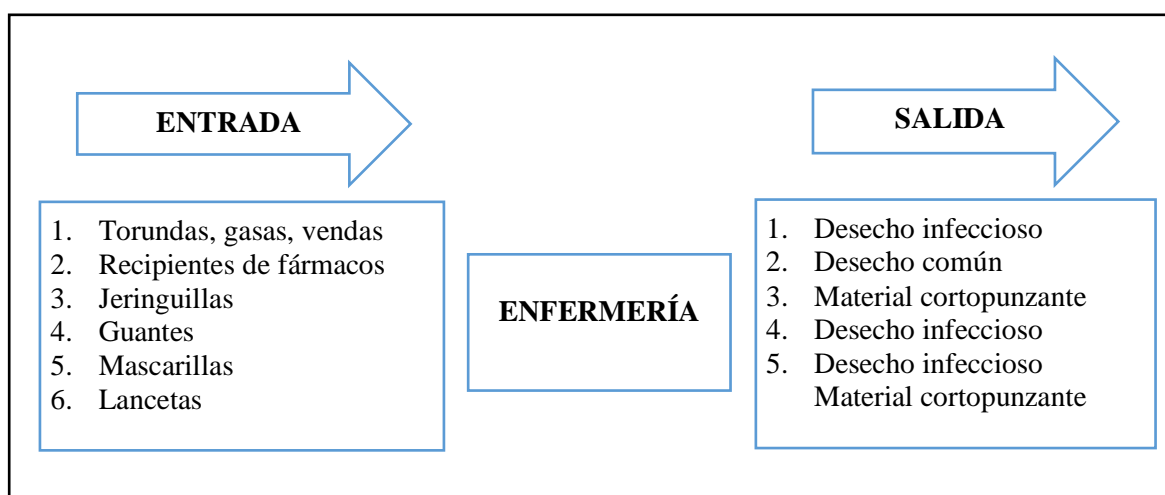


Figura 6. Diagrama de entradas y salidas del área de enfermería del Centro de Salud tipo A Curaray.

Área de tinción: es un área exclusiva en la que se realiza la toma de muestras biológicas a pacientes sintomáticos respiratorios, para luego de ello pasar a ejecutar la fijación de placa de la muestra tomada que será enviada para su correspondiente análisis al laboratorio clínico del Hospital Provincial General Puyo Figura 7.

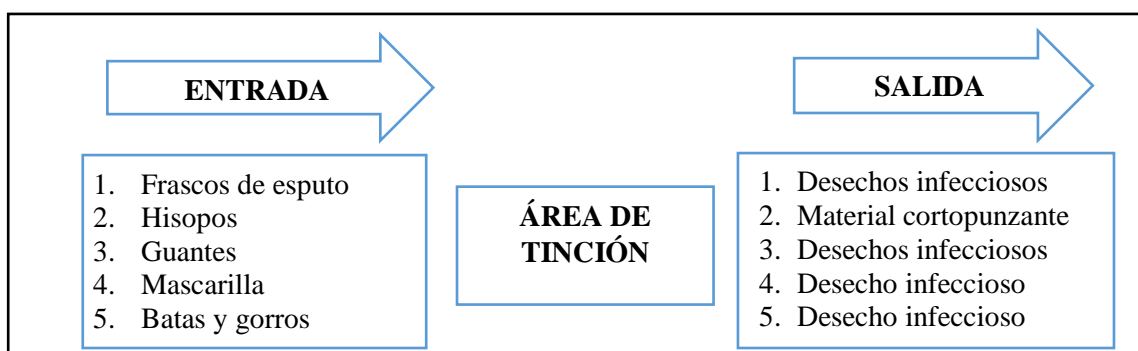


Figura 7. Diagrama de entradas y salidas del área de tinción del Centro de Salud tipo A Curaray.

Área de procedimientos: esta área realiza diversos procedimientos como terapia respiratoria, curaciones, suturas, colocación/cambios de sondas, retiros de puntos, aplicación de inyecciones, inmovilización, rehidratación, administración de medicamentos y atención de pacientes que acuden al establecimiento de salud por situaciones de emergencia, pese a que la cartera de servicios no contemple el servicio de emergencia, el personal de salud realiza la prestación del servicio y la derivación a un establecimiento de segundo nivel de ser necesario, Figura 8.

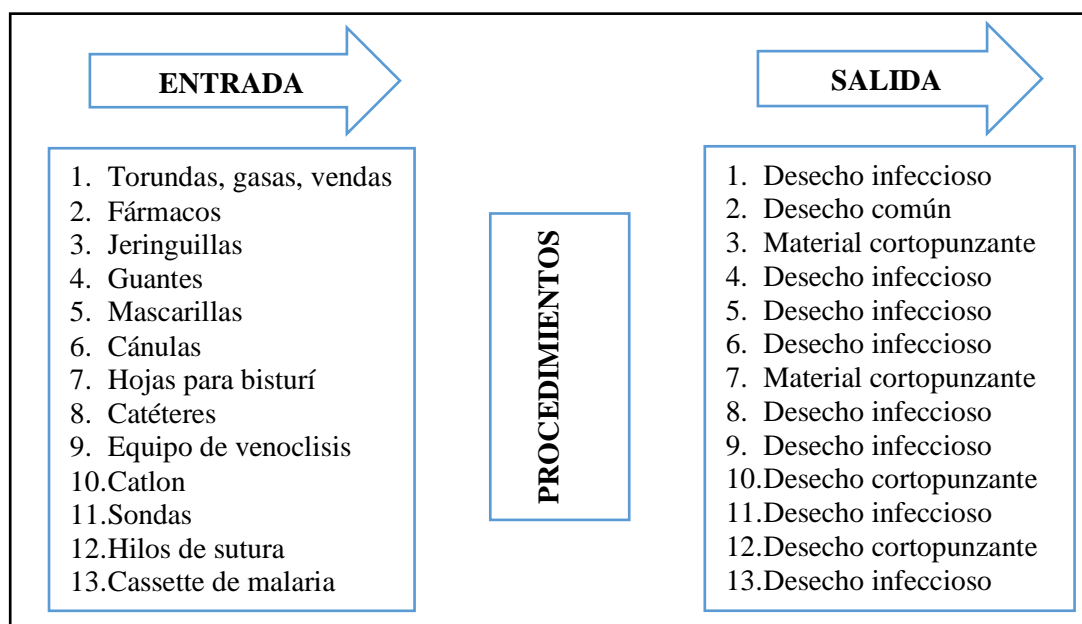


Figura 8. Diagrama de entradas y salidas del área de procedimientos del Centro de Salud tipo A Curaray.

Medicina general: a través del servicio de medicina general se brinda atención integral, diagnóstico y tratamiento a los usuarios del establecimiento de salud, de los cuales en el caso de requerirlo se deriva a un especialista para realizar diagnóstico y tratamiento pertinente, Figura 9.

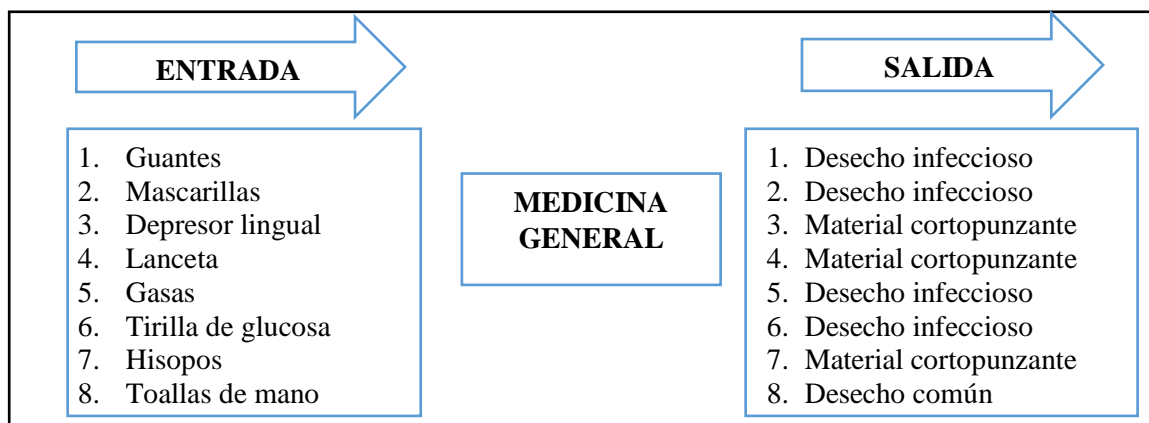


Figura 9. Diagrama de entradas y salidas del área de medicina general, Centro de Salud tipo A Curaray.

Odontología: Sus servicios abordan los aspectos de promoción, prevención (profilaxis, fluorizaciones y colocación de sellantes) y recuperaciones como obturaciones provisionales, restauraciones de piezas de dentales, exodoncias, entre otros Figura 10.

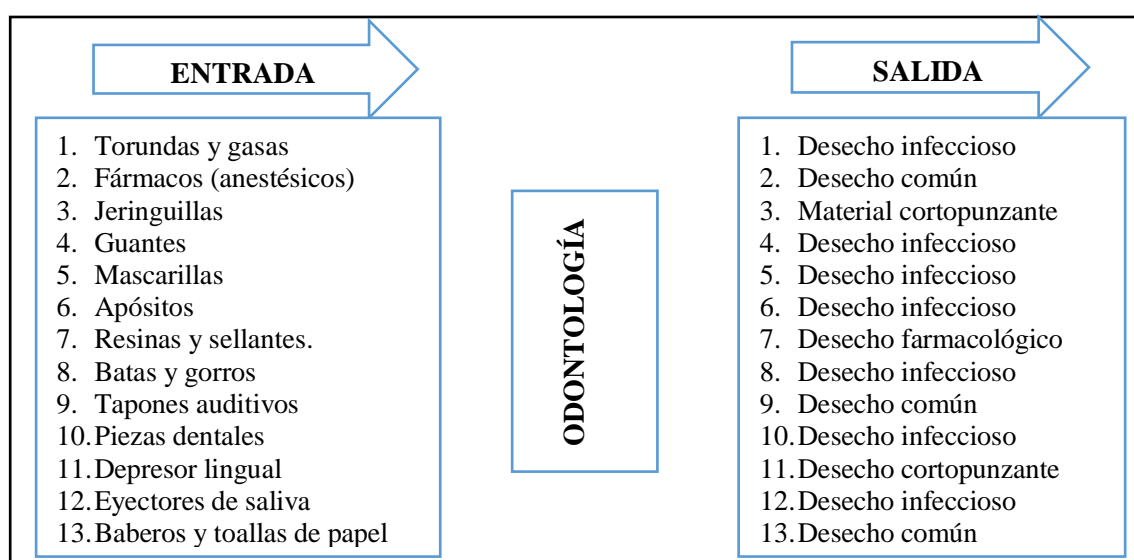


Figura 10. Diagrama de entradas y salidas del área de odontología del Centro de Salud tipo A Curaray.

Obstetricia: Área donde se realizan procedimientos de prevención, diagnóstico y tratamiento en todas las facetas de la salud de la mujer, se realiza además la toma de Papanicolaou, retiro de implantes, pruebas rápidas de embarazo, VIH y sífilis, Figura 11.

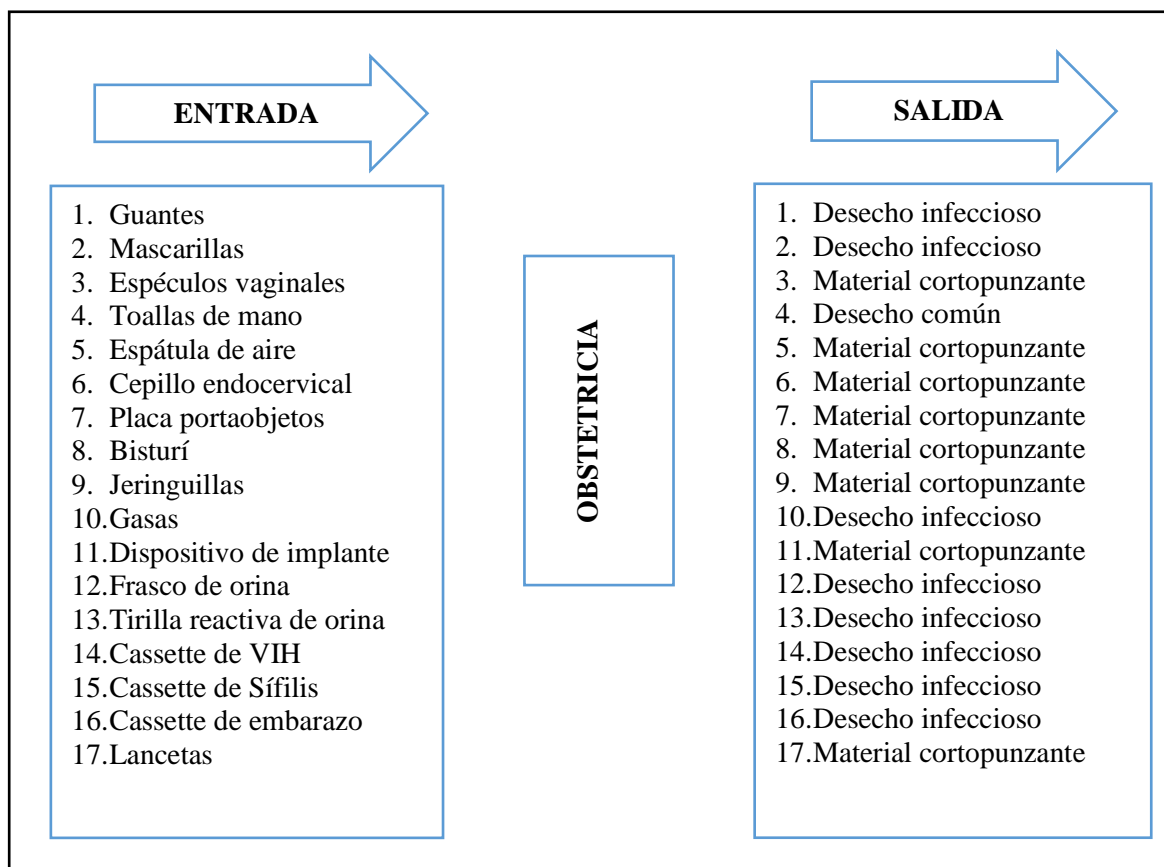


Figura 11. Diagrama de entradas y salidas del área de obstetricia del Centro de Salud tipo A Curaray.

3.1.2 Volúmenes de generación de desechos sanitarios

Para determinar los volúmenes de generación de desechos sanitarios en el Centro de Salud Curaray, el establecimiento de salud proveyó de una bitácora de registro de desechos estándar emitida por el Ministerio de Salud Pública para sus establecimientos de salud, siendo de esta

manera que se puede obtener un comparativo de generación mensual de desechos durante los años 2018 y 2019 que se muestra en la Tabla 3 y 4.

Tabla 3

Generación mensual de desechos infecciosos en el centro de Salud tipo A Curaray.

Nombre del desecho acorde a normativa sanitaria AM 323: Desechos Infecciosos		
Nombre del desecho acorde a listado nacional AM 142: Material e insumos que han sido utilizados para procedimientos médicos y que han estado en contacto con fluidos corporales		
Código del desecho AM 142: Q.86.07		
Característica de riesgo: Biológica (B)		
Punto de generación: Centro de Salud tipo A Curaray		
Unidad Kilogramos		
Mes de generación	Año 2018	Año 2019
Enero	16,1	18,5
Febrero	15,5	17,3
Marzo	13,4	14,5
Abril	18,0	13,8
Mayo	15,4	12,5
Junio	6,2	9,8
Julio	9,3	10,5
Agosto	7,7	No se cuenta
Septiembre	12,3	No se cuenta
Octubre	15,5	No se cuenta
Noviembre	14,8	No se cuenta
Diciembre	14,7	No se cuenta

Fuente: (Dirección Distrital de Salud 16D02 Arajuno, 2018 -2019)

Tabla 4

Generación mensual de desechos cortopunzantes en el centro de Salud tipo A Curaray.

Nombre del desecho acorde a normativa sanitaria AM 323: Desechos Cortopunzantes	
Nombre del desecho acorde a listado nacional AM 142: Objetos cortopunzantes que han sido utilizados en la atención de seres humanos o animales; en la	

CONTINÚA

	investigación, en laboratorios y administración de fármacos.	
Código del desecho AM 142:	Q.86.05	
Característica de riesgo:	Biológica (B)	
Punto de generación:	Centro de Salud tipo A Curaray	
Unidad:	Kilogramos	
Mes de generación	Año 2018	Año 2019
Enero	2,3	2,5
Febrero	1,8	3,8
Marzo	1,5	2,5
Abril	2,8	3,5
Mayo	2,1	2,0
Junio	1,0	1,7
Julio	1,3	1,0
Agosto	1,4	No se cuenta
Septiembre	1,7	No se cuenta
Octubre	2,2	No se cuenta
Noviembre	1,5	No se cuenta
Diciembre	1,7	No se cuenta

Fuente: (Dirección Distrital de Salud 16D02 Arajuno, 2018 - 2019)

3.1.3 Cálculo de la tasa de generación media de desechos sanitarios por paciente

En función de los registros de atención de consultas y los registros de generación mensual de desechos sanitarios se puede establecer la producción media de generación de desechos sanitarios de la Parroquia Curaray; sin embargo los datos en mención no se reportan en las campañas de atención a la salud humana realizadas en las diferentes comunidades por el Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Pastaza, Organismos Gubernamentales (OG'S) y No Gubernamentales (ONG'S), a más de que no se conoce la gestión aplicada a los desechos en mención, razón por la que para realizar el cálculo de la tasa de generación media de desechos sanitarios por paciente se toma los datos de generación mensual de desechos en kilogramos y se divide para el número de pacientes atendidos durante el mes en un período de un año calendario,

en la fuente fija de generación de desechos sanitarios que es el Centro de Salud tipo A Curaray como se indica en la Tabla 5.

Tabla 5

Tasa de generación media de desechos sanitarios por paciente en la parroquia Curaray.

Año 2018	Nº de Pacientes atendidos	Desechos Infecciosos Peso (kg)	Desechos Cortopunzantes Peso (kg)	Desechos Farmacéuticos Peso (kg)	Total	Tasa de generación media mensual / paciente (kg.mes/paciente)
Enero	460	16,1	2,3	3,7	22,1	0,048
Febrero	441	15,5	1,8	0	17,3	0,039
Marzo	382	13,4	1,5	0	14,9	0,039
Abril	514	18,0	2,8	4,3	25,1	0,049
Mayo	440	15,4	2,1	0	17,5	0,040
Junio	176	6,2	1,0	0	7,2	0,041
Julio	266	9,3	1,3	0	10,6	0,040
Agosto	218	7,7	1,4	2	11,1	0,051
Septiembre	350	12,3	1,7	0	14,0	0,040
Octubre	441	15,5	2,2	0	17,7	0,040
Noviembre	422	14,8	1,5	0	16,3	0,039
Diciembre	420	14,7	1,7	3,4	19,8	0,047
Total	4530	159,0	21,3	13,4	193,7	0,043

Fuente: (Distrito de Salud 16D02, Arajuno, 2018)

Dando así en la parroquia Curaray una tasa media de generación de desechos sanitarios de 0,043 Kg/mes.paciente atendido.

3.1.4 Envasado, empacado y almacenamiento final de desechos sanitarios

Para realizar el envasado de los desechos sanitarios el Ministerio de Salud Pública del Ecuador establece varias consideraciones con la finalidad de minimizar el riesgo de accidentes laborales, así como también la de contraer infecciones asociadas a la manipulación de desechos; de esta manera se indica que los puntos de generación de desechos (diferentes servicios de atención médica de un establecimiento de salud), deben contar con recipientes y fundas de colores diferenciados

para realizar una adecuada segregación de desechos desde su punto de generación acorde al riesgo que estos representen, y a la clasificación establecida en el reglamento vigente (MSP, 2019b); como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6

Requerimientos técnicos de envasado para desechos generados en establecimientos de salud

Tipo de desechos	Requerimiento de recipiente	Requerimiento de funda
Infeciosos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Material plástico de polipropileno o polietileno ▪ Resistente al lavado y a la desinfección ▪ Paredes lisas continuas, sin aristas internas rectas ▪ Capacidad de acuerdo a la generación diaria del establecimiento. ▪ Color rojo ▪ Etiquetado ▪ Con o sin tapa 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Polietileno de alta densidad ▪ Espesor mínimo de 40 micrones o 0,04 mm ▪ Tamaño de acuerdo al recipiente. ▪ Color rojo.
Comunes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Material plástico de polipropileno o polietileno ▪ Resistente al lavado y a la desinfección ▪ Paredes lisas continuas, sin aristas internas rectas ▪ Capacidad de acuerdo a la generación diaria del establecimiento. ▪ Color negro ▪ Etiquetado ▪ Con o sin tapa 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Polietileno de alta densidad ▪ Espesor mínimo de 40 micrones o 0,04 mm ▪ Tamaño de acuerdo al recipiente. ▪ Color negro.
Cortopunzantes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Polipropileno, resistente a la perforación, al impacto, con símbolo universal de riesgo biológico. ▪ Con tapa de rosca o de seguridad ▪ Descartable ▪ Con etiqueta o rotulación ▪ La base del recipiente debe garantizar la estabilidad, el cierre debe ser seguro. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ No aplica la utilización de funda en el punto de generación.

-
- La abertura debe ser de boca angosta.
 - Los mecanismos para separar la aguja de jeringas son opcionales.
-

- | | | |
|----------------------|---|---|
| Farmacéuticos | ▪ Cajas de cartón etiquetadas | ▪ Polietileno de alta densidad |
| | ▪ También pueden utilizarse recipientes plásticos. | ▪ Color rojo |
| | ▪ Pueden ser cajas reutilizadas revestidas internamente con funda roja, embaladas con cinta adhesiva. | ▪ Espesor mínimo de 30 micrones o 0,03 mm |
-

Fuente: (MSP, 2019b)

En el Ecuador se cuenta con la norma técnica de transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos INEN:2266 del año 2013 en el que se establece varios parámetros de carácter técnico para un adecuado almacenamiento de materiales peligrosos (INEN, 2013a), por otro lado; la normativa sanitaria (MSP- Dirección Nacional de Ambiente y Salud, 2019), establece requisitos con los que debe cumplir un almacenamiento final para desechos sanitarios los cuales se encuentran en concordancia con la norma técnica antes mencionada, como se puede apreciar en la Figura 12.

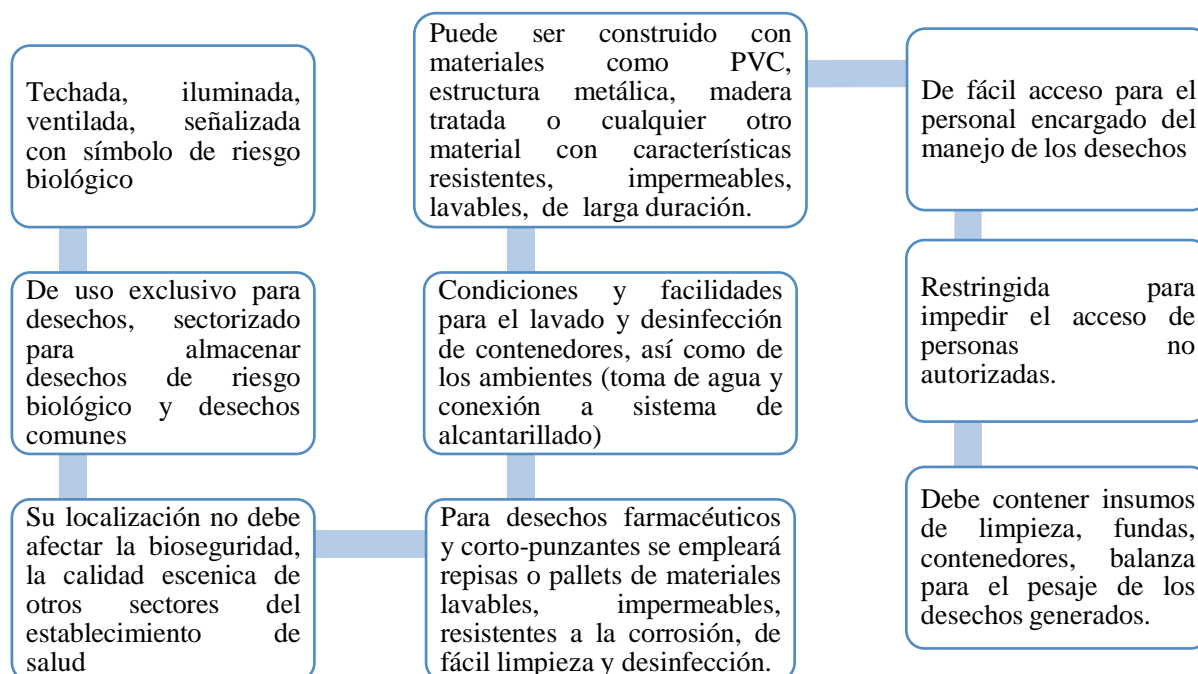


Figura 12. Requisitos técnicos de infraestructura para almacenamiento final de desechos sanitarios
Fuente: (MSP, 2019b)

A más de la infraestructura destinada para el almacenamiento de los desechos sanitarios se debe considerar las incompatibilidades de los productos, teniendo en cuenta el no mezclar los productos que se mencionan a continuación (INEN, 2013a):

- Materiales tóxicos con alimentos o semillas o cultivos agrícolas comestibles
- Combustibles con comburentes
- Explosivos con fulminantes o detonadores
- Líquidos inflamables con comburentes
- Material radioactivo con otro cualquiera
- Sustancias infecciosas con ninguna otra
- Ácidos con bases

- Oxidantes (comburentes) con reductores
- Otros (ver tabla de incompatibilidad química en la Figura 13).

CLASE PELIGRO ONU	1	2.1	2.2	2.3	3	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	6	7	8	9
1 Explosivo	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
2.1 Gas inflamable	Yellow	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Green	Yellow
2.2 Gas comprimido, no inflamable, no venenoso	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow
2.3 Gas veneno por la inhalación	Yellow	Yellow	Green	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Red	Yellow
3 Líquidos inflamables y líquidos combustibles	Yellow	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Yellow	Green	Green	Yellow
4.1 Sólido inflamable	Yellow	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Yellow	Green	Red	Yellow
4.2 Sustancia espontáneamente combustible	Yellow	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Yellow	Green	Red	Yellow
4.3 Sustancia peligrosa cuando esta mojada	Yellow	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Yellow	Green	Red	Yellow
5.1 Oxidante	Yellow	Green	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Yellow	Green	Red	Yellow
5.2 Peróxido orgánico	Yellow	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Red	Yellow
6 Sustancias tóxicas	Yellow	Red	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green	Yellow	Yellow
7 Sustancias radioactivas	Yellow	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow
8 Sustancias corrosivas	Yellow	Green	Green	Red	Green	Red	Yellow	Red	Red	Red	Yellow	Green	Yellow	Yellow
9 Sustancias peligrosas	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
CLASE PELIGRO ONU	Corresponde a la clasificación de las sustancias y el peligro que representan conforme la ONU													
Green	Pueden almacenarse y transportarse juntos.													
Yellow	Precaución. Revisar incompatibilidades individuales													
Red	Son incompatibles. Pueden requerir almacenamiento y transporte separados.													

Figura 13. Matriz de incompatibilidades químicas
Fuente: (INEN, 2013a)

3.1.5 Recolección y transporte de desechos sanitarios

La recolección y transporte de desechos sanitarios al igual que los desechos peligrosos no son sujetos de compactación (reducción mecánica de su volumen), por lo que es de suma importancia

contar con vehículos específicos para esta actividad, a más de considerar el evitar la mezcla de sustancias incompatibles (Tchobanoglous et al., 1982)

La norma técnica ecuatoriana INEN 2266 del año 2013 establece varios requisitos con los que debe contar el vehículo destinado al transporte terrestre de materiales peligrosos, los cuales se establece en la (Figura 14) (INEN, 2013a).

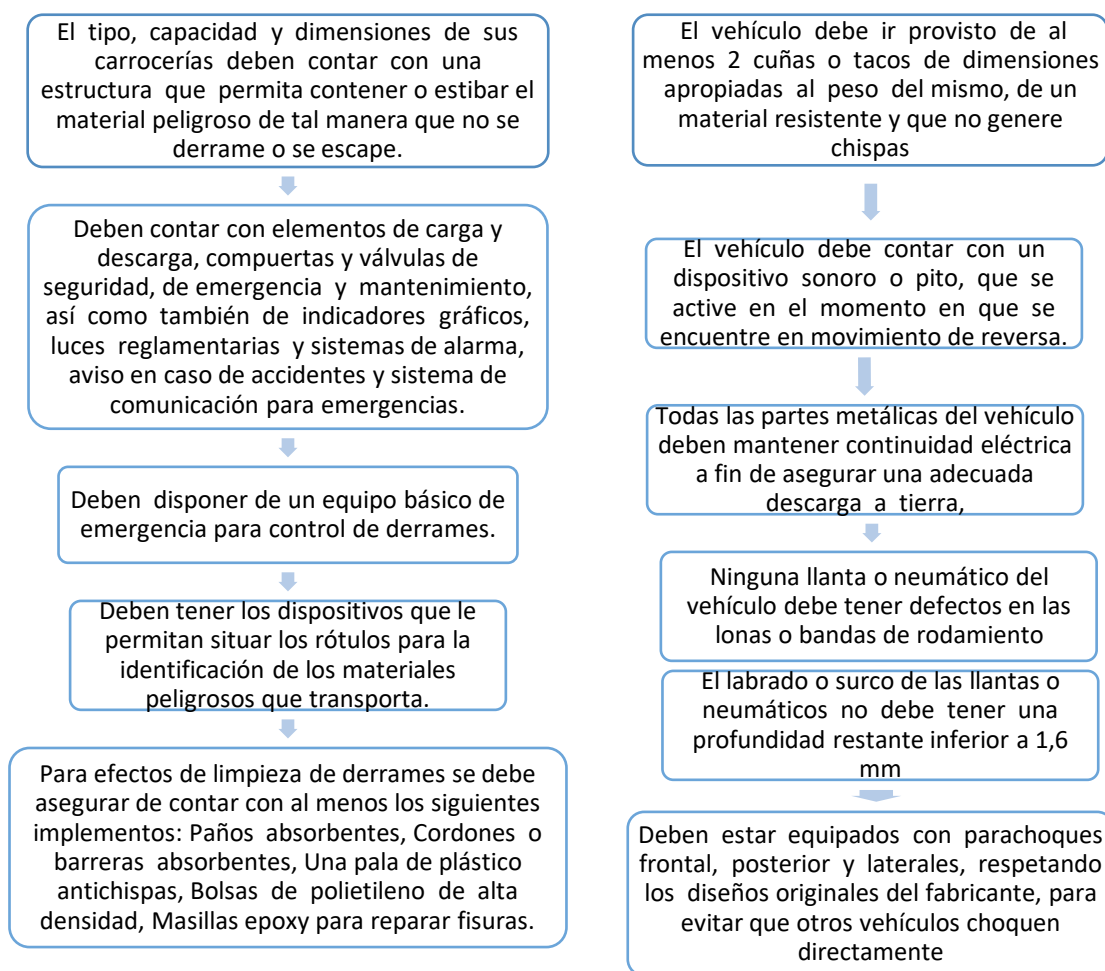


Figura 14. Requisitos técnicos para vehículos dedicados al transporte de materiales peligrosos.
Fuente: (INEN, 2013)

En cumplimiento a lo establecido en el artículo 229 del Acuerdo Ministerial 161, Reforma al libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente TULSMA; para el transporte de desechos sanitarios por vía fluvial se utiliza el código marino internacional de mercancías peligrosas quien clasifica a las sustancias infecciosas en la Clase 6.2 y se asigna a los números ONU 2814, 2900, 3291 o 3373, según corresponda (Organización Marítima Internacional OMI, 2011), acorde a las categorías de clasificación mencionados en la Tabla 7.

Tabla 7

Clasificación de sustancias infecciosas conforme código marino internacional de mercancías peligrosas.

Categoría	Definición	Nº ONU	Nombre de expedición
A	Una sustancia infecciosa que se transporta en una forma que, al exponerse a ella, es capaz de causar una incapacidad permanente, poner en peligro la vida o constituir una enfermedad mortal para seres humanos o animales que hasta entonces gozan de buena salud. En el cuadro al final de este párrafo figuran ejemplos indicativos de sustancias que cumplen esos criterios.	2814 Afectación a seres humanos y animales	Sustancia infecciosa para el ser humano
		2900 Afectación solo en animales	Sustancia infecciosa para los animales
B	Una sustancia infecciosa que no cumple los criterios para su inclusión en la categoría A	3373	Sustancia biológica, categoría B
	Los desechos médicos o clínicos de los que se cree fundadamente que tienen una probabilidad baja de contener sustancias infecciosas	3291	Desechos clínicos no especificados, N.E.P Desechos (bio)médicos, N.E.P desechos médicos reglamentados, N.E.P.

Fuente: (Organización Marítima Internacional OMI, 2011)

Se establecen varias condiciones para el embalaje y envasado de mercancías peligrosas en función de su categoría de riesgo asignada, en este caso se enlistan las disposiciones relativas a los

desechos sanitarios correspondientes a la clase de riesgo 6.2 sustancias infecciosas (Organización Marítima Internacional OMI, 2011).

- Las mercancías peligrosas se embalarán/envasarán en embalajes/envases de buena calidad que deberán ser suficientemente fuertes como para resistir los choques y las cargas que normalmente se encuentran durante el transporte.
- Los embalajes/envases, deberán estar fabricados y cerrados de forma que, una vez preparados para la expedición y en las condiciones normales de transporte, no sufran ningún escape debido a vibraciones o cambios de temperatura, de humedad o de presión.
- Durante el transporte no debe adherirse al exterior de los bultos ninguna sustancia peligrosa.
- Los embalajes/envases interiores se deberán colocar en un embalaje/envase exterior de forma tal que, en las condiciones normales de transporte, no puedan romperse, perforarse ni dejar escapar su contenido al embalaje/envase exterior.
- Los embalajes/envases interiores que puedan romperse o perforarse fácilmente, tales como los de vidrio, porcelana o gres, o de ciertos plásticos, etc., deberán ir sujetos dentro de los envases exteriores con un material amortiguador apropiado.
- Las fugas del contenido no deberán menoscabar sensiblemente las propiedades de protección del material amortiguador ni del embalaje/envase exterior.
- El material amortiguador y absorbente deberá ser inerte y adecuado para la naturaleza del contenido del recipiente en que se utilice.
- Los embalajes/envases interiores que contengan líquidos deberán embalsarse/ envasarse con su cerradura hacia arriba, y colocarse en embalajes/envases exteriores conforme a las marcas de orientación que se muestran a continuación, las mismas que deberán colocarse

en las dos caras verticales opuestas del bulto, y señalar correctamente hacia arriba. Deberán figurar dentro de un marco rectangular y tener unas dimensiones que las hagan claramente visibles en función del tamaño del bulto, pueden ir rodeadas de un trazado rectangular como se indica en la Figura 15.

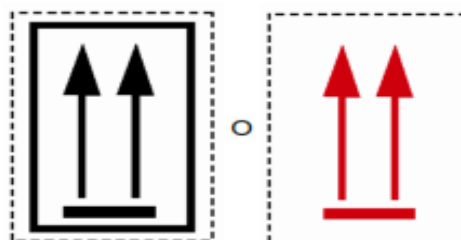


Figura 15 Marcado para embalajes/envases con contenido de líquidos
Fuente: (OMI, 2011)

- La naturaleza y el espesor de los embalajes/envases exteriores deberán ser tales que los rozamientos que puedan producirse durante el transporte no ocasionen un calentamiento capaz de alterar peligrosamente la estabilidad química del contenido.
- Las mercancías peligrosas no se deberán embalar/envasar juntas en el mismo embalaje/envase exterior o en el mismo embalaje/envase de gran tamaño, con otras mercancías, sean éstas peligrosas o no, si pueden reaccionar peligrosamente las unas con las otras y provocar: combustión y/o desprendimiento de calor considerable, desprendimiento de gases inflamables, tóxicos o asfixiantes, formación de sustancias corrosivas o formación de sustancias inestables.
- Cuando en un bulto pueda producirse un aumento de presión como consecuencia de la emanación de gases del contenido (debido a un incremento de la temperatura o por otras causas), se podrá dotar de un orificio de ventilación, a condición de que el gas emitido no

resulte peligroso, por ejemplo, por su toxicidad, su inflamabilidad o la cantidad desprendida. Dicho orificio estará concebido de manera que, cuando el embalaje/envase se encuentren en la posición prevista para el transporte, se eviten los escapes de líquido y la penetración de sustancias extrañas en las condiciones normales de transporte.

3.2 Identificación de sitios peligrosos para la salud humana

La Organización Panamericana de la Salud OPS a través del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS, elabora una metodología para la identificación y evaluación de riesgos para la salud en sitios contaminados (Díaz, 1999), la cual fue utilizada en el presente estudio para realizar la evaluación de la infraestructura destinada para el almacenamiento final de desechos sanitarios generados en el Centro de Salud tipo A Curaray, en función de la presunción existente por parte de los pobladores respecto a la afectación que podría ocasionar a su salud el almacenamiento de desechos sanitarios por períodos de tiempo prolongado; considerando que en el Acuerdo Ministerial 161 TULSMA, se establece que el almacenamiento de desechos peligrosos y/o especiales en las instalaciones, no podrá superar los 12 meses; en casos justificados mediante informe técnico se podrá solicitar a la autoridad ambiental una extensión de dicho periodo que no excederá de 6 meses; por otro lado el Acuerdo Ministerial 00036 que expide el manual para la gestión interna de los residuos y desechos generados en los establecimientos de salud; establece 30 días como tiempo máximo de acopio de desechos sanitarios en el almacenamiento final a temperatura ambiente para volúmenes de generación mensual inferiores a 50 kilogramos (kg), 15 días para volúmenes mensuales entre 50 – 250 kg; 7 días para volúmenes mensuales entre 251 – 1000 kg y 72 horas para volúmenes superiores a 1000 kg.

En función de la metodología planteada para la evaluación de un sitio contaminado que represente un riesgo para la salud se plantea analizar 4 parámetros (antecedentes del sitio, contaminación ambiental, análisis de rutas de exposición y caracterización preliminar del riesgo), cada uno con su respectiva valoración que al final de la evaluación permita contar con un resultado numérico sujeto a interpretación en función del rango numérico en el que se encuentre, considerando que la metodología es propuesta para el rango de 1 a 100 puntos.

3.2.1 Antecedentes del sitio

El primer parámetro evaluado fue la población de acuerdo a su cercanía al sitio de generación, para lo cual se multiplicó la distancia dentro de un radio por el tamaño de la población; se mide la preocupación social y los tipos de contaminantes presentes, de existir más de un contaminante se deberá ir sumando la valoración asignada a cada uno de ellos (Díaz, 1999).

Tabla 8

Valores asignados a la variable de poblaciones cercanas al sitio de estudio.

Distancia al sitio (dentro de un radio)		Tamaño de la población	
0 - 1500 metros	3 puntos	> 100 mil personas	4 puntos
1501 - 3000 metros	2 puntos	> 10 mil - 100 mil	3 puntos
> 3000 metros	1 punto	> mil - 10 mil	2 puntos
		≤ mil	1 punto

Fuente: (Díaz, 1999)

¿Existe preocupación social?

Si: 2 puntos No: 0 puntos

¿Tipos de contaminantes presentes en el sitio?

Orgánicos: 1 punto

Inorgánicos: 1 punto

Microbiológicos: 1 punto

3.2.2 Contaminación ambiental

La valoración de la contaminación ambiental se realizó mediante el análisis preliminar de la contaminación, toxicidad y persistencia del contaminante más significativo; el valor máximo a obtener en este parámetro es de 28 puntos (Díaz, 1999), (Tabla 9, 10 y 11).

Tabla 9

Puntuación de variables de análisis preliminar de contaminación.

1.	Evidencia de contaminación dentro del sitio.	5 puntos
2.	Evidencia de contaminación fuera del sitio.	5 puntos
3.	Control de calidad y confiabilidad de las muestras.	5 puntos
4.	Presencia de contaminantes críticos.	5 puntos

Fuente: (Díaz, 1999)

El contaminante más significativo se define por ser el contaminante crítico que superó con mayor valor la Guía de Evaluación para Medios Ambientales (EMEG por sus siglas en inglés), propuesto por la Agencia para las Sustancias Tóxicas y el Registro de las Enfermedades (ATSDR), o por ser el que más preocupación generó en la comunidad.

Tabla 10

Valoración de toxicidad para el contaminante más significativo.

Sin toxicidad	0 puntos
Toxicidad ligera	2 puntos
Toxicidad moderada	3 puntos
Toxicidad severa	4 puntos

Fuente: (Díaz, 1999)

La valoración de la persistencia del contaminante más significativo se realizó a través de la clasificación de la persistencia siendo esta: No persistente, Algo persistente, Persistente, y Altamente persistente.

Tabla 11

Valoración de persistencia del contaminante más significativo del sitio de estudio.

No persistente	0 puntos
Algo persistente	2 puntos
Persistente	3 puntos
Altamente persistente	4 puntos

Fuente: (Díaz, 1999)

En el caso de que no exista información sobre toxicidad y/o persistencia del contaminante más crítico, se asumirá toxicidad severa y alta persistencia (Díaz, 1999).

3.2.3 Análisis de rutas de exposición

Para realizar el análisis de las rutas de exposición se consideró la información directa obtenida mediante el análisis ambiental en los puntos de exposición y la estimación teórica que se realice tomando en cuenta las propiedades fisicoquímicas de los contaminantes críticos, así como los factores específicos del sitio que pudiesen influir en el destino y transporte de los contaminantes; para determinar el medio ambiental impactado (Tabla 12).

Tabla 12

Valoración de persistencia del contaminante más significativo del sitio de estudio.

Suelo:	2 puntos	Aire:	3 puntos
Alimento:	2 puntos	Agua subterránea:	4 puntos
Agua superficial:	2 puntos	Otro _____:	2 puntos

Fuente: (Díaz, 1999)

Los parámetros físico-químicos enlistados a continuación, fueron tomados en cuenta para suponer la presencia del contaminante significativo en más de un medio ambiental impactado:

- Solubilidad en agua
- Constante de la Ley de Henry
- Coeficiente de partición octanol/agua
- Coeficiente de partición de carbono orgánico
- Factor de bioconcentración (FBC)
- Velocidad de transformación y de degradación.

Las características del sitio enlistados a continuación, fueron tomados en cuenta para suponer la presencia del contaminante significativo en más de un medio ambiental impactado:

- Índice de precipitación anual
- Condiciones de temperatura
- Cubierta del suelo
- Características geomorfológicas
- Características hidrogeológicas
- Flora y fauna
- Canales de aguas superficiales
- Características del suelo
- Obras públicas
- Velocidad y dirección de los vientos

3.2.4 Caracterización preliminar del riesgo

Para realizar la caracterización preliminar del riesgo se consideró solamente al contaminante más significativo para lo cual se multiplica el puntaje de la caracterización del riesgo por el de severidad del efecto, considerando que en esta variable se podrá obtener un máximo de 40 puntos.

Tabla 13

Valoración para riesgo cancerígeno considerando el riesgo individual y la población

Incidencia de cáncer (riesgo individual x población)			
>1000	10 puntos	10 -100	8 puntos
100 -1000	9 puntos	<10	7 puntos

Fuente: (Díaz, 1999)

Se debe considerar que no todo contaminante es cancerígeno para lo cual se establece la relación dosis/RfD (o MRL), que resulta de dividir la dosis estimada entre la dosis de referencia (EPA) o la dosis de riesgo mínimo (ATSDR). Significa que entre más alto sea este factor, mayor será el riesgo individual de desarrollar un efecto adverso (Tabla 14).

Tabla 14

Valoración para riesgo no cancerígeno considerando la dosis estimada / dosis de referencia RfD

Relación de riesgo (dosis estimada / RfD O MRL)			
>1000	10 puntos	10 -100	8 puntos
100 -1000	9 puntos	<10	7 puntos

Fuente: (Díaz, 1999)

La Severidad del efecto en la salud, está supeditado a que la sustancia sea determinada como cancerígena, en este caso se multiplica su incidencia por tres puntos, en el concepto de severidad, es el valor de una enfermedad catastrófica.

Tabla 15

Escala valorada respecto a la severidad del efecto en la salud

Catastrófica	3 puntos
Seria	2 puntos
Adversa	1 punto

Fuente: (Díaz, 1999)

Si se caracteriza el riesgo como no cancerígeno, se multiplica su relación dosis/RfD por la severidad del padecimiento que se haya seleccionado para su caracterización, que debe ser para la cual fue calculada la dosis de referencia RfD.

Para la valoración de los factores asociados al riesgo se tomará como variable el nivel de marginación económica en función de la escala que se menciona a continuación.

- Alta marginación 10 puntos
- Marginación media 5 puntos

3.2.5 Interpretación de resultados en función de los parámetros evaluados

Una vez valorados los parámetros solicitados en la metodología propuesta por la OPS se puede realizar la interpretación de los resultados obtenidos en función de lo establecido en la Tabla 16.

Tabla 16

Interpretación de resultados respecto a la valoración de sitios contaminados

Valor obtenido	Interpretación	Medidas a tomar
(75 – 100 puntos)	Urgencia ambiental y de salud pública	El sitio requiere restauración inmediata y una evaluación de la exposición
(40 – 74 puntos)	Riesgo ambiental y de salud pública	El sitio requiere la evaluación de la exposición. Los resultados de dicho análisis determinarán la temporalidad de su restauración
(0 – 39 puntos)	Mínimo riesgo ambiental y de salud pública	El sitio no requiere un análisis más profundo. Se instrumentará un programa de vigilancia ambiental para evitar un riesgo futuro

Fuente: (Díaz, 1999)

3.3 Alternativas para el tratamiento y disposición final de desechos sanitarios

3.3.1 Tratamiento

El tratamiento de desechos sanitarios al igual que cualquier desecho peligroso, tiene como objetivo recuperar materiales útiles en el caso de existir y preparar los desechos para su disposición final, el tratamiento puede realizar in situ o en un lugar diferente al sitio de generación, lo cual está ligado directamente a las características que posean los desechos, la cantidad generada, aspectos técnicos, económicos y ambientales de los procesos de tratamiento que se encuentren disponibles in situ; por otro lado para el tratamiento ex situ se debe considerar aspectos como la instalación más cercana de tratamiento lo que incluye distancias de transporte, honorarios y exclusiones (Tchobanoglous et al., 1982). En la Tabla 17 se puede apreciar las diferentes posibilidades de **CONTINÚA** tratamiento de desechos peligrosos existentes mediante medios físicos, químicos, térmicos y biológicos, los cuales pueden ser considerados en función del tipo de desecho que se pretenda tratar, considerando que la selección de métodos específicos de tratamiento para ser usados en una situación dada es un asunto complejo que necesita un análisis profesional.

Tabla 17

Tratamientos físicos, químicos, térmicos y biológicos para desechos peligrosos

Operación/proceso	Funciones realizadas *	Tipos de desechos **	Formas de los desechos ***
TRATAMIENTO FÍSICO			
Aeración	Se	1, 2, 3, 4	L
Extracción de amoníaco	VR, Se	1, 2, 3, 4	L
Adsorción de carbón	VR, Se	1, 3, 4, 5	L, G
Centrifugación	VR, Se	1, 2, 3, 4, 5	L
Diálisis	VR, Se	1, 2, 3, 4	L
Destilación	VR, Se	1, 2, 3, 4, 5	L
Electrodiálisis	VR, Se	1, 2, 3, 4, 6	L

CONTINÚA

Capsulación	St	1, 2, 3, 4, 6	L, S
Evaporación	VR, Se	1, 2, 5	L
Filtración	VR, Se	1, 2, 3, 4, 5	L, G
Floculación/sedimentación	VR, Se	1, 2, 3, 4, 5	L
Flotación	Se	1, 2, 3, 4	L
Osmosis inversa	VR, Se	1, 2, 4, 6	L
Sedimentación	VR, Se	1, 2, 3, 4, 5	L
Espesamiento	Se	1, 2, 3, 4	L
Lavado de vapor	VR, Se	1, 2, 3, 4	L
TRATAMIENTO QUÍMICO			
Calcinación	VR	1, 2, 5	L
Intercambio de iones	VR, Se, De	1, 2, 3, 4, 5	L
Neutralización	De	1, 2, 3, 4	L
Oxidación	De	1, 2, 3, 4	L
Precipitación	VR, Se	1, 2, 3, 4, 5	L
Reducción	De	1, 2	L
Extracción con solvente	Se	1, 2, 3, 4, 5	L
Adsorción	De	1, 2, 3, 4	L
TRATAMIENTO TÉRMICO			
Incineración	VR, De	3, 4, 5, 6, 7, 8	S, L, G
Pirólisis	VR, De	3, 4, 6	S, L, G
TRATAMIENTO BIOLÓGICO			
Lodos activados	De	3	L
Lagunas aireadas	De	3	L
Digestión anaerobia	De	3	L
Filtros anaerobios	De	3	L
Filtros percolados	De	3	L
Lagunas de estabilización	De	3	L
* Funciones: VR: Reducción del volumen; Se: Separación; De: Detoxificación y St: Almacenamiento			
**Tipos de desechos: 1: Químicos inorgánicos sin metales pesados; 2: Químicos inorgánicos con metales pesados; 3: Químicos orgánicos sin metales pesados; 4: Químicos orgánicos con metales pesados; 5: Radiológicos; 6: Biológicos; 7: Inflamables y 8: Explosivos			
***Estados del desecho: S: Sólido, L: Líquido y G: Gas			

Fuente: (Tchobanoglous et al., 1982)

Para el caso de los desechos sanitarios, se cuenta con tecnologías específicas para realizar su tratamiento de entre las cuales se destacan las mencionadas en la Tabla 18.

Tabla 18
Tecnologías existentes para el tratamiento de desechos sanitarios

Tecnología de tratamiento	Tipo de desecho
Autoclave o Esterilización por vapor	Se utiliza esta tecnología para la desactivación de cultivos de agentes infecciosos, corto-punzantes, material e insumos que han estado en contacto con fluidos corporales y de inoculación de microorganismos.
Incineración	La incineración es utilizada para tratar desechos para desechos infecciosos, corto-punzantes, anatómo-patológicos y cadáveres de animales
Calor seco	Se ajusta a las necesidades de tratamiento de desechos corto-punzantes y materiales e insumos que han estado en contacto con fluidos corporales
Radiación	Utilizado en el tratamiento de desechos corto-punzantes, cultivos y cepas.
Arco voltaico	Este método es utilizado únicamente para desechos corto-punzantes.
Microondas	La tecnología de microondas se aplica para materiales e insumos que han estado en contacto con fluidos corporales y cultivos
Químico	Mediante esta técnica se logra la desinfección del residuo por contacto con el residuo líquido desinfectante, que inactiva y mata a los agentes infecciosos, su eficacia depende de las características biológicas de los microorganismos patógenos entre otras.

Fuente: (MSP, 2014)

3.3.2 Disposición final

La disposición final de los desechos peligrosos debe considerar estar separados de los desechos municipales con la finalidad de evitar mezclarlos, siendo de esta manera que cuando se va a realizar la disposición de desechos en recipiente se debe tomar las debidas precauciones para evitar la

ruptura de los recipientes durante la operación de descarga y la colocación de desechos incompatibles en el mismo lugar; para evitar la ruptura de los recipientes, estos deberán ser descargados y colocados de manera individual, para posterior a ello ser cubiertos por una capa de tierra teniendo cuidado de romperlos o deformarlos. Para el caso de materiales incompatibles se debe tomar en consideración el diseño de varias áreas que permita separar a las diferentes clases de desechos (Tchobanoglous et al., 1982).

Tabla 19

Métodos para almacenamiento y disposición final de desechos peligrosos

Operación/proceso	Funciones realizadas*	Tipos de desechos**	Formas de los desechos***
Inyección en pozo profundo	Di	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	L
Detonación	St	6, 8	S, L, G
Almacenamiento diseñado	Di	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	S, L, G
Entierro en el suelo	Di	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	S, L
Descarga en el océano	Di	1, 2, 3, 4, 7, 8	S, L, G

* Funciones: Di, Disposición; St, Almacenamiento

** Tipos de desechos: 1, Químico inorgánico sin metales pesados; 2, Químico inorgánico con metales pesados; 3, Químicos orgánicos sin metales pesados; 4, Químicos orgánicos con metales pesados; 5, Radiológico; 6, Biológico; 7, Inflamable y 8, Explosivo.

*** Estados del desecho: S: Sólido; L: Líquido y G: Gas

Fuente: (Tchobanoglous et al., 1982)

3.4 Ventajas y desventajas de las tecnologías existentes para el tratamiento y disposición final de desechos sanitarios

Para el presente estudio se analizará las ventajas y desventajas de las cuatro tecnologías de tratamiento más representativas y existentes en el mercado, siendo estas la incineración, esterilización por vapor o autoclave, microondas y desinfección química.

3.4.1 Autoclave o esterilización por vapor.

En este proceso que utiliza vapor saturado a presión en una cámara, más conocido como autoclave, dentro del cual los residuos sólidos son sometidos a altas temperatura con la finalidad de destruir los agentes patógenos que puedan contener los residuos.

El autoclavado es el método más conocido de esterilización a vapor que se caracteriza por tener una capa de vapor que rodea a la cámara de presión (cámara de esterilización); esta cámara es abastecida con vapor luego de cargar los residuos sanitarios, una vez que la autoclave está cargada y cerrada, se hace ingresar vapor a la cámara de esterilización; para su proceso de esterilización se debe tomar en cuenta la temperatura (135 – 137 °C) y el tiempo (30 minutos), parámetros fundamentales para la eficacia de este tratamiento.

El equipo está compuesto por una cámara hermética de acero inoxidable que puede resistir altas presiones y vacíos; en esta cámara se colocan los residuos a ser esterilizados; para lo cual como primer paso se produce vacío para extraer el aire de la cámara, luego se inyecta vapor de agua en el interior, a fin de evitar la formación de burbujas de aire donde la temperatura no alcanza la adecuada; posterior a ello se realiza un segundo vacío extrayendo el contenido de aire y vapor de la cámara. Se predice que en este momento la cámara no tendrá bolsas de aire, inmediatamente después se inyecta vapor, para a través de un sistema controlar el incremento de la temperatura

hasta 137°C, momento en el que se toma el tiempo de tratamiento, el cual debe ser de 30 minutos; si por algún motivo la temperatura decae de 137°C el tiempo deberá tomarse desde cero; una vez que el tiempo de 30 minutos hayan transcurrido se realiza un último vacío para extraer el vapor contenido en la cámara bajo la forma de condensado en un periodo de 15 minutos, en ese momento debido a las altas temperaturas y las bajas presiones se genera una evaporación súbita y destilación del agua contenida en los desechos sólidos; se recomienda que la humedad final de los desechos alcance el 5% (Ministerio de Salud Perú, 1998).



Figura 16. Autoclave para esterilización de desechos sanitarios

Fuente: (Surdry, 2018)

3.4.2 Incineración

Es el proceso de oxidación química mediante la cual los desechos son quemados en condiciones controladas que permita oxidar el carbón e hidrógeno presentes en ellos, destruyendo de esta manera cualquier material con contenido de carbón, incluyendo los patógenos. Los gases de combustión generados producto del proceso térmico son transportados a través de una chimenea,

mientras que los residuos transformados en cenizas son evacuados con frecuencia hacia su disposición final, relleno sanitario o celdas de seguridad (Ministerio de Salud Perú, 1998).

Para realizar la incineración de desechos sanitarios se debe tener en cuenta los requerimientos de temperatura y tiempos de exposición mínima para asegurar la destrucción de todos los microorganismos existentes; temperaturas iguales o superiores a los 1200 °C en la cámara de combustión secundaria con tiempos de residencia de un segundo, permite obtener una adecuada de los elementos tóxicos generados en la cámara primaria del incinerador (Corantioquia, 2015); en la Figura 17 se muestra el diagrama de un incinerador.

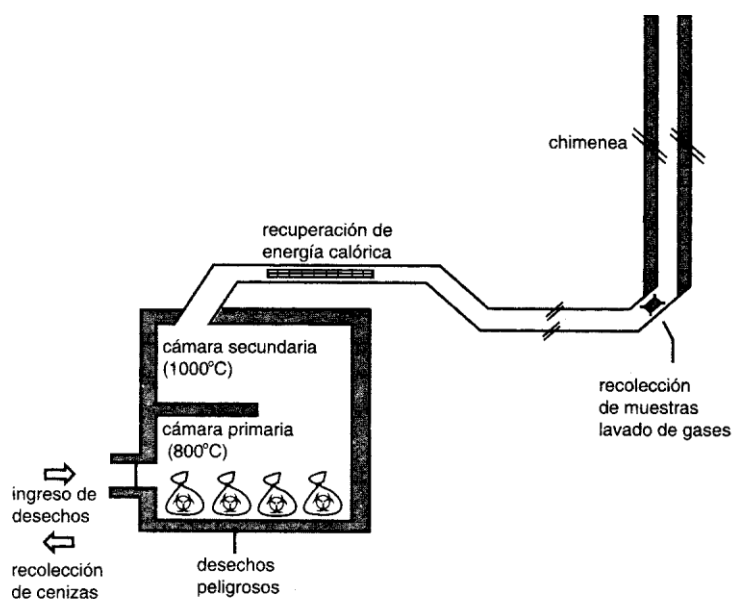


Figura 17. Diagrama de incinerador de desechos peligrosos
Fuente: (Ministerio de Salud Perú, 1998)

Para tratar los residuos con características de peligrosidad biológicas – infecciosas se deben tomar en cuenta varios parámetros incidentes en su eficacia: en primera instancia el equipo debe contar con dos cámaras o más de incineración, debido a que en la primera cámara se debe alcanzar temperaturas entre 600°C y 850°C, temperaturas en las que combustionarán los desechos con

contenido de carbono e hidrógeno; en la cámara secundaria la temperatura a alcanzar es igual o mayor a 1200 °C, con la finalidad de que los gases provenientes de la cámara primaria con contenido de gases tóxicos de la quema de plásticos (Dioxinas, PCBs, SOx, NOx entre otros) rompan sus cadenas químicas logrando un efluente con un mínimo de emanaciones peligrosas al ambiente; en la tabla 20 se establecen los límites máximos permisibles para emisiones gaseosas de incineradores de desechos peligrosos en el Distrito Metropolitano de Quito, considerando que la normativa ambiental nacional establece en su normativa niveles máximos de emisiones para varias industrias en las que no se encuentra contemplada los incineradores de desechos peligrosos.

Tabla 20

Límites máximos permisibles para emisiones gaseosas de incineradores de desechos peligrosos

CONTAMINANTE	UNIDAD ⁽¹⁾	LIMITE DE EMISIÓN
CO	(mg/m ³)	80
HCl	(mg/m ³)	50
NOx	(mg/m ³)	560
SO2	(mg/m ³)	100
Material Particulado	(mg/m ³)	50
Arsénico, Selenio, Cobalto, Níquel, Telurio ⁽²⁾	(mg/m ³)	2*
Cadmio y Talio ⁽²⁾	(mg/m ³)	0.1*
Plomo, Antimonio, Cromo Total, Platino, Cobre, Vanadio, Zinc, Estaño, Manganeso, Paladio ⁽²⁾	(mg/m ³)	3*
Mercurio ⁽²⁾	(mg/m ³)	0.1
Dioxinas y Furanos EQT ⁽²⁾	(ng/ m ³)	10

⁽¹⁾ Todos los valores están para condiciones estándar (1 atmósfera, base seca 25° C y 11% de O2).

* Suma total de metales pesados

⁽²⁾ Estos análisis se realizarán en casos de existir presunción de daño ambiental y bajo pedido de la Dirección Metropolitana Ambiental.

Fuente: (Secretaría de Ambiente - Distrito Metropolitano de Quito, 2008)

La utilización de un sistema de incineración para el tratamiento de desechos sanitarios resulta eficaz por la destrucción de los materiales orgánicos, incluyendo patógenos, además de reducir el volumen y masa de los residuos en un 80 a 95%, haciendo irreconocibles los residuos, para ser llevados a su disposición final; sin embargo, el impacto ambiental que se puede generar a partir de la operación de los incineradores debe ser evaluado al momento de implementar esta tecnología a más de considerar la inclusión de equipos complementarios para la limpieza de los gases de combustión (Ministerio de Salud Perú, 1998).

3.4.3 Desinfección por microondas

La desinfección por microondas consiste en aplicar una radiación electromagnética de corta longitud de onda a una frecuencia característica, esta energía irradiada a dicha frecuencia afecta exclusivamente a las moléculas de agua que contiene la materia orgánica, provocando cambio en sus niveles de energía manifestados a través de oscilaciones a alta frecuencia, las moléculas de agua al chocar entre sí friccionan y producen calor elevando la temperatura del agua contenida en la materia, lo que genera que los desechos sean desinfectados.

Para la aplicación de esta tecnología se debe realizar una trituración y desmenuzamiento previo de los desechos sanitarios, con la finalidad de incrementar la eficacia del tratamiento, para posterior a ello al material granulado inyectar vapor de agua y transportarlo automáticamente hacia la cámara de tratamiento, donde cada partícula es expuesta a una sucesión de generadores de microondas convencionales que producen el efecto de desinfección. El producto final que se obtiene de este tratamiento puede ser enviado al relleno sanitario o al sitio de disposición final seleccionado, su volumen es reducido en un 60% (Ministerio de Salud Perú, 1998)

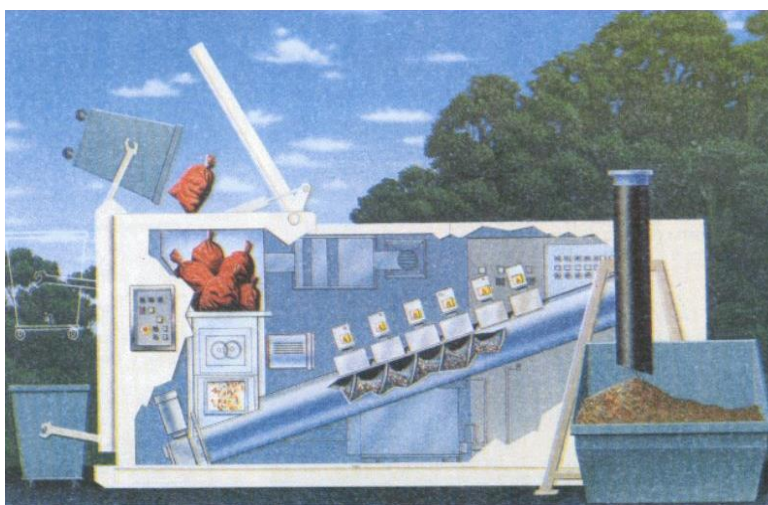


Figura 18 Microondas para tratamiento de desechos sanitarios
Fuente: (Ministerio de Salud Perú, 1998)

Las partes que conforman el equipo son cuatro: la primera consiste en un sistema de carga automática para evitar que el personal operativo entre en contacto con los desechos, siendo de esta manera que a través de este elemento se levanta los desechos sólidos hasta una cámara situada en la parte superior del equipo para pasar a ser triturados con la finalidad de contar con una masa homogénea previo proceso de desinfección; una vez que los desechos se encuentren triturados se inyecta vapor de agua con el objetivo de elevar la humedad del desecho de 50% a 60% hasta de 90% aproximadamente, para posterior a ello ser transportados mediante un tornillo sin fin hasta los generadores de microondas, los cuales irradian con ondas de alta frecuencia durante 30 minutos y temperaturas de 95°C que permite que los desechos sean desinfectados y queden listos para ser transportados hacia el lugar de disposición final.

3.4.4 Desinfección química

Se considera como un proceso de destrucción de los patógenos provocada por la acción química de ciertos compuestos. Esta tecnología es útil para centros de salud y puestos de salud, establecimientos cuya generación no excede de 10 kilogramos diarios, considerando que mediante

esta técnica se logra la desinfección del desecho por contacto del mismo con un producto químico líquido desinfectante, que inactiva y mata a los agentes infecciosos contenidos en los desechos sanitarios (Ministerio de Salud Perú, 1998)

Para realizar el tratamiento con este método se debe depositar los desechos sanitarios en un recipiente donde son mezclados con el desinfectante líquido, posterior a ello luego de un tiempo de contacto con el agente químico, los desechos son retirados y escurridos para luego ser transportados a un relleno sanitario, como se indica en el diagrama presentado en la Figura 19.

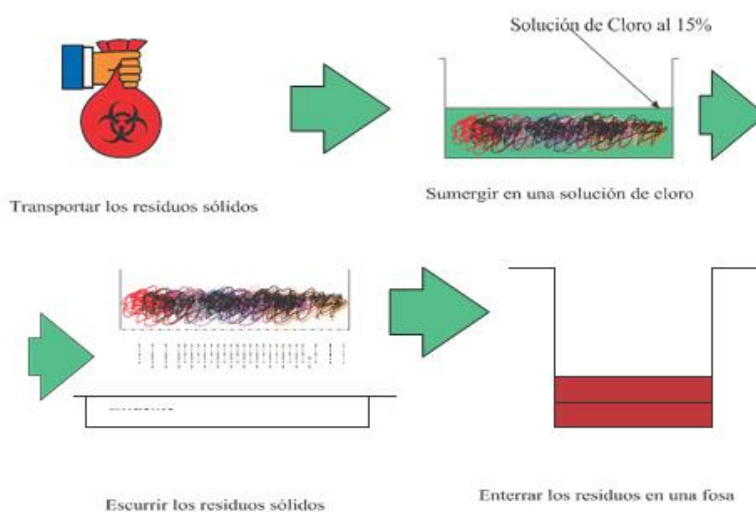


Figura 19. Diagrama de tratamiento químico de desechos sanitarios
Fuente: (Ministerio de Salud Perú, 1998)

La desinfección química generalmente es utilizada para el tratamiento de desechos líquidos, sin embargo los desechos sólidos también pueden ser tratados a través de este método, sumergiéndolos en una solución química (puede utilizarse cloro), por un tiempo de contacto de 20 minutos o el requerimiento específico de la solución utilizada, para luego ser escurridos antes de ser dispuestos en una fosa o trinchera para su enterramiento; la solución química residual puede ser eliminada al

sistema de alcantarillado o a su vez en la misma fosa o trinchera donde son enterrados los desechos sólidos que han sido tratados (Ministerio de Salud Perú, 1998)

En la selección de un desinfectante se debe considerar varios aspectos entre los más importantes se encuentra el campo de aplicación y el nivel de desinfección que se pretende lograr para lo cual se debe considerar aspectos como la definición de las características del desinfectante, criterios de evaluación del producto y bases de evaluación de las características; en la Tabla 21 se presenta un resumen de las propiedades de algunos desinfectantes utilizados en áreas de salud, acorde a los niveles de acción germicida propuesto por Spaulding (Ministerio de Salud Pública, 2016).

Tabla 21

Propiedades de los desinfectantes de carácter químico utilizados en áreas de salud.

Grupo Químico	Mecanismo De acción	Concentración	Espectro microbiano						Observaciones
			Esporas	Bacterias	Virus lipofílicos	Virus hidrofílicos	Mycrobacterium Tuberculosis	Hongos	
Alcoholes									
Alcohol etílico Alcohol isopropílico	Precipitación y desnaturalización de proteínas	60-95% en volumen	-	+	+	+/-	+	+	Se evapora fácilmente. Interfieren con los cementos y pegantes de lentes ópticos. Inflamables. Inactivados por materia orgánica. Irritantes de mucosas.
Liberadores de cloro									
Hipoclorito de Sodio Dicloroisocianurato de sodio	Inactivador de ácidos nucleicos. Desnaturalización de proteínas, Inhibición de reacciones enzimáticas.	Concentraciones variables	-	+	+	+	+	+	Corrosivos. Se inactivan en presencia de materia orgánica. Inestables frente a la luz. Pueden producir irritación de piel y mucosas.
Aldehídos									
Glutaraldehído	Alquilación de los grupos aminocarboxil hidroxil y sulfidril de los microorganismos	2% en solución alcalina	+	+	+	+	+	+	Verificar niveles de exposición ocupacional (límite de exposición máxima 1 ppm en jornada de 8h)

	alterando el ADN, ARN y la síntesis de proteínas.								
Orto-ftalaldehído	Similar al glutaraldehído pero potenciado por su poder lipolítico de naturaleza aromática y tiempo de acción.	0.55%	+	+	+	+	+	+	Debe activarse siempre con solución alcalinizante. Verificar niveles de exposición ocupacional (límite de exposición máximo 0.5 ppm en jornadas de 8 horas). Manejo con precaución para proteger los ojos, las mucosas y la piel.
Compuestos oxidantes									
Peróxido de hidrogeno	Produce radicales libres hidroxilos capaces de atacar las membranas lipídicas, el ADN y otros componentes esenciales de la célula.	De 3% a 25%	+/-	+	+	+	+	+	Esporificada en altas concentraciones y tiempos prolongados. Es oxidante.
Ácido paracético Ácido peroxiacético	Desnaturalización de las proteínas. Disrupción de la permeabilidad de la pared celular y oxidación de enzimas, proteínas y otros metabolitos.	0.001 a 0.2%	+	+	+	+	+	+	Verificar compatibilidad con equipos médicos. Puede ser corrosivo para algunos metales y es inestable cuando está diluido.
Monopersulfato de potasio	Oxida las proteínas de la membrana celular bacteriana y de las estructuras virales, destruyendo su estructura física y por ende su cualidad de patógenos,	1%	-	+	+	+	+	+	Agente activo: monopersulfato de potasio. Contiene surfactante aniónico.

CONTINÚA

	está libre de aldehídos, fenoles y compuestos cuaternarios de amoníaco.								
Compuestos de amonio cuaternario									
Primera, segunda y tercera generación ahora se dispone de cuarta y quinta generación.	Actúan principalmente sobre la membrana citoplasmática produciendo brechas en la misma. Actúa sobre peptidoglicanos. Inactivación de enzimas productoras de energía. Desnaturalización esencial de proteínas celulares.	0.4-1.6%	-	+	+	-	-	+/-	Se inactivan en presencia de materia orgánica. Pueden contaminarse con gérmenes gram negativos. Incompatibles con jabones y detergentes aniónicos.
Fenólicos									
Fenol Cresoles	Producen ruptura y penetración de la pared celular y precipitación de las proteínas celulares. Pueden producir inactivación del sistema enzimático esencial.	0.4-5%	-	+	+	+	-	+	No deben usarse en salas de recién nacidos porque pueden causar hiperbilirrubinemia. Evitar el contacto con piel y ojos. Son absorbidos por los plásticos y cauchos.

Fuente:(Secretaría Distrital de Salud de Bogotá, D.C., 2004)

Para la interpretación de la Tabla 21 se utilizará los datos mencionados a continuación:

Tabla 22

Niveles de acción germicida, sistema propuesto por Spaulding.

Nivel	Efectivo contra					
	Bacterias			Hongos	Virus lipofílicos y medianos	Virus no lipofílicos y pequeños
	Vegetativas	Bacilo tuberculoso	Esporas			
Alto	+	+	+	+	+	+
Intermedio	+	+	+	+	+	+/-
Bajo	+	-	-	+/-	-	-

Fuente:(Secretaría Distrital de Salud de Bogotá, D.C., 2004)

- El signo “+” indica un efecto de eliminación que cabe esperarse cuando se obtuvieron concentraciones de uso normal de desinfectantes químicos o proceso de pasteurización se emplearon adecuadamente.
- El signo “-” indica que hay poco o ningún efecto de eliminación.

Solamente los tiempos de exposición prolongados permiten a los químicos desinfectantes de alto nivel eliminar un alto número de esporas bacterianas en las pruebas de laboratorio; sin embargo son capaces de tener actividad esporicida (Secretaría Distrital de Salud de Bogotá, D.C., 2004).

3.4.5 Cuadro comparativo de ventajas y desventajas

En función de los cuatro métodos de tratamiento para desechos sanitarios se establece un cuadro comparativo de sus ventajas y desventajas, que permita realizar la selección del método más idóneo a ser aplicado en cada caso.

Tabla 23

Ventajas y desventajas de diferentes métodos de tratamiento para desechos sanitarios

Tipo de tratamiento	Ventajas	Desventajas
Autoclave o esterilización por vapor	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reduce el volumen en un 40%, con un sistema complementario de trituración de desechos se alcanza hasta un 70%. 2. Destrucción total de patógenos si se opera a las temperaturas, presiones y tiempos adecuados 3. No hay necesidad de acondicionar los residuos previamente al proceso 4. Se puede contar con sistemas móviles de esterilización vapor 5. Bajo costo de inversión, operación y mantenimiento 6. Tiene efluentes estériles 7. Fácil operación 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Riesgos de quemaduras en caso de mala operación 2. Requiere de una línea de vapor o casa fuerza para que sus costos de operación sean convenientemente bajos 3. El sistema requiere de un sistema complementario de destrucción de desechos (trituración) 4. Luego de ser procesados, los residuos quedan reconocibles por tanto hay el peligro de reúso
Incineración	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reduce el volumen en un 90% 2. Destrucción total de patógenos, si opera a las temperaturas requeridas 3. No hay necesidad de acondicionar los residuos previamente al proceso 4. Se puede contar con sistemas móviles de incineración. 5. Se pueden tratar los desechos comunes y sanitarios 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Emisiones gaseosas peligrosas, con contenido de dioxinas, PCBs, SOx, NOx entre otros. 2. Riesgos en la operación, se pueden provocar fognazos, incendios y quemaduras al operador 3. Se requiere de personal entrenado y capacitado para su operación y mantenimiento 4. Altos costos de operación(combustibles) y mantenimiento.

Desinfección por microondas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reduce el volumen en un 60%. No hay necesidad de acondicionar los residuos previamente al proceso 2. Se puede contar con sistemas móviles 3. Se pueden tratar los desechos comunes y sanitarios 4. Bajo riesgo en su operación 5. No hay efluentes ni emisiones gaseosas peligrosas 6. No usa productos químicos 7. El producto final es irreconocible 8. Olor y niveles de ruido muy reducidos 9. Su operación implica un bajo impacto ambiental por ausencia de emisiones peligrosas 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se requiere de personal entrenado y capacitado para la operación y mantenimiento. 2. Altos costos de inversión y mantenimiento 3. Las temperaturas de tratamiento (95°C) no eliminan todo el espectro de patógenos presentes en los residuos
Desinfección química	<ol style="list-style-type: none"> 1. Destrucción de patógenos mediante proceso químico. 2. Se pueden tratar desechos sanitarios y comunes 3. Tecnología útil para establecimientos de salud pequeños 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Efluentes con soluciones químicas activas 2. Riesgos en la operación, se pueden provocar emisiones gaseosas con algunas soluciones químicas 3. Efluentes químicos probablemente activos con riesgo en su manipulación 4. Es necesario acondicionar los residuos antes del proceso 5. Se requiere tiempo de contacto entre el residuo y la solución química, dependiendo del producto que se emplee.

Fuente: Adaptado del fascículo “Tecnologías de tratamiento de residuos sólidos de establecimientos de salud” (Ministerio de Salud Perú, 1998)

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados del diagnóstico de gestión de desechos sanitarios

4.1.1 Identificación de desechos sanitarios generados en la parroquia Curaray

Conforme los registros de generación de desechos proporcionado por el Centro de Salud tipo A Curaray a más del análisis de entradas y salidas realizado para cada uno de los servicios con los que cuenta el establecimiento de salud, se puede identificar la generación de dos tipos de desechos caracterizados como sanitarios y uno como peligroso siendo estos:

Tabla 24

Identificación de desechos sanitarios generados en la parroquia Curaray.

Nombre del desecho A.M 323	Nombre del desecho A.M 142	Código del desecho AM 142	Característica de riesgo	Punto de generación
Desechos Infecciosos (Sanitario)	Material e insumos que han sido utilizados para procedimientos médicos y que han estado en contacto con fluidos corporales	Q.86.07	Biológica (B)	Áreas de enfermería, tinción, procedimientos, medicina general, odontología y obstetricia
Desechos Cortopunzantes (Sanitario)	Objetos cortopunzantes que han sido utilizados en la atención de seres humanos o animales; en la investigación, en laboratorios y administración de fármacos.	Q.86.05	Biológica (B)	Áreas de enfermería, tinción, procedimientos, medicina general, odontología y obstetricia
Desechos Farmacéuticos (Peligroso)	Fármacos caducados o fuera de especificaciones	Q.86.08	Tóxico (T)	Áreas de odontología y farmacia.

AM 323: Acuerdo Ministerial para la gestión integral de los residuos y desechos generados en los establecimientos de salud del Ministerio de Salud Pública, 2019.

AM 142: Listados nacionales de sustancias químicas peligrosas, desechos peligrosos y especiales del Ministerio del Ambiente, 2012.

4.1.2 Volumen de generación de desechos sanitarios

La determinación del volumen de generación de desechos sanitarios se realiza en función de la metodología planteada en el Capítulo 3, en la que se ha determinado que la fuente fija de generación de desechos (Centro de Salud tipo A Curaray) genera un promedio mensual de 16,14 kilogramos de desechos sanitarios; generación que es directamente proporcional al número de pacientes que han sido atendidos en el establecimiento de salud, tal como se puede apreciar en la Figura 20, en la que se representa la dinámica de generación de desechos sanitarios mensual durante el año 2018 versus el número de pacientes atendidos en el establecimientos de salud.

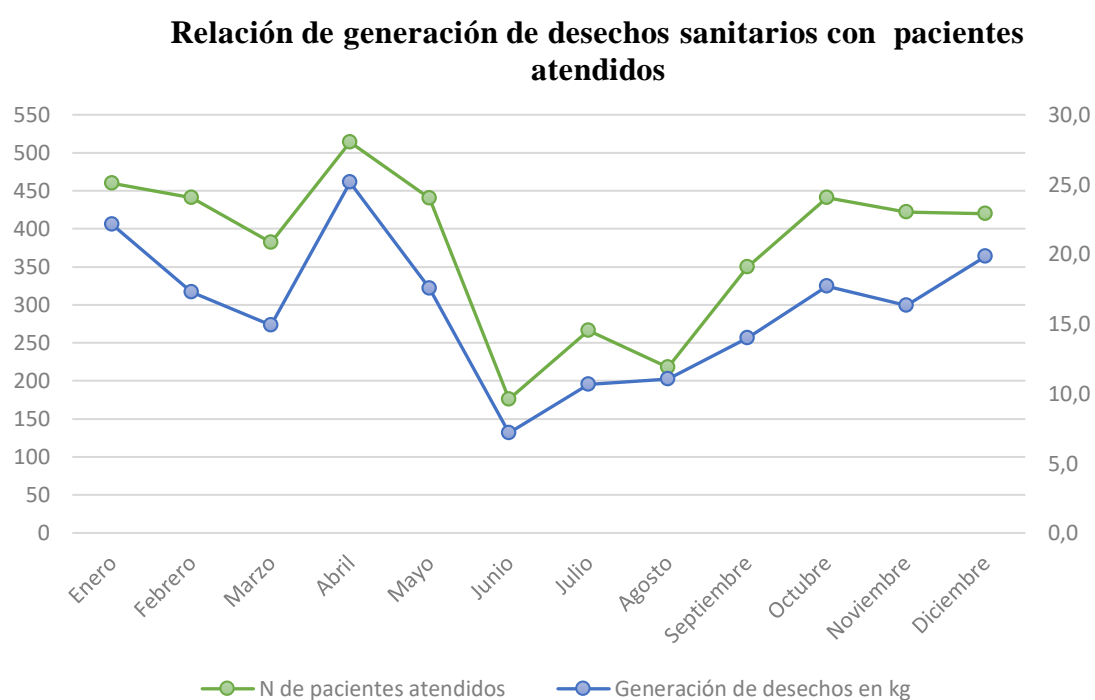


Figura 20 Relación de la generación de desechos sanitarios en kilogramos versus pacientes atendidos en el Centro de Salud tipo “A” Curaray

Considerando que en la parroquia rural Curaray existen fuentes generadoras de desechos sanitarios que no reportan su cantidad de generación ni la gestión realizada, se calcula la tasa de generación media de desechos sanitarios por paciente atendido en la fuente fija de generación de desechos (Centro de Salud tipo A Curaray); para lo cual se utiliza los datos de atenciones médicas mensuales del establecimiento de salud y la generación de desechos sanitarios en kilogramos, dando como resultado que en la parroquia rural Curaray por actividades de atención a la salud humana existe una tasa de generación de 0,043 kg/mes.paciente de desechos sanitarios, siendo de esta manera que se puede realizar una estimación de la producción de desechos sanitarios en función del número de pacientes atendidos como se indica en la Figura 21.

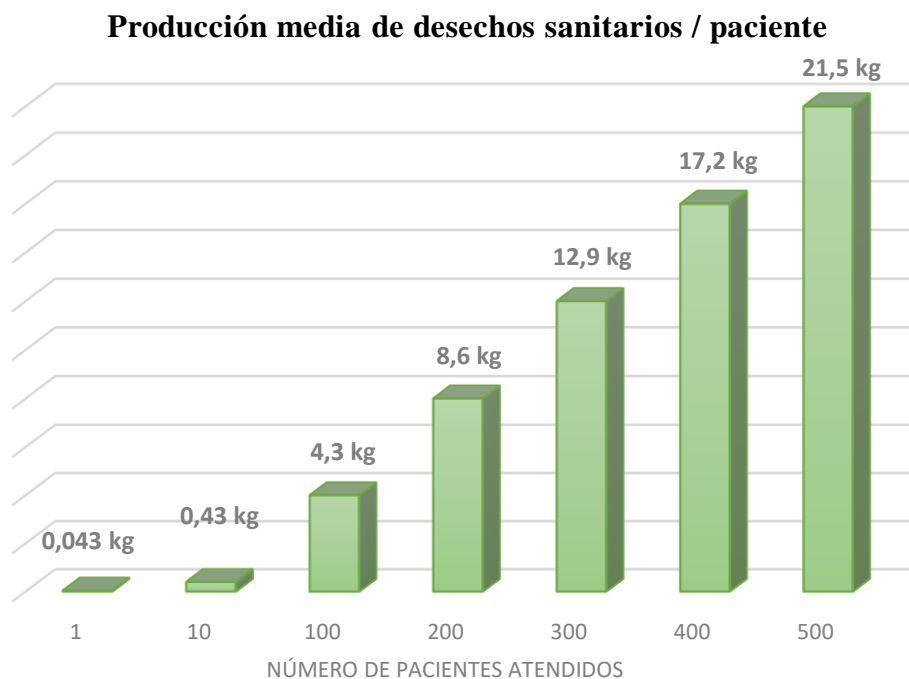


Figura 21 Producción media de desechos sanitarios generados por paciente en la Parroquia Curaray

4.1.3 Envasado, empacado y almacenamiento final de desechos sanitarios

Al momento de la visita técnica realizada a la parroquia Curaray se pudo visitar la fuente fija de generación de desechos sanitarios existente Centro de Salud tipo A “Curaray”, en el que se identifica la generación de desechos sanitarios y su método de empacado en función del reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos generados en los establecimientos de salud (MSP, 2019b), así como también se observa la infraestructura destinada para el almacenamiento final de los desechos sanitarios previo se realice la gestión externa de los mismos, tal como se detalla en la Tabla 25 y 26.

Tabla 25

Condiciones de envasado y empacado de desechos sanitarios en el centro de salud Curaray

Nombre del Desecho	Tipo de recipiente	Capacidad de recipiente		Color de funda	Grosor de funda	Etiquetado
		Cantidad	Unidad			
Infeciosos	Polipropileno	20	Litros	Roja	30 micrones (0,03 mm)	No
Cortopunzantes	Polipropileno	3,7	Litros	No cuenta	No aplica	No
Farmacéuticos	Cartón	5	kilogramos	No cuenta	No aplica	No

En la Figura 22 se puede observar las condiciones de envasado y empacado de desechos sanitarios (desechos infecciosos, cortopunzantes y farmacéuticos) en varios puntos de generación del Centro de Salud Tipo A Curaray, perteneciente al Distrito de Salud 16D02 Arajuno; de lo que se puede manifestar que las condiciones actuales de envasado tienen varias limitantes de carácter técnico como el no contar con recipientes etiquetados, grosor de fundas que no cumplen con el requerimiento mínimo de 40 micrones de textura, segregación inadecuada sin tomar en

consideración las características de riesgo del desecho, sub utilización de recipientes destinados a la clasificación de desechos cortopunzantes.



Figura 22. Envasado de desechos sanitarios en el Centro de Salud Tipo A “Curaray”

Para el almacenamiento final de desechos sanitarios el establecimiento de salud cuenta con una infraestructura pre fabricada de hormigón, en la que los desechos son almacenados en el piso, no se cuenta con recipientes para la contención de desechos, repisas o estanterías para desechos cortopunzantes y farmacéuticos, señalética de seguridad, medidas de seguridad para incendios, toma de agua, insumos para limpieza y desinfección, se realiza el almacenamiento de hidrocarburos en la misma infraestructura de almacenamiento final de desechos sanitarios.

Tabla 26

Condiciones de almacenamiento final de desechos sanitarios del centro de salud Curaray

Características de almacenamiento final de desechos sanitarios							
Local	Área m ²	Ventilación	Iluminación	Piso	Seguridad	Recipientes	Estantería
Cerrado	6	Natural	Natural	Lavable	Si	No	No

Mediante las Figuras 23, 24 y 25 se puede evidenciar las condiciones de almacenamiento final de desechos sanitarios con las que cuenta el Centro de Salud Curaray.



Figura 24. Vista externa del almacenamiento final de desechos Sanitarios del Centro de Salud Curaray



Figura 24 Vista interna del almacenamiento final de desechos Sanitarios del Centro de Salud Curaray

Tomando en cuenta que el almacenamiento final de desechos sanitarios no cumple con las características técnicas para el almacenamiento de desechos sanitarios, es importante que se adopten varias medidas que permita contar con una gestión interna adecuada tales como: dotar de recipientes para almacenamiento de desechos con la finalidad de evitar contaminación cruzada por fluidos o escurrimientos; minimizar el riesgo de cortaduras y pinchazos por recipientes de desechos cortopunzantes en el personal sanitario a través de la incorporación de una estantería para su almacenamiento temporal; restricción de ingreso al almacén para personal no autorizado especialmente para niños que puedan tomar contacto con los desechos y contraer alguna patología producto de ello; incorporación de un sistema para abatir conatos de incendio en el caso de presentarse; incorporación de señalética informativa, preventiva y de prohibición que permita informar el riesgo que representa el almacén de desechos sanitarios; disponer de insumos de

limpieza y desinfección para la infraestructura y recipientes de desechos que permita reducir la propagación de vectores y microorganismos en el área; incorporar una balanza y bitácoras de registro que permita contar con estadísticas respecto a los volúmenes de generación de desechos sanitarios en el establecimiento de salud, con la finalidad de que la parroquia rural Curaray se enmarque en el cumplimiento de la reglamentación nacional para el manejo de desechos sanitarios.



Figura 25. Almacenamiento de hidrocarburos en la infraestructura de almacenamiento final

Tomando en consideración que en la infraestructura de almacenamiento de desechos sanitarios se cuenta con un recipiente metálico en el que se almacena diésel, producto que conforme su hoja de seguridad representa un riesgo para la salud bajo e inflamabilidad debajo de 93 °C, es importante dotar de un cubeto para la retención de hidrocarburo en caso de derrames, kit de limpieza y un agente o dispositivo para abatir conatos de incendio; no se prescribe incompatibilidad para su almacenamiento en la matriz de incompatibilidad de la Norma Técnica INEN 2266, sin embargo se recomienda tomar precaución y evitar mezclarlos.

4.1.4 Recolección y transporte de desechos sanitarios

La parroquia Curaray no cuenta con el servicio de recolección y transporte de desechos sanitarios, el mismo que debe ser realizado por el GAD Municipal del cantón Arajuno conforme lo establece la normativa ambiental y sanitaria vigente (MAE, 2017; MSP, 2019b), sin embargo no se lo realiza; razón por la cual al momento la fuente fija de generación de desechos sanitarios (Centro de Salud tipo A Curaray), realiza la evacuación de mencionados desechos por vía fluvial, mediante canoas de motor fuera de borda que se trasladan por el río Curaray hasta el puerto de Paparawa recorriendo una distancia de 110 kilómetros aproximadamente y un tiempo de viaje de 8 a 9 horas, para luego ser transportados por parte del GAD Municipal del cantón Arajuno a través de vía carrozable de tercer orden hasta el relleno sanitario ubicado en la cabecera cantonal a 102 kilómetros de distancia en donde se realiza la disposición final de estos desechos.

En la Figura 26 se puede apreciar las canoas destinadas para el transporte de los desechos sanitarios generados en el Centro de Salud tipo A Curaray, las mismas que no cuentan con medidas de seguridad para el transporte de desechos peligrosos, medidas de contingencia en caso de derrames, cumplimiento de requisitos técnicos de embalado/envasado para transporte por vía fluvial, etiquetado, recipientes adecuados y almacenamiento de productos en consideración de sus características de incompatibilidad.

El transporte de desechos sanitarios por vía carrozable se lo puede apreciar en la Figura 27 en la que se puede observar dos tipos de vehículos utilizados por parte del GAD Municipal del Cantón Arajuno para realizar la actividad; en el primer caso se utiliza un remolque de capacidad de 8 m³; sin embargo, se observa que no cuenta con varias características técnicas necesarias para su correcto funcionamiento entre ellas se encuentra: carece de señalética de seguridad, equipo básico de

emergencia para control de derrames, sistema de enfriamiento, sistema de recolección de lixiviados y caja hermética; para el segundo caso se utiliza una motocicleta con una carrocería adaptada al vehículo, en la que se puede manifestar que no se cuenta con el cumplimiento de ningún requerimiento técnico establecido en la norma técnica INEN 2266 (2013), tampoco del anexo C del Acuerdo Ministerial 026 (2008), mediante el cual se expide los procedimientos para registro de generadores de desechos peligrosos, gestión de desechos peligrosos previo al licenciamiento ambiental, y para el transporte de materiales peligrosos.



Figura 26. Medio de transporte fluvial para desechos sanitarios en la parroquia Curaray



Figura 27. Vehículo de transporte utilizado por el GAD Municipal de Arajuno para el transporte de desechos sanitarios en la cabecera cantonal

En la Tabla 27 se presenta un análisis del requerimiento técnico y normativo del transporte terrestre y fluvial de desechos sanitarios realizado a los vehículos disponibles en la parroquia Curaray.

Tabla 27

Evaluación del cumplimiento de requisitos técnicos – legales para los vehículos de transporte de desechos sanitarios, según Norma Técnica INEN 2266 y Acuerdo Ministerial 161.

Requisitos técnicos / Legales	Cumplimiento			
	Si	No	Si	No
TRANSPORTE TERRESTRE	Camioneta con Remolque		Motocicleta con carrocería adaptada	
Requisitos técnicos				
Estructura para contención del material peligroso para evitar derrames	X			X
Elementos de carga y descarga		X		X
Compuertas y válvulas de seguridad, de emergencia y de mantenimiento.		X		X
Indicadores gráficos, luces reglamentarias	X			X
Sistemas de alarma		X		X
Sistemas de comunicación ante emergencias	X			X
Equipo básico de emergencia para control de derrames.	X			X
Dispositivo sonoro que se active en el momento que se encuentre en movimiento de reversa		X		X
Partes metálicas del vehículo con continuidad eléctrica para descarga a tierra adecuada		X		X
Llantas o neumáticos sin defectos en la lonas o bandas de rodamiento		X		X
Labrado de llantas no debe tener una profundidad restante inferior a 1,6 mm		X		X
Cuenta con parachoques Frontal, posterior y laterales, respetando diseños originales.		X		X
Requisitos legales				
Cuenta con licencia ambiental para el transporte de desechos peligrosos	X			X

Cuenta con matriculación vehicular vigente	X	X
TRANSPORTE FLUVIAL	Si	No
	Canoa con motor fuera de borda	
Unidad de transporte suficientemente fuerte como para resistir los choques y las cargas que normalmente se encuentran en el transporte	X	
Se encuentra construida de manera que se evite la pérdida de contenido del desecho transportado.		X
Se cuenta con dispositivos para facilitar la sujeción y manipulación de las mercancías peligrosas		X
Señalética para mercancías transportadas		X
Los envases se encuentran correctamente cerrados para evitar se escape la sustancia transportada.	X	
Se revisa la incompatibilidad de los productos peligrosos a transportar		X
El envase exterior de la sustancia es resistente a perforaciones, roturas, para las condiciones normales de transporte.		X
Cuenta con material absorbente e inerte en función del contenido del recipiente de sustancias peligrosas.		X
Los envases que contengan sustancias líquidas son envasados con su cerradura hacia arriba y cuentan con su marcado de orientación.		X
Requisitos legales		
Cuenta con licencia ambiental para el transporte de desechos peligrosos		X
El transporte fluvial cuenta con título de propiedad	X	

De la evaluación realizada al transporte de desechos sanitarios por parte del GAD Municipal del cantón Arajuno, es evidente que el peligro de derrame de desechos en la parroquia es alto; esto debido al desconocimiento del personal municipal y sanitario en cuanto al riesgo que representa los desechos sanitarios para los factores ambientales y la salud humana, ya que de la información recopilada no se cuenta ni maneja protocolos de actuación ante derrame de desechos sanitarios.

4.1.4 Tratamiento y disposición final de desechos sanitarios

Considerando que el GAD Municipal del cantón Arajuno es el responsable de la gestión externa de desechos urbanos y sanitarios generados en el cantón conforme lo dispuesto en el Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización COOTAD, del levantamiento de información realizada en campo se puede manifestar que en la parroquia Curaray no se realiza el tratamiento y disposición final de desechos sanitarios; siendo de esta manera que el GAD Municipal una vez que recolecta los desechos generados en áreas de vías carrozables, estos son transportados hasta el sitio de disposición final ubicado en la comunidad Santa Bárbara del Pozo, ubicación geográfica DATUM: WGS 84, X: 872730 , Y: 9862690; para lo cual en una área exclusiva destinada para los desechos sanitarios se realiza su disposición final en un cubeto de hormigón armado con capacidad de almacenamiento de 32m³, techada con ventilación natural a través de mallas, señalizada y con recipientes metálicos de capacidad de 55 galones en el que se realiza el envasado y empacado de desechos sanitarios; esta área se encuentra alejada a unos 500 metros de distancia de la celda de disposición final de desechos sólidos domiciliarios, tal como se evidencia en la Figura 28.



Figura 28. Vista panorámica del relleno sanitario del GAD Municipal del cantón Arajuno.

Los desechos sanitarios que llegan hasta el relleno sanitario de la municipalidad del cantón Arajuno, al momento no reciben ningún tipo de tratamiento ya sea este físico, químico o biológico, como se puede evidenciar en la Figura 29, los desechos son almacenados de manera precaria por parte de los operadores del relleno sanitario debido a que no cuentan con ningún tipo de manual de procedimientos para el manejo de los desechos que llegan hasta las instalaciones, lo que ha ocasionado que al momento no se encuentre operativa la fase de tratamiento y disposición final de desechos sanitarios en el cantón Arajuno, ya que la infraestructura con la que cuenta actualmente la municipalidad en el relleno sanitario se encuentra funcionando como un almacenamiento temporal de los desechos sanitarios, lo que genera que la fase de gestión de este tipo de desechos se encuentre inconclusa y con ello el riesgo de proliferación de vectores, generación de olores, aparición de pasivos ambientales y por ende afectación de factores ambientales del área de influencia directa del relleno sanitario.



Figura 29. Infraestructura de disposición final de desechos sanitarios en el relleno sanitario del GAD

4.2 Análisis de las alternativas para la gestión externa de desechos sanitarios

Considerando que el GAD Municipal del cantón Arajuno no cuenta con ninguna medida técnica para realizar la gestión externa de desechos sanitarios (recolección, transporte, tratamiento y disposición final) generados en la parroquia Curaray, en el presente estudio se realiza un análisis económico y ambiental de dos alternativas planteadas para su gestión, siendo estas:

1. Gestión de desechos sanitarios in situ.
2. Gestión de desechos sanitarios ex situ.

4.2.1 Gestión de desechos sanitarios in situ

La gestión de desechos sanitarios in situ, comprende el realizar todas las fases de la gestión externa (recolección, transporte, tratamiento y disposición final) en el territorio de la parroquia Curaray, para lo cual se realiza un análisis económico y ambiental que permita evaluar su factibilidad de implementación.

Tabla 28

Análisis económico para la gestión de desechos sanitarios in situ.

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario USD \$.	Total
Recolección y transporte				
Vehículo de tracción humana para recolección	Unidad	1	500,00	500,00
Señalética	Unidad	2	50,00	100,00
Equipo básico para control de derrames (*)	Unidad	2	30,00	60,00
Equipo de protección personal (*)	Unidad	1	150,00	150,00
Tratamiento de desechos sanitarios por desinfección química				
Hipoclorito de sodio al 5% (*)	L	80	0,90	72,00
Equipo de protección personal (*)	Unidad	1	200,00	200,00
Recipiente para realizar proceso de desinfección química	Unidad	2	50,00	100,00

CONTINÚA

Óxido de calcio, cal viva (*)	Kg	100	0,40	40,00
Disposición final (Celda sanitaria manual de 6,75 m³ de capacidad) (***)				
Limpieza del terreno	m ²	46	0,92	42,32
Cumbrero metálico e=0,04mm d=40cm	m lineal	3,8	5,89	22,38
Cubierta panel e=0,04mm	m ²	14,5	10,42	151,09
Hormigón simple 210kg/cm ² , impermeabilización y encofrado	m ³	7,5	261,22	1959,15
Replanteo de hormigón simple fc = 140 kg/cm ² ,	m ³	1,7	156,26	265,64
Cuneta rápida 0.40*0.35 m	m lineal	16,5	59,45	980,93
Excavación manual	m ³	38	2,34	88,92
Estructura de madera rustica 10 x 10 CM	m ²	14,4	6,91	99,50
Geomembrana termofundida 1.50 MM	m ²	10,89	8,25	89,84
Replanteo y nivelación manual	m ²	46	1,47	67,62
Malla electrosoldada 15X15X07MM	m ²	20	10,58	211,60
Desalojo de material	m ³	6,75	4,02	27,14
Cerramiento de malla galvanizada 50/10 H=2m	m	23,5	39,78	934,83
Puerta de malla galvanizada 50/10	Unidad	1	50,00	50,00
Rubros de Operación				
Operador (*)	Unidad	14	394,00	5516,00
Material de cobertura (*)	m ³	6	2,20	13,20
Regularización ambiental				
Tasas Ambientales	Unidad	1	180,00	180,00
Consultoría Ambiental	Unidad	1	1200,00	1200,00
Cierre y abandono del proyecto (**)				
Tapa de hormigón simple 210kg/cm ²	m ³	0,45	261,22	117,55
Mimetización del área	m ²	10	25,00	250,00
Señalética preventiva	Unidad	2	50,00	100,00
			Total	13589,71

(*) Corresponde a rubros que han sido calculados para un tiempo de 12 meses

(**) Corresponde a rubros que serán utilizados a largo plazo, una vez que la celda de desechos sanitarios se encuentre llena sus $\frac{3}{4}$ partes de su capacidad.

(***) Corresponde a rubros sin IVA

Para realizar el análisis ambiental de la alternativa de gestión de desechos in situ se utiliza la metodología de evaluación de impactos ambientales semicuantitativo de importancia ambiental (Fernández-Vítora, 2011), mediante la cual se identifica los impactos ambientales compatibles, moderados, severos y críticos que se puedan generar producto de la actividad en función de la siguiente ecuación:

$$IA = \pm[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$$

En donde:

- I = Intensidad del impacto
- EX = Extensión del impacto
- SI = Sinergia
- PE = Persistencia
- EF = Efecto
- MO = Momento del impacto
- AC = Acumulación
- MC = Recuperabilidad
- RV = Reversibilidad
- PR = Periodicidad

Tabla 29

Escala de clasificación de impactos ambientales.

(CLI)	Clasificación del impacto. Partiendo del análisis del rango de la variación de la mencionada importancia del efecto (IM).	CO	Compatible	$IA \leq 25$	
		M	Moderado	$25 > IA \leq 50$	
		S	Severo	$50 > IA \leq 75$	
		C	Critico	$IA > 75$	

Fuente: (Fernández-Vítora, 2011)

Tabla 30*Evaluación de impacto ambiental para la gestión de desechos sanitarios in situ*

VALORACIÓN AMBIENTAL	PARÁMETROS DE IMPACTO											Importancia Ambiental	Clasificación
	Carácter del impacto	Intensidad	Extensión	Sinergia	Persistencia	Efecto	Momento del impacto	Acumulación	Recuperabilidad	Reversibilidad	Periodicidad		
IMPACTO	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	IA	CLI
FLORA Y FAUNA													
Destrucción de la capa vegetal	(-)	12	1	2	4	4	4	1	4	2	4	63	severo
Ahuyentamiento de especies	(-)	4	1	1	2	4	4	1	2	2	4	34	moderado
Alteración de microfauna existente en el área de implantación de la celda	(-)	2	1	2	2	1	4	1	8	4	4	34	moderado
RECURSO SUELO													
Alteración de la calidad de suelo	(-)	4	1	2	2	4	2	4	4	2	4	38	moderado
Modificación en la forma del terreno	(-)	8	1	2	4	4	4	1	4	2	4	51	severo

Alteración del uso de suelo previsto	(-)	8	2	2	4	4	4	1	8	4	4	59	severo
Contaminación del suelo por disposición de desechos peligrosos en el área	(-)	4	1	2	4	4	4	1	4	2	4	39	moderado
Generación de un pasivo ambiental	(-)	12	2	4	4	4	8	4	4	4	4	76	critico

RECURSO AGUA

Contaminación de agua por disposición final de desechos peligrosos	(-)	8	2	2	4	4	2	4	4	2	1	51	severo
Alteración de la calidad del agua subterránea	(-)	8	2	4	4	4	8	4	8	4	4	68	severo
Contaminación de agua por derrame de desechos peligrosos	(-)	4	1	2	1	4	8	1	2	1	1	34	moderado
Afectación de los sistemas acuáticos	(-)	1	1	2	1	1	4	1	4	2	1	21	compatible

RECURSO AIRE

Contaminación del aire por generación de polvo	(-)	2	1	2	1	4	4	1	1	1	1	23	compatible
Generación de olores desagradables	(-)	4	1	2	4	4	4	1	4	1	4	38	moderado
Generación de efecto de contaminación atmosférica sobre la copa de los árboles	(-)	1	1	2	1	4	1	1	2	1	1	18	compatible

CONTINÚA

Afectación de cultivos por la generación de emisiones aéreas contaminantes	(-)	2	1	2	1	1	2	4	4	1	1	24	compatible
COMPONENTE SOCIAL													
Alteraciones de la demanda de servicios sociales y de salud	(+)	4	2	2	2	4	4	1	1	1	4	35	moderado
Exposición a la población a riesgos potenciales para la salud	(-)	1	2	2	4	1	1	1	1	2	1	20	compatible
Alteración de la ubicación de la población humana en el área de influencia	(-)	4	2	2	4	4	4	1	4	2	4	41	moderado
Alteración de crecimiento de la población	(-)	1	1	2	1	4	1	1	4	2	1	21	compatible
Cambios en los niveles de ocupación	(+)	2	1	2	4	4	4	1	1	1	4	29	moderado
Resistencia de la población hacia el proyecto	(+)	8	2	1	4	4	4	1	2	2	1	47	moderado
COMPONENTE ECONÓMICO													
Crecimiento en los niveles de empleo	(+)	8	1	2	2	4	4	1	1	1	2	43	moderado
Aumento del valor de la tierra	(-)	1	2	2	4	4	2	1	8	2	4	34	moderado
Crecimiento de las actividades económicas	(+)	1	1	1	2	1	4	1	1	1	2	18	compatible
Crecimiento de los niveles de ingresos	(+)	1	1	2	2	1	4	1	1	1	1	18	compatible

CONTINÚA

Alteración en el sistema actual de movimiento de personas y/o bienes	(-)	4	2	2	4	4	4	4	1	4	2	4	41	moderado
COMPONENTE CULTURAL														
Modificación de la vista escénica o panorama actual	(-)	12	2	2	4	4	4	4	1	4	2	4	65	severo
Se genera un espacio estéticamente agresivo a la vista de la población	(-)	8	2	2	4	4	4	4	1	4	2	4	53	severo
Cambia significativamente la escala visual	(-)	8	2	2	4	4	4	4	1	4	1	4	52	severo
Alteración de áreas de especial interés	(-)	4	2	2	2	4	1	1	2	2	2	4	34	moderado
Se ajusta a la cosmovisión de los pueblos que habitan en el sector	(-)	8	2	2	2	4	8	4	4	4	2	4	58	severo

4.2.2 Gestión de desechos sanitarios ex situ

La gestión de desechos sanitarios ex situ, comprende el realizar las fases de la gestión externa (transporte, tratamiento y disposición final) a las afueras del territorio de la parroquia Curaray, para lo cual se realiza un análisis económico y ambiental que permita evaluar su factibilidad de implementación, considerando a más de ello la primera alternativa planteada.

Tabla 31

Análisis económico para la gestión de desechos sanitarios ex situ.

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario USD \$.	Total
Recolección y transporte				
Recipiente de polipropileno de 120 litros de capacidad con ruedas para transporte terrestre de desechos	Unidad	1	280,00	280,00
Recipiente externo para transporte fluvial de desechos	Unidad	1	300,00	300,00
Señalética para recipientes	Unidad	2	25,00	50,00
Equipo básico para contingencias en caso de derrame de desechos	Unidad	2	30,00	60,00
Equipo de seguridad y protección personal	Unidad	2	180,00	360,00
Canoa motora fuera de borda	Unidad	1	4200,00	4200,00
Motor de 25 hp	Unidad	1	3000,00	3000,00
Gasolina (*)	Gal	324	2,46	797,04
Aceite (*)	L	27	14,50	391,50
Señalética para vehiculo de transporte terrestre	Unidad	4	25,00	100,00
Equipo básico para contingencias en caso de derrame de desechos	Unidad	2	30,00	60,00
Balanza colgante digital	Unidad	1	40,00	40,00
Combustible (Diesel) (*)	Gal	60	1,03	61,80
Tratamiento de desechos sanitarios por autoclave				
Equipo autoclave con triturador	Unidad	1	20524,72	20524,72

CONTINÚA

Equipo de protección personal	Unidad	1	320,00	320,00
Importación de equipo y tasas arancelarias	Unidad	1	6670,52	6670,52
Energía eléctrica (*)	Kwh	200	0,09	18,60
Recipiente plástico de 360 Litros de capacidad con ruedas	Unidad	2	220,00	440,00
Disposición final (Celda de desechos comunes)				
Material de cobertura	m ³	50	2,20	110,00
Rubros de Operación				
Operador de tratamiento (*)	Salario	14	394,00	5516,00
Personal de transporte fluvial (*)	Viajes	12	200,00	2400,00
Regularización ambiental (**)				
Ampliación de licencia ambiental para el relleno sanitario del cantón Arajuno que incluya transporte fluvial y tratamiento de desechos sanitarios	Unidad	1	10000,00	10000,00
			Total	55700,18
(*) Corresponde a rubros que han sido calculados para un tiempo de 12 meses				
(**) Corresponde a rubros sin IVA				

Para la evaluación de los impactos ambientales que pudiesen generarse por la alternativa de gestión ex situ al igual que para la primera alternativa se utiliza la metodología de evaluación de impactos ambientales semicuantitativo de importancia ambiental, para lo cual se ha tomado en consideración que en esta alternativa una de las actividades más relevantes a ser evaluadas es el sistema de transporte de desechos sanitario vía fluvial y terrestre, debido a que en la actualidad la municipalidad del cantón Arajuno, cuenta con relleno sanitario para la disposición final de desechos comunes o domiciliarios, razón por la que se evaluarán únicamente los impactos ambientales de la etapa operativa del relleno sanitario.

Tabla 32*Evaluación de impacto ambiental para la gestión de desechos sanitarios ex situ.*

VALORACIÓN AMBIENTAL	PARÁMETROS DE IMPACTO											Importancia Ambiental	Clasificación
	Carácter del impacto	Intensidad	Extensión	Sinergia	Persistencia	Efecto	Momento del impacto	Acumulación	Recuperabilidad	Reversibilidad	Periodicidad		
IMPACTO	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	IA	CLI
FLORA Y FAUNA													
Ahuyentamiento de especies acuáticas por transporte fluvial de desechos	(-)	4	2	2	1	4	8	1	2	1	1	36	moderado
Afectación de especies de flora por derrame de combustibles	(-)	2	1	2	1	4	8	1	4	2	1	31	moderado
Cambios en los patrones reproductivos de la fauna por el transporte terrestre	(-)	8	2	2	2	4	4	4	4	2	2	52	severo
Atropellamiento de especies de fauna por la circulación del vehículo de transporte	(-)	4	1	1	1	4	8	1	8	4	1	42	moderado
RECURSO SUELO													
Alteración de la calidad de suelo	(-)	4	1	2	4	4	1	4	4	2	4	39	moderado

CONTINUA

Contaminación del suelo por disposición de desechos	(-)	4	1	2	4	4	4	4	4	2	4	42	moderado
Contaminación del suelo por derrame de sustancias peligrosas	(-)	2	1	1	1	4	4	1	2	1	1	23	compatible
RECURSO AGUA													
Contaminación de agua por descargas de efluentes producto del proceso de tratamiento de desechos	(-)	2	1	2	1	4	4	1	2	1	1	24	compatible
Alteración de la calidad del agua subterránea por lixiviados	(-)	8	2	2	4	4	2	4	4	2	4	54	severo
Contaminación de agua por derrame de desechos peligrosos durante el transporte fluvial	(-)	8	2	2	2	4	8	4	8	4	4	64	severo
Afectación de los sistemas acuáticos por derrame de desechos sanitarios	(-)	12	4	4	4	4	8	4	8	4	4	84	crítico
RECURSO AIRE													
Contaminación del aire por generación de polvo durante el transporte terrestre	(-)	2	2	2	1	4	8	1	1	1	1	29	moderado
Generación de olores desagradables	(-)	8	2	2	4	4	4	4	4	2	4	56	severo
Generación de ruido y vibraciones por proceso de autoclavado, transporte terrestre, fluvial y maquinaria del relleno sanitario	(-)	8	2	2	1	4	8	1	2	1	1	48	moderado

CONTINÚA

Generación de emisiones atmosféricas provocadas por el motor de los vehículos de transporte terrestre y fluvial	(-)	2	2	2	1	1	4	1	1	1	1	22	compatible
COMPONENTE SOCIAL													
Alteraciones de la demanda de servicios sociales y de salud	(+)	4	2	2	4	4	4	1	1	1	1	34	moderado
Aumento de la accidentabilidad en transporte terrestre y fluvial	(-)	4	4	2	1	4	8	1	2	2	1	41	moderado
Afectación a la salud de los transportistas	(-)	4	2	2	4	4	8	1	4	2	1	42	moderado
Aumento del riesgo por accidentes laborales	(-)	8	2	2	4	4	8	4	4	4	1	59	severo
Cambios en los niveles de ocupación	(+)	4	1	2	4	4	2	1	1	1	4	33	moderado
Resistencia de la población hacia el proyecto de transporte de desechos vía fluvial	(+)	4	2	2	2	4	8	1	4	1	1	39	moderado
COMPONENTE ECONÓMICO													
Crecimiento en los niveles de empleo	(+)	4	1	2	4	4	2	1	2	1	4	34	moderado
Aumento del valor de la tierra	(-)	4	1	1	4	4	2	1	8	4	4	42	moderado
Crecimiento de las actividades económicas	(+)	2	2	2	2	4	2	1	1	1	1	24	compatible

CONTINÚA

Crecimiento de los niveles de ingresos	(+)	2	1	2	2	4	2	1	1	1	1	22	compatible
Alteración en el sistema actual de movimiento de personas y/o bienes	(-)	4	2	2	4	4	4	4	8	4	4	50	severo
COMPONENTE CULTURAL													
Modificación de la vista escénica o panorama actual debido a la presencia del equipo de tratamiento de desechos	(-)	12	1	2	4	4	8	1	4	2	4	67	severo
Cambia significativamente la escala visual por la actividad de transporte de desechos vía fluvial	(-)	12	8	2	1	4	8	1	4	1	4	77	critico
Alteración de áreas de especial interés	(-)	4	1	2	4	4	2	1	8	4	4	43	moderado
Transportar desechos vía fluvial es aceptado por la cosmovisión de los pueblos que habitan en el sector	(-)	8	1	2	4	4	8	1	1	1	1	48	moderado

4.2.3 Análisis comparativo de las alternativas propuestas para la gestión externa

Una vez realizado el análisis económico y ambiental de las alternativas propuestas para la gestión externa de desechos sanitarios generados en la parroquia Curaray, en la Tabla 33 se puede observar que la alternativa in situ la cual comprende el realizar la gestión integral de los desechos en la parroquia Curaray asciende a un valor económico de 13589,71 dólares norteamericanos, lo que representa la construcción de una celda manual para la disposición final de desechos sanitarios con una vida útil de 7,9 años producto de lo cual en el análisis ambiental realizado se identifican 32 posibles impactos ambientales, de los cuales 26 de estos son de carácter negativo y seis positivos; siendo de esta manera que el 25% de impactos ambientales tienen un efecto de tipo compatible, 44% moderado, 25% severo y tan solo el 3,1% es identificado como crítico el mismo que es equivalente a un impacto ambiental que será evidenciado a largo plazo y se trata de la generación de un pasivo ambiental producto del confinamiento de los desechos sanitarios generados en la parroquia Curaray, el mismo que para realizar su remediación deberá aplicarse una nueva valoración de impacto ambiental.

Tabla 33

Análisis comparativo de las alternativas de gestión externa de desechos sanitarios.

Alternativa	Costo USD \$.	Carácter de IA	Nº IA compatible	Nº IA Moderado	Nº IA Severo	Nº IA Crítico
In-situ	13589,71	26 (-) 6 (+)	8	14	9	1
Ex-situ	55700,18	24 (-) 6 (+)	5	16	7	2

IA= Impacto ambiental
USD \$.= Dólares norteamericanos

Para la alternativa de gestión externa de desechos sanitarios la cual implica transportar los desechos sanitarios hasta la cabecera cantonal de Arajuno vía transporte fluvial y terrestre, para posterior a ello ser tratados a través de un proceso de auto clavado y ser dispuestos estos desechos como desechos comunes en la celda de desechos domiciliarios del relleno sanitario de la municipalidad, el valor económico al que asciende es de 55700,18 dólares norteamericanos; por otro lado del análisis ambiental realizado a la alternativa ex situ se identifican 30 posibles impactos ambientales, de los cuales 24 de estos son de carácter negativo y seis positivos; de los cuales el 17% de estos impactos tienen un efecto de tipo compatible, 53% de tipo moderado, 23% de tipo severo y tan solo el 7% de tipo crítico, dentro de los cuales se encuentran dos impactos ambientales relacionados al transporte fluvial de desechos sanitarios siendo estos: afectación de los sistemas acuáticos por derrame de desechos sanitarios y cambio significativo de la escala visual por la actividad de transporte de desechos vía fluvial; impactos ambientales que pueden ser mitigables a través de la implementación de medidas ambientales adecuadas para cada uno de los casos.

Considerando los procedimientos a ser aplicados en cada una de las alternativas para la gestión externa de los desechos sanitarios, la gestión ex situ que comprende el transportar los desechos sanitarios vía fluvial y terrestre a una distancia de 212 kilómetros para luego ser tratados por una autoclave al vacío, en términos económicos es cuatro veces superior a la alternativa de gestión in situ la cual comprende el realizar la disposición final de desechos sanitarios en una celda de seguridad manual con capacidad de 6,75 m³ y una vida útil de 7,9 años; por otro lado del análisis ambiental realizado, se puede manifestar que existe un equilibrio, debido a que en ambos casos se presentan impactos ambientales de carácter severo, por lo que se considera que la alternativa de gestión in situ es la alternativa más idónea a ser aplicada en la parroquia rural Curaray

4.3 Resultados de la evaluación de riesgos para la salud humana realizado al centro de almacenamiento final de desechos sanitarios de la parroquia Curaray.

Conforme la metodología de evaluación de riesgos para la salud humana propuesta por la Organización Panamericana para la Salud OPS, presentada en el Capítulo 3, se realizó la evaluación del centro de almacenamiento final de desechos sanitarios existente en la parroquia Curaray, la misma que se encuentra ubicada en el Centro de Salud tipo A Curaray de propiedad del Ministerio de Salud Pública, por ser la fuente fija de generación de desechos sanitarios, a más de ser el sitio que genera expectativa de contaminación en los habitantes de la parroquia.

Tabla 34

Evaluación de riesgos para la salud humana del almacenamiento final de desechos sanitarios en la parroquia Curaray.

Variable	Parámetro	Valoración
Poblaciones cercanas al sitio	Distancia	3
	Tamaño	1
Existe preocupación social	Si	2
	No	0
Tipo de contaminantes	Orgánicos	1
	Inorgánicos	1
	Microbiológicos	1
Análisis preliminar de la contaminación	Evidencia de contaminación dentro del sitio.	0
	Evidencia de contaminación fuera del sitio.	0
	Control de calidad y confiabilidad de las muestras.	0
	Presencia de contaminantes críticos.	0
Toxicidad del contaminante más significativo	Sin toxicidad	0
	Toxicidad ligera	0
	Toxicidad moderada	0

CONTINÚA

	Toxicidad severa	4
Persistencia del contaminante más significativo	No persistente	0
	Algo persistente	0
	Persistente	0
	Altamente persistente	4
Medio ambiental impactado	Suelo	2
	Alimento	0
	Agua superficial	0
	Aire	3
	Agua subterránea	0
	Otro	0
Caracterización del riesgo cancerígeno	Incidencia de cáncer (riesgo individual x población)	8
Caracterización del riesgo no cancerígeno	Relación de riesgo (dosis estimada / RfD O MRL)	8
Severidad del efecto en la salud	Catastrófica	0
	Seria	0
	Adversa	1
Marginación económica	Alta marginación	10
	Marginación media	0
TOTAL		48

La evaluación realizada al almacenamiento final de desechos sanitarios de la fuente fija de generación, Centro de Salud tipo A Curaray, da como resultado un valor de 48 puntos, los cuales conforme la escala de interpretación de resultados representa un riesgo ambiental y de salud pública que amerita se tomen las medidas necesarias tales como: segregación adecuada desechos, embalado, envasado, etiquetado, almacenamiento técnico de desechos, tratamiento, transporte adecuado, disposición final técnica, entrenamiento y capacitación que permita minimizar afectaciones en la salud de la población, así como también los posibles impactos ambientales que se pudiesen ocasionar.

4.4 Propuesta de sistema integral de desechos sanitarios

La presente propuesta está enfocada en abordar la gestión interna y externa de desechos sanitarios generados en la Parroquia Curaray, para lo cual se establecen dos posibles alternativas para su gestión integral, como se muestra en la Figura 30.

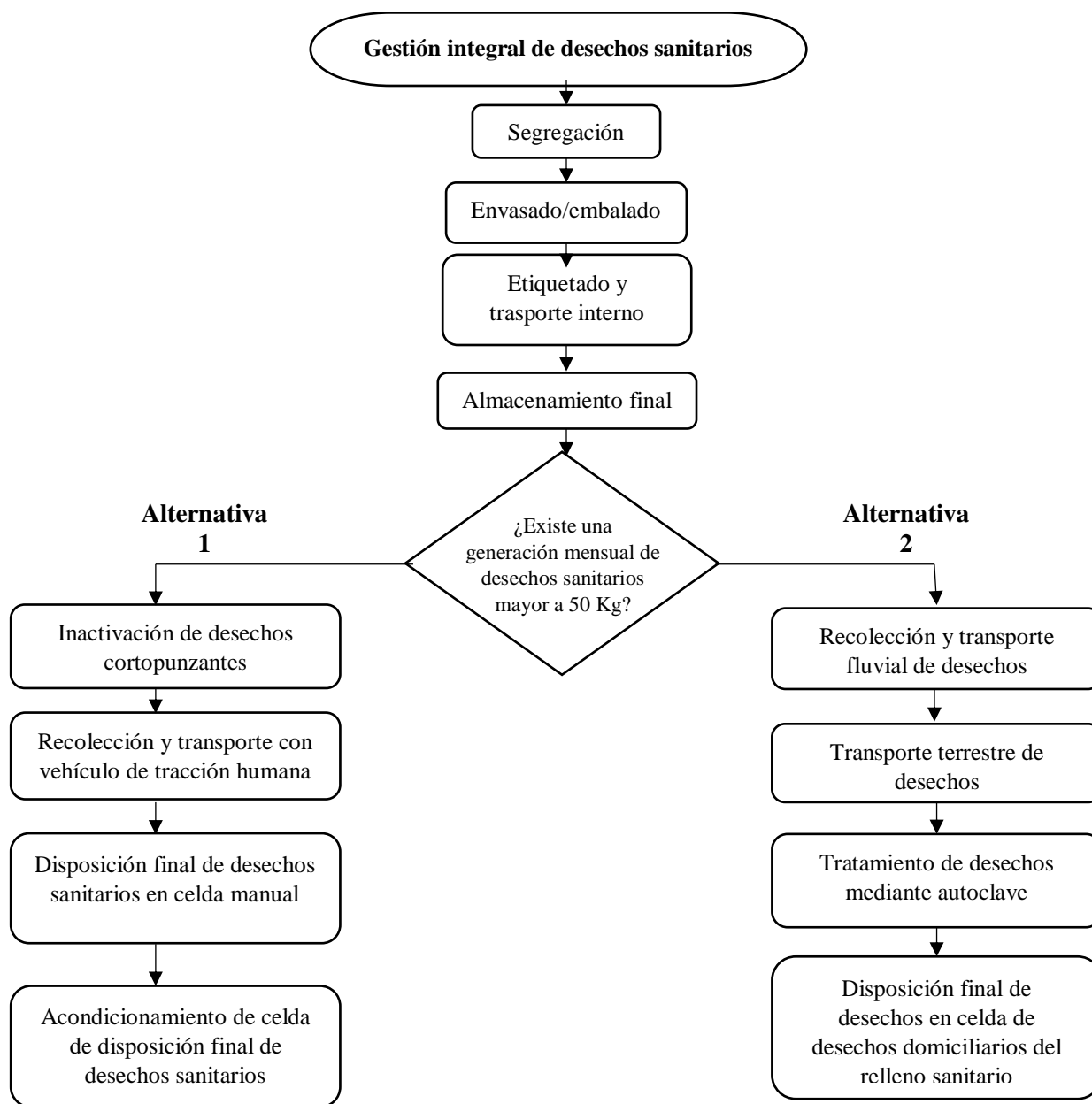



Figura 30. Diagrama para la gestión integral de desechos sanitarios en la parroquia Curaray.

	PROPUESTA DE SISTEMA INTEGRAL DE DESECHOS SANITARIOS PARA LA PARROQUIA CURARAY DEL CANTÓN ARAJUNO	Código: PGIDS-09-19
		Fecha: 02-septiembre-2019
		Versión: 01

**PROPUESTA DE SISTEMA INTEGRAL DE DESECHOS SANITARIOS PARA LA
PARROQUIA CURARAY DEL CANTÓN ARAJUNO**

Elaborado por	Revisado por	Aprobado por
David Marcelo Ortiz	Marco Vinicio Pino	Tania Crisanto Perrazo

CONTROL DE CAMBIOS					
Versión	Motivo del cambio	Fecha del cambio			Responsable del cambio
		Día	Mes	Año	
01	Se realiza la versión inicial del plan de gestión integral de desechos sanitarios para la parroquia Curaray del cantón Arajuno	02	09	2019	Equipo de tesis: David Marcelo Ortiz Tesisista Marco Vinicio Pino Director Tania Crisanto Perrazo Oponente

4.4.1 Antecedentes

Los servicios de atención a la salud humana generan desechos con características de riesgo biológico, infeccioso; los cuales deben contar con una gestión diferenciada a los desechos domiciliarios para prevenir afectaciones a la salud y minimizar los impactos ambientales por prácticas inadecuadas de gestión tales como la incineración a cielo abierto, entierro de desechos no controlados, disposición final en cuerpos de agua o predios abandonados.

La parroquia rural Curaray, perteneciente al cantón Arajuno, provincia de Pastaza con una población de 2685 habitantes conforme cifras del último censo del INEC (2010) y una extensión de 8,161 km² que corresponde al 83,38% del territorio del Cantón Arajuno, cuenta con un establecimiento de salud tipo A que contempla los servicios de: medicina general, odontología, enfermería, área de tinción, procedimientos y obstetricia para la prestación de servicios de salud a las 43 comunidades asignadas al establecimiento de salud.

Conforme los registros de generación de desechos sanitarios de la fuente fija de generación Centro de Salud tipo A Curaray, se determina que existe un generación mensual de 16,14 kilogramos de desechos con características de riesgo biológico – infeccioso, los cuales al momento cuentan con una gestión interna en vías de implementación y una carente gestión externa; lo que genera incertidumbre en la población de la parroquia y en los profesionales de la salud que prestan sus servicios en el sector, debido a que no se dispone de un sistema integral para este tipo de desechos que permita garantizar la calidad de los servicios de salud y minimizar los impactos ambientales que pudiesen ser ocasionados.

4.4.2 Objetivos

- Identificar y gestionar técnicamente los desechos sanitarios que se generen producto de actividades de atención a la salud humana en la parroquia Curaray.
- Contar con una adecuada gestión interna de desechos sanitarios por parte del generador de este tipo de desechos.
- Garantizar la gestión externa de desechos sanitarios de la parroquia Curaray por parte del prestador de servicios.

4.4.3 Alcance

El sistema integral de desechos sanitarios está enfocado en realizar la gestión interna y externa de los desechos que se generen producto de las actividades de atención a la salud humana con características de riesgo biológico – infeccioso en la parroquia Curaray del cantón Arajuno, está dirigido a los generadores de desechos sanitarios y al prestador de los servicios de recolección, transporte, tratamiento y disposición final; no se contempla en el componente de gestión externa a los desechos de tipo domiciliario por no contar con características de riesgo, lo que hace que su gestión no sea compatible con la propuesta establecida para desechos sanitarios.

4.4.4 Gestión interna de desechos sanitarios

La gestión interna de desechos sanitarios entendida como las actividades que debe realizar el generador de este tipo de desechos para garantizar la calidad de los servicios de salud, contempla las fases de: segregación de desechos, envasado/embalado, etiquetado/transporte interno, y almacenamiento final de desechos sanitarios, la cual para el presente sistema de gestión es de responsabilidad absoluta del generador de desechos.

4.4.4.1 Segregación de desechos sanitarios

Para la segregación o clasificación de los desechos sanitarios se utiliza la normativa vigente del Ecuador establecida en el Acuerdo Ministerial 323 publicada con registro oficial 450 del 20 de marzo de 2019; por otro lado, de la identificación de los desechos generados en la fuente fija de generación de desechos sanitarios (Centro de salud tipo A Curaray) realizado en el Capítulo 3, se establece mediante la Tabla 35, la manera correcta de clasificar los desechos generados en los diferentes servicios del establecimiento de salud producto de los protocolos específicos de atención a la salud realizados por el personal sanitario.

Tabla 35

Clasificación de desechos sanitarios por punto de generación.

Desecho generado	Área de salud en el que se genera	Clasificación conforme AM 323	Nombre de desecho conforme AM 142	Código de desecho conforme AM 142
<ol style="list-style-type: none"> 1. Torundas, gasas, vendas 2. Guantes 3. Mascarillas 	Enfermería	Desecho Infeccioso	Material e insumos que han sido utilizados para procedimientos médicos y que han estado en contacto con fluidos corporales	Q.86.07
<ol style="list-style-type: none"> 1. Jeringuillas 2. Lancetas 	Enfermería	Desecho Cortopunzante	Objetos cortopunzantes que han sido utilizados en la atención de seres humanos o animales; en la investigación, en laboratorios y administración de fármacos.	Q.86.05
<ol style="list-style-type: none"> 1. Recipientes de fármacos vacíos 	Enfermería	Desecho Común	No se encuentra en listado nacional de desechos peligrosos debido a que no tiene ninguna característica de riesgo.	No tiene código
<ol style="list-style-type: none"> 1. Frascos de esputo 2. Guantes 3. Mascarillas 	Área de tinción	Desecho Infeccioso	Material e insumos que han sido utilizados para procedimientos médicos y	Q.86.07

CONTINÚA

4. Batas y gorros			que han estado en contacto con fluidos corporales	
1. Hisopos	Área de tinción	Desecho Cortopunzante	Objetos cortopunzantes que han sido utilizados en la atención de seres humanos o animales; en la investigación, en laboratorios y administración de fármacos.	Q.86.05
1. Torundas, gasas, vendas 2. Guantes 3. Mascarillas 4. Cánulas 5. Catéteres 6. Equipo de venoclisis 7. Sondas 8. Cassette de malaria	Procedimientos	Desecho Infeccioso	Material e insumos que han sido utilizados para procedimientos médicos y que han estado en contacto con fluidos corporales	Q.86.07
1. Recipientes de fármacos vacíos	Procedimientos	Desecho Común	No se encuentra en listado nacional de desechos peligrosos debido a que no tiene ninguna característica de riesgo.	No tiene código
1. Jeringuillas 2. Hojas para bisturí 3. Catlon 4. Hilos de sutura	Procedimientos	Desecho Cortopunzante	Objetos cortopunzantes que han sido utilizados en la atención de seres humanos o animales; en la investigación, en laboratorios y administración de fármacos.	Q.86.05
1. Guantes 2. Mascarillas 3. Gasas 4. Tirilla de glucosa	Medicina general	Desecho Infeccioso	Material e insumos que han sido utilizados para procedimientos médicos y que han estado en contacto con fluidos corporales	Q.86.07
1. Depresor lingual 2. Lanceta 3. Hisopos	Medicina general	Desecho Cortopunzante	Objetos cortopunzantes que han sido utilizados en la atención de seres humanos o animales; en la investigación, en laboratorios y administración de fármacos.	Q.86.05

CONTINÚA

1. Toallas de mano	Medicina general	Desecho común	No se encuentra en listado nacional de desechos peligrosos debido a que no tiene ninguna característica de riesgo.	No tiene código
2. Torundas y gasas 3. Guantes 4. Mascarillas 5. Apósitos 6. Batas y gorros 7. Piezas dentales 8. Eyectores de saliva	Odontología	Desecho Infeccioso	Material e insumos que han sido utilizados para procedimientos médicos y que han estado en contacto con fluidos corporales	Q.86.07
1. Jeringuillas 2. Depresor lingual	Odontología	Desecho Cortopunzante	Objetos cortopunzantes que han sido utilizados en la atención de seres humanos o animales; en la investigación, en laboratorios y administración de fármacos.	Q.86.05
1. Resina y sellantes	Odontología	Desecho farmacológico	Fármacos caducados o fuera de especificaciones	Q.86.08
1. Recipientes vacíos de anestésicos. 2. Tapones auditivos 3. Baberos 4. Toallas de papel	Odontología	Desecho común	No se encuentra en listado nacional de desechos peligrosos debido a que no tiene ninguna característica de riesgo.	No tiene código
1. Guantes 2. Mascarillas 3. Gasas 4. Frasco de orina 5. Tirilla reactiva de orina 6. Cassette de VIH 7. Cassette de sífilis 8. Cassette de embarazo	Obstetricia	Desecho Infeccioso	Material e insumos que han sido utilizados para procedimientos médicos y que han estado en contacto con fluidos corporales	Q.86.07
1. Espátula de aire 2. Cepillo endocervical 3. Placa portaobjetos	Obstetricia	Desecho Cortopunzante	Objetos cortopunzantes que han sido utilizados en la atención de seres humanos o animales; en la investigación, en	Q.86.05

4. Bisturí			laboratorios	y
5. Jeringuillas			administración	de
6. Dispositivo de implante			fármacos.	
7. Lancetas				
8. Espéculos vaginales				
1. Toallas de mano	Obstetricia	Desecho común	No se encuentra en listado nacional de desechos peligrosos debido a que no tiene ninguna característica de riesgo.	
<p>AM 323: Acuerdo Ministerial para la gestión integral de residuos y desechos generados en los establecimientos de salud.</p> <p>AM 142: Acuerdo Ministerial, listados nacionales de sustancias químicas peligrosas, desechos peligrosos y especiales.</p>				

4.4.4.2 Envasado y embalado de desechos

Para el envasado y embalado de desechos sanitarios se cumplirán con las características descritas en el reglamento para la gestión integral de residuos y desechos generados en los establecimientos de salud, para lo cual se dividirá los requisitos de recipientes en dos áreas siendo estas: puntos de generación y almacenamiento final.

Los puntos de generación para el presente sistema de gestión serán considerados todos los servicios médicos en los cuales producto de sus actividades de atención a la salud humana se generen desechos sanitarios, ya sean en una infraestructura física preestablecida como los consultorios médicos o a su vez en áreas en las que no se cuente con la infraestructura en mención como es el caso de brigadas médicas atendidas en infraestructura improvisada para el efecto.

El envasado y embalado de los desechos identificados como infecciosos se lo realizará utilizando un recipiente con tapa y pedal de color rojo de material plástico polipropileno o polietileno, de paredes lisas y continuas, de fácil lavado y desinfección, etiquetado con el símbolo

universal de riesgo biológico y leyenda de desechos infecciosos, como se puede apreciar en la Figura 31; a más de ello el recipiente deberá estar provisto de una funda de color rojo de polietileno de baja densidad con un espesor de 40 micrones o 0,04 mm, acorde al tamaño del recipiente.



Figura 31. Modelo de recipiente para envasado de desechos infecciosos.

Para determinar la cantidad de desechos en kilogramos que puede contener el recipiente de 10 litros se utiliza la fórmula de la densidad mediante la cual se puede determinar la masa de un determinado volumen; siendo de esta manera que:

$$d = \frac{m}{v}$$

Dónde,

d= densidad

m= masa

v= volumen

La densidad utilizada para los desechos infecciosos es de 227 kg/m³ (Environment Protection Agency Victoria., 2015), para los desechos de tipo biológico infeccioso, dando como resultado que para un recipiente de 10 litros de volumen se podrá contener una masa de 2,27 kg; sin embargo, se

debe considerar que por bioseguridad y prevenir la contaminación cruzada se deberá utilizar únicamente las $\frac{3}{4}$ partes de su capacidad siendo de esta manera que se obtiene como resultado que la masa total de desechos que se tendrá en el recipiente es de 1,68 kg.

Para los desechos cortopunzantes, farmacéuticos y comunes se establecen las características de envasado y embalado en la Tabla 36.

Tabla 36

Características de envasado y embalado de desechos en puntos de generación.

Desecho a ser envasado	Características de recipiente	Capacidad de recipiente		Características de funda	Etiquetado	
		Cantidad	Unidad			
Comunes	Color negro Polipropileno Paredes lisas y continuas Fácil lavado		20	L	Negra 30 micrones (0,03 mm)	Desechos Comunes
Cortopunzantes	Color rojo Polipropileno Resistente a la perforación Tapa rosca o de seguridad		4	L	Roja 40 micrones (0,04 mm)	Símbolo de riesgo biológico Desechos corto punzantes
Farmacéuticos	Caja de cartón Pueden ser reutilizadas Embalaje con cinta adhesiva		3	Kg	Roja 40 micrones (0,04 mm)	Desecho Farmacéutico

En función de los datos promedio de generación de desechos sanitarios calculado en el Capítulo 4, página 63 equivalente a 16 kilogramos/mes, se calculó el volumen del recipiente a ser utilizado en el almacenamiento final para desechos infecciosos, considerando que el tiempo de almacenamiento será de 30 días, la densidad de los desechos 227 kg/m^3 , da como resultado un

recipiente de 70,4 litros; sin embargo se debe considerar las especificaciones técnicas de los recipientes existentes en el mercado a más de contar con un rango de seguridad en el caso de que se genere un volumen mayor de desechos al promedio establecido, por lo que se establece que el volumen del recipiente a ser implementado en el almacenamiento final será de 120 litros y con las características establecidas en la Figura 32.



Figura 32. Modelo de recipiente para almacenamiento final de desechos infecciosos.

Los desechos comunes generados en el establecimiento de salud se los deberá almacenar en un recipiente de iguales características al de desechos infecciosos, es decir con volumen de 120 litros y de color negro con la finalidad de que no se mezcle por ningún concepto a los desechos peligrosos con los no peligrosos.

4.4.4.3 Etiquetado y transporte interno de desechos

Para realizar el etiquetado de los desechos generados producto de las actividades de atención a la salud humana en la parroquia Curaray se deberán utilizar etiquetas adheribles, resistentes al polvo y al agua en función del diseño y dimensiones que se indica en la Figura 33 y 34.



Figura 33. Modelo de etiquetas a ser utilizados en los recipientes de puntos de generación de desechos
Fuente: (MSP- Dirección Nacional de Ambiente y Salud, 2019 [Adaptado])

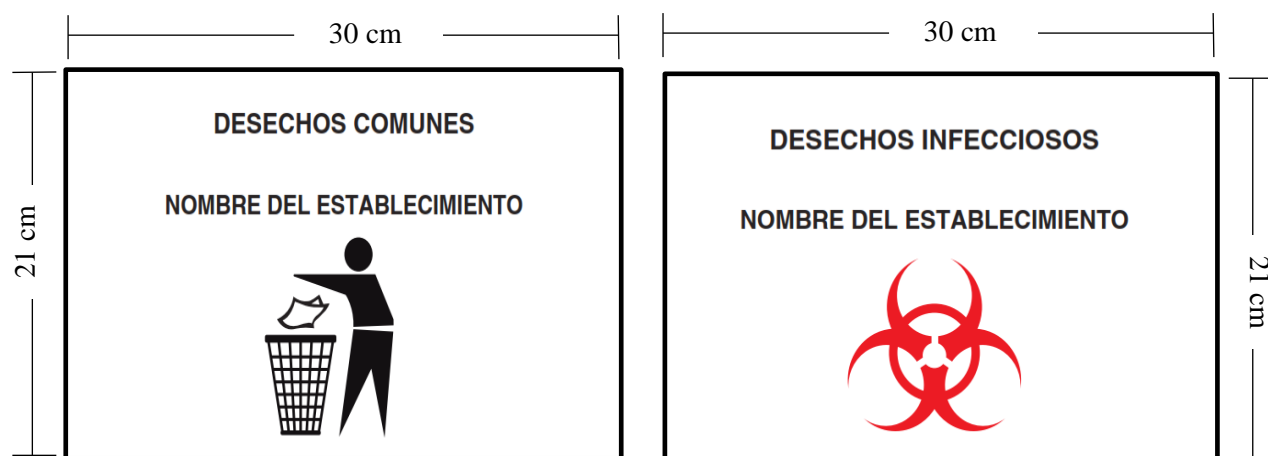


Figura 34. Modelo de etiquetas a ser utilizados en los recipientes de almacenamiento final de desechos.
Fuente: (MSP- Dirección Nacional de Ambiente y Salud, 2019 [Adaptado])

El transporte interno de desechos sanitarios comprende el movimiento de los desechos generados en cada uno de los puntos de generación hacia la infraestructura destinada como almacenamiento final de desechos; para lo cual se establece un diagrama de transporte representado en la Figura 35.

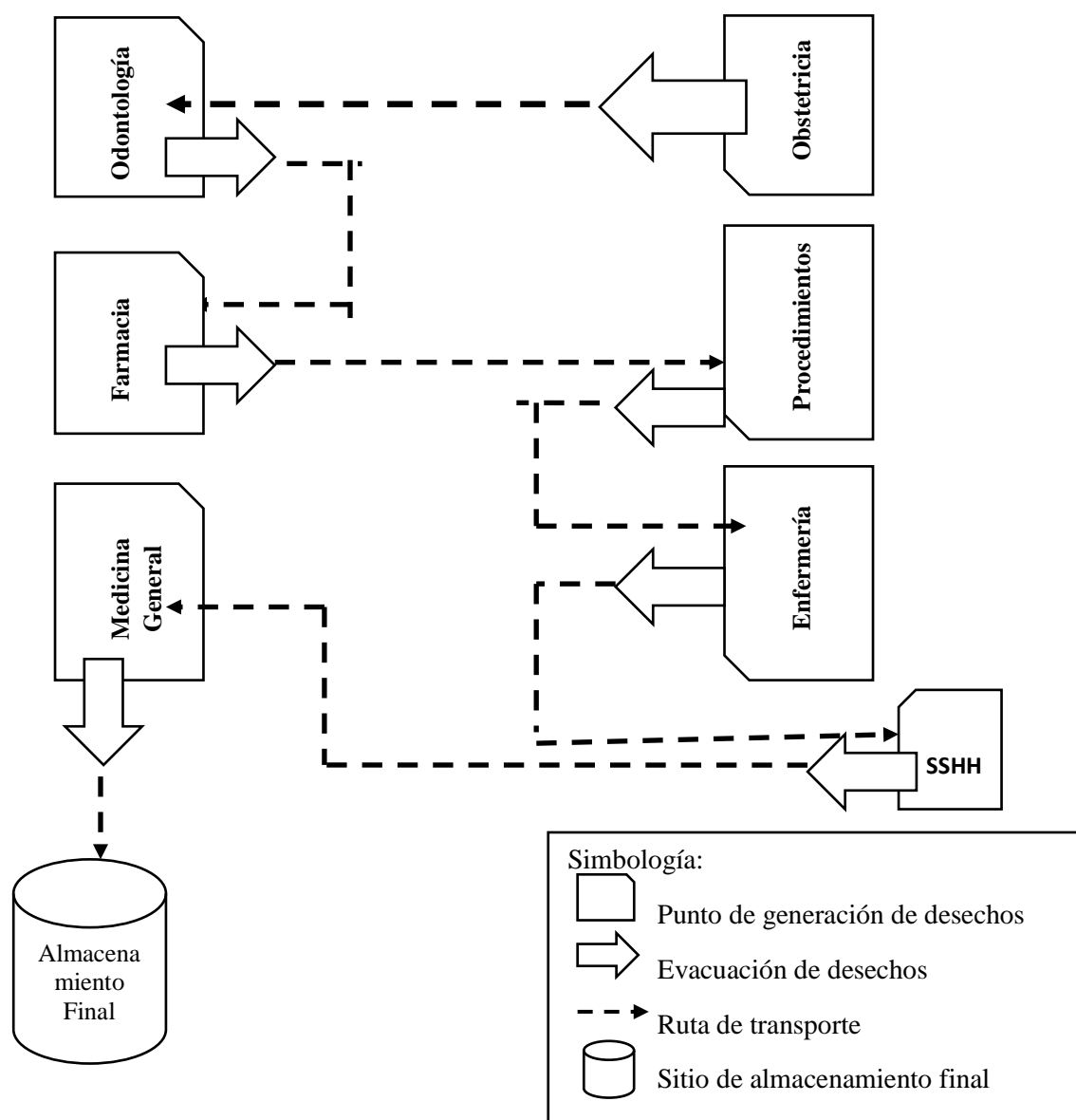


Figura 35. Diagrama de transporte interno de desechos en el centro de salud Curaray

Se deberá designar a un profesional de la salud como responsable de la gestión interna de desechos en el establecimiento de salud, así como también para las brigadas médicas que se realicen en poblaciones aledañas al Centro de Salud Curaray; para lo cual el responsable en mención deberá realizar la recolección de los desechos generados conforme la ruta establecida en la Figura 35 y para los desechos que se han generado fuera del establecimiento de salud, deberán ser movilizados hasta el almacenamiento final del Centro de Salud tipo A Curaray. El responsable de la gestión interna deberá contar con los equipos de protección personal mínimos para su seguridad, siendo estos: gafas, mascarilla, guantes de goma, delantal, camisa manga larga y zapatos cerrados.

4.4.4.4 Almacenamiento final

Para realizar el almacenamiento final de desechos sanitarios se deberá tomar en consideración las incompatibilidades de los desechos a almacenar, a más de la segregación realizada a los desechos desde el punto de generación y las características de infraestructura con las que debe cumplir el almacén especificadas en la Tabla 37.

Tabla 37

Requerimientos para almacenamiento final de desechos sanitarios.

Nombre del desecho	Incompatibilidad	Recipiente para envasado	Tiempo de almacenamiento	Características de almacén
Infeccioso	Gases inflamables	Recipiente de plástico, color rojo con tapa de capacidad de 120 Litros.	30 días	<ul style="list-style-type: none"> • Pisos y paredes de fácil lavado y desinfección. • Ventilación natural o artificial. • Techada, iluminada • Señalizada • De fácil acceso para responsable de gestión interna.
Cortopunzante	Gases inflamables	Estantería de fácil lavado y desinfección.		

CONTINÚA

Farmacéutico	Revisar incompatibilidad individual en la etiqueta del fármaco	Estantería de fácil lavado y desinfección.	<ul style="list-style-type: none"> • Con toma de agua para lavado y desinfección • Acceso restringido para personal no autorizado. • Disponer de insumos de limpieza, balanza, registros, escoba, recogedor, cloro y detergente. • Contar con dos ambientes separados, para almacenamiento de desechos infecciosos y comunes
---------------------	--	--	--

Debido al volumen de desechos sanitarios generados en la parroquia Curaray, el área del almacén será de 2,5 m² considerando que el tiempo de almacenamiento de los desechos en mención será de 30 días, para lo cual el responsable de la gestión interna deberá contar con una bitácora mediante la cual se registre los desechos sanitarios generados para su posterior transferencia.

4.4.5 Gestión externa de desechos sanitarios.

La gestión externa de desechos sanitarios contempla las fases de recolección, transporte, tratamiento y disposición final, actividades que para el presente sistema será de responsabilidad absoluta del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Arajuno.

4.4.5.1 Gestión in situ de desechos sanitarios

La gestión in situ de desechos sanitarios contempla actividades de inactivación de desechos cortopunzantes, recolección, transporte con vehículo de tracción humana, disposición final de desechos sanitarios en celda de seguridad manual y acondicionamiento final de la celda.

Para la inactivación de desechos cortopunzantes se lo deberá realizar en función del diagrama de flujo que se presenta en la Figura 36.

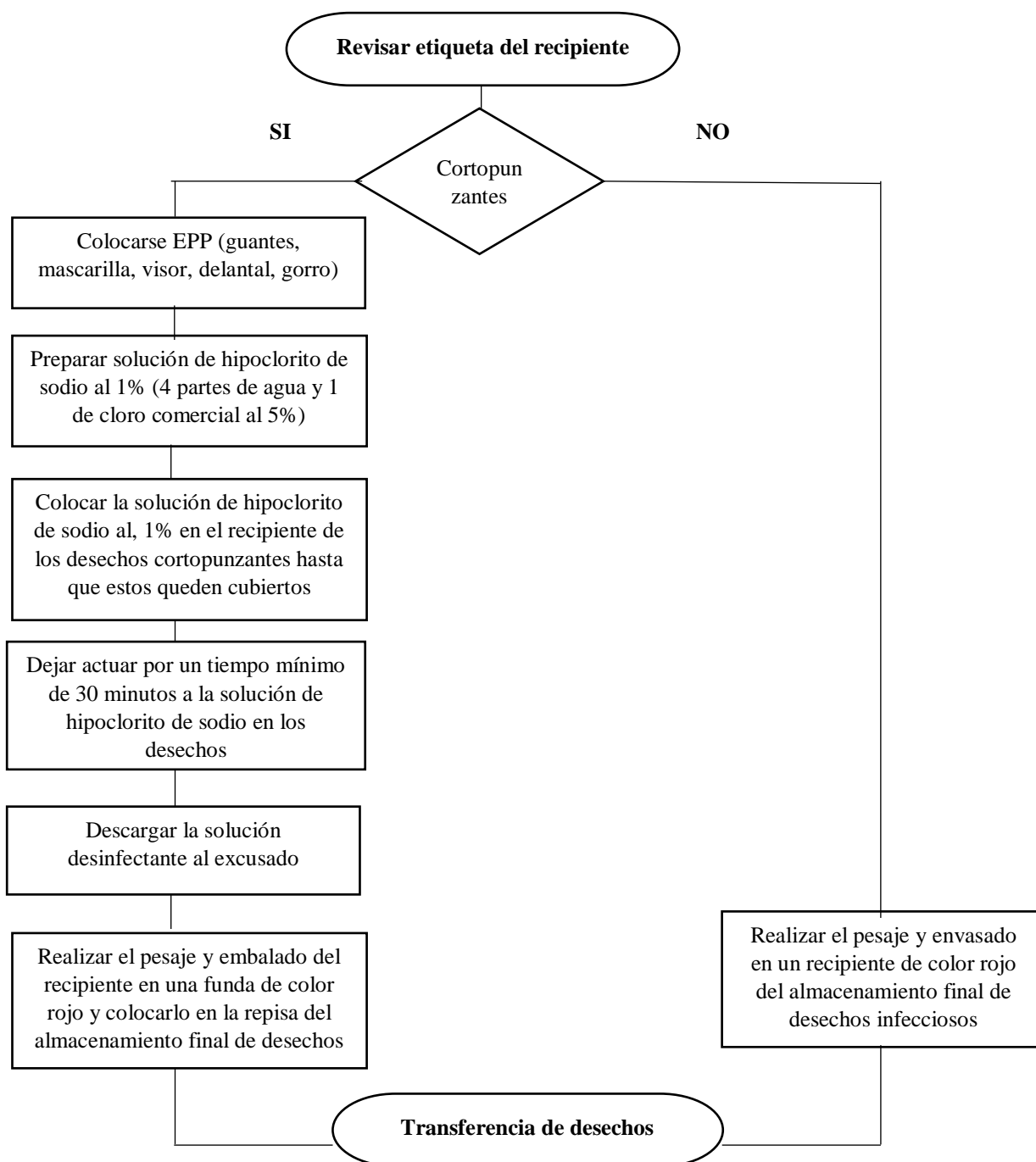


Figura 36. Diagrama de flujo para la inactivación de desechos cortopunzantes

Para la recolección y transporte de desechos sanitarios hasta la celda de disposición final se utilizará un vehículo de tracción humana considerando que en la parroquia Curaray, no se cuenta con vías para circulación de vehículos motorizados, por lo que se diseña un vehículo apto para las condiciones climáticas del sector y las condiciones de la vía por la cual deberá transitar como se puede apreciar en la Figura 37.

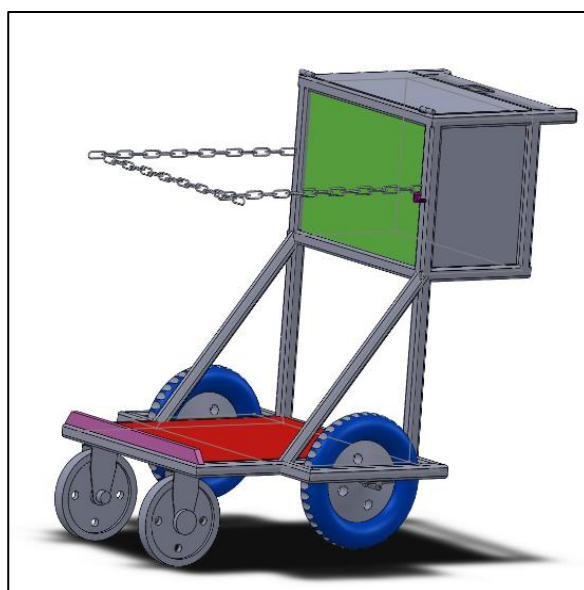


Figura 37. Vehículo para transporte de desechos sanitarios.

Para la disposición final de los desechos sanitarios se diseña una celda de seguridad de tipo manual debido a la generación baja con la cuenta la parroquia Curaray; siendo de esta manera que los desechos a ser dispuestos en la celda serán de tipo infecciosos, cortopunzantes y farmacéuticos. Se considera el volumen de generación promedio de desechos en la parroquia Curaray por la fuente fija de generación, por lo que se estima una celda de desechos con capacidad de $6,75 \text{ m}^3$, la misma que deberá contar con las especificaciones de construcción mencionadas en la Tabla 38.

Tabla 38

Especificaciones para construcción de la celda de desechos sanitarios

Descripción	Unidad	Cantidad
Cumbrero metálico e=0,04mm d=40cm	m lineal	3,8
Cubierta panel e=0,04mm	m ²	14,5
Hormigón simple 210kg/cm ² , impermeabilización y encofrado	m ³	7,5
Replanteo de hormigón simple fc = 140 kg/cm ²	m ³	1,7
Cuneta rápida 0.40*0.35 m	m lineal	16,5
Estructura de madera rustica 10 x 10 CM	m ²	14,4
Geomembrana termofundida 1.50 mm	m ²	10,89
Replanteo y nivelación manual	m ²	46
Malla electrosoldada 15X15X07mm	m ²	20
Cerramiento de malla galvanizada 50/10 H=2m	m	23,5
Puerta de malla galvanizada 50/10	Unidad	1

El diseño de la celda para disposición final de desechos sanitarios acorde a lo establecido en la tabla de especificaciones de construcción se lo puede apreciar en la Figura 38 y 39.

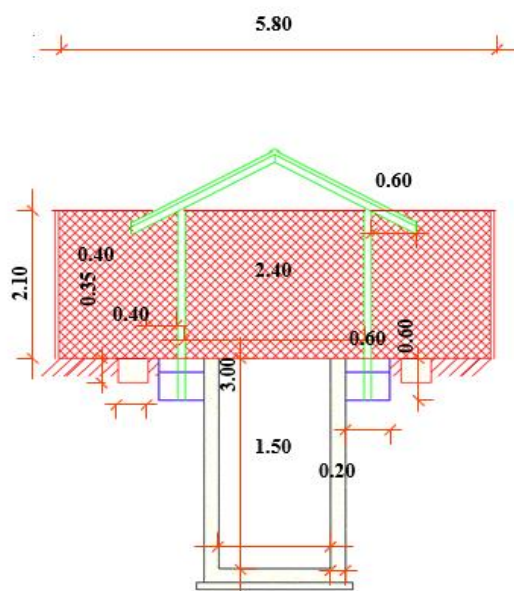


Figura 38. Corte de detalle, celda de desechos sanitarios.

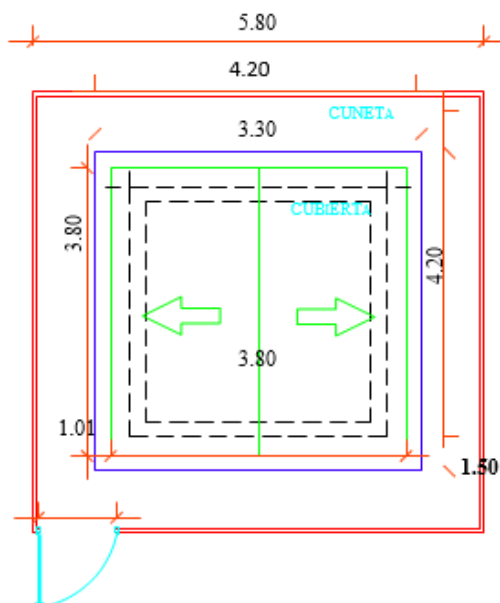


Figura 39. Planta cubierta, celda de desechos sanitarios.

Se calcula el tiempo de vida útil de la celda a partir de los siguientes datos:

Ancho: 1,5 metros

Largo: 1,5 metros

Profundidad: 3,0 metros

$$TVU = \frac{V * D}{PDS}$$

Dónde,

TVU= Tiempo de vida útil

V= Volumen de la celda (6,75 m³)

D= Densidad de los desechos (227 Kg/ m³)

PDS= Producción de desechos sanitarios (16,14 Kg/mes)

El tiempo de vida útil (Tello, P, 2010) calculado para la celda de desechos sanitarios es de 95 meses o 7,9 años, considerando que por su operación de tipo manual los desechos no serán compactados, por lo que se utiliza la densidad establecida para este tipo de desechos conforme la bibliografía existente que es igual a 227 Kg/ m³ (Environment Protection Agency Victoria., 2015).

Para el acondicionamiento de la celda de desechos sanitarios se deberá aplicar una solución de óxido de calcio en proporción 3:1 para un volumen de 10 litros, la cual deberá ser depositada en la celda previo y posterior a ser dispuestos los desechos sanitarios, posterior a ello se debe proceder a cubrir los desechos con una capa de 20cm de material de cobertura. Se realizará un proceso trimestral para abatir los vectores que pudiesen generarse en la celda con la finalidad de prevenir la proliferación de enfermedades, así como también deberá ser desinfectado el vehículo de transporte de desechos a través de una solución de hipoclorito de sodio al 1% o 10000 ppm.

El área seleccionada para la construcción de la celda de desechos sanitarios deberá estar alejado a una distancia de 3000 metros de la pista de avionetas, y el fondo de la celda deberá ser 1,5 metros más alto que el nivel freático, a más de respetar las características de diseño planteadas en el presente estudio

La celda de desechos sanitarios deberá ser debidamente señalizada para lo cual se deberá utilizar los insumos que se mencionan en la Figura 40 y 41.



Figura 40. Señalética informativa, celda de desechos sanitarios



Figura 41. Señalética de prohibición,
celda de desechos sanitarios

4.4.5.2 Gestión ex situ de desechos sanitarios

La gestión ex situ de desechos sanitarios planteada como una segunda alternativa para el sistema de gestión propuesto en el presente estudio tiene como objetivo realizar la gestión externa de los desechos sanitarios fuera de la parroquia Curaray; para lo cual se establece que los desechos sean transportados en primera instancia por vía fluvial a través del río Curaray una distancia de 110 kilómetros hasta llegar al puerto de Papparawa, para luego ser recogidos los desechos y ser transportados por vía carrozable de tercer orden una distancia de 102 kilómetros en donde se encuentra ubicado el relleno sanitario municipal; para pasar a ser tratados conjuntamente con los desechos sanitarios generados en todo el cantón Arajuno mediante un proceso de auto clavado y posterior disposición final en la celda de desechos domiciliarios, considerando que sus características de riesgo biológico han sido eliminadas en el proceso de tratamiento; para lo cual se deberá instalar el equipo de auto clavado y trituración con sus medidas de seguridad pertinentes en el relleno sanitario municipal, con la finalidad de que se reduzcan costos respecto al transporte de desechos tratados a más de los tiempos que puede involucrar la actividad.

Se seleccionó como alternativa de tratamiento al autoclavado, debido a que mediante este tratamiento no es necesario acondicionar los desechos previamente al proceso, se logrará reducir el volumen de los desechos hasta en un 70% con la trituración complementaria, su costo de implementación, operación y mantenimiento son más bajos que la de un incinerador y microondas, se tiene efluentes estériles, es de fácil operación y se ajusta a los volúmenes de producción de desechos sanitarios generados en el cantón Arajuno, del cual forma parte la parroquia Curaray.

Para el transporte de desechos por vía fluvial se utilizará una canoa de fibra de vidrio de 12 metros de largo con motor fuera de borda de 25 hp de potencia, en la cual será adaptada un recipiente de fibra de vidrio de capacidad de 200 litros para el transporte de los desechos a través del río Curaray en función de la ruta fluvial marcada por el cuerpo de agua, como se puede apreciar en la Figura 42.

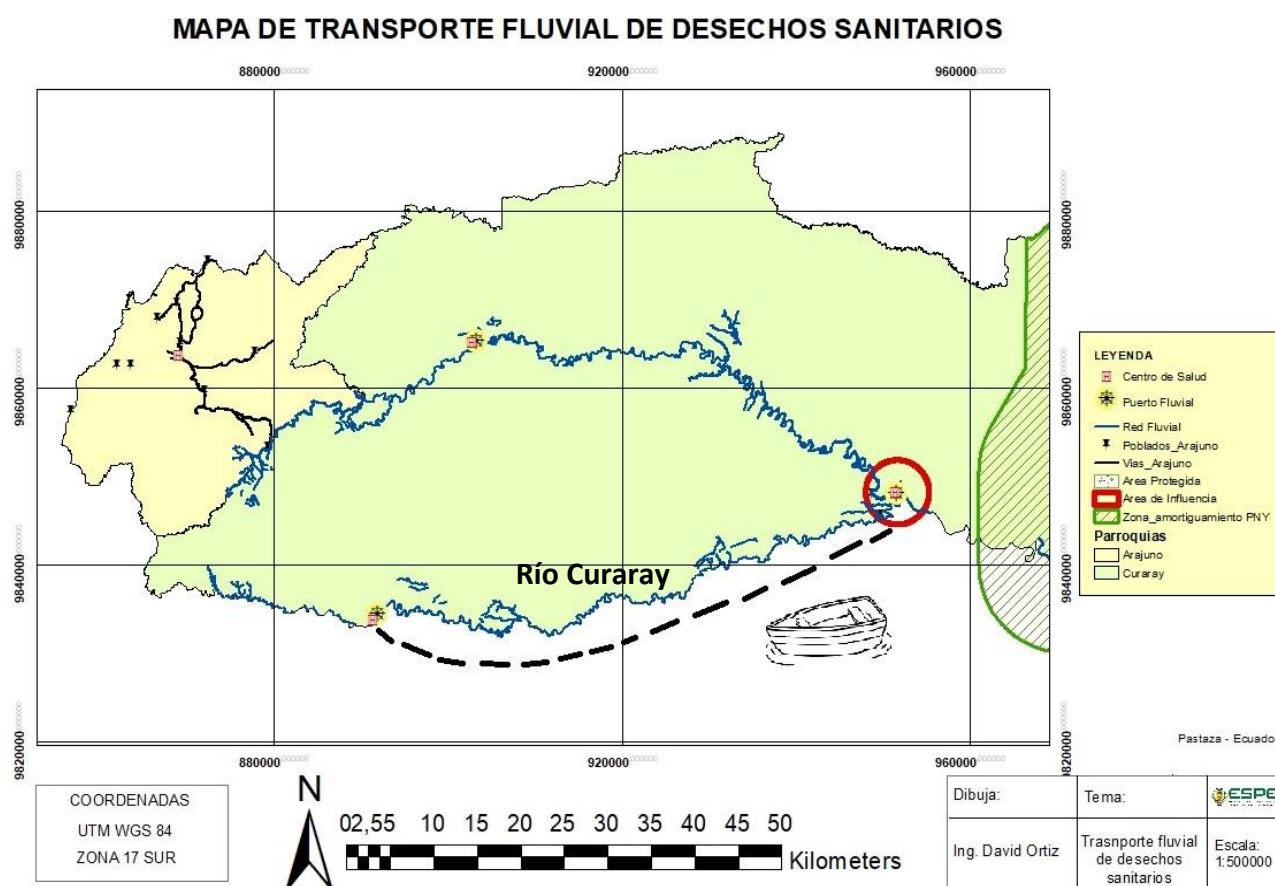





Figura 42. Ruta de transporte fluvial de desechos sanitarios, San José de Curaray – Paparawa

El recipiente para transporte de desechos sanitarios a ser adaptado a la canoa deberá contar con las características que se establece en la Tabla 39.

Tabla 39




Especificaciones técnicas para recipiente de transporte fluvial de desechos sanitarios.

Especificaciones	Dimensiones	Señalética
<ul style="list-style-type: none"> • Material de fibra de vidrio • Tapa con sellado hermético • 2 compartimientos con tapa individual • Primer compartimiento para recipientes de cortopunzantes. • Segundo compartimiento para fundas de infecciosos y cartones de farmacéuticos. • Soporte metálico para empotrar recipiente • Recipiente desmontable • Sujeción de recipiente a través de pernos. 	<p>Ancho: 50cm Largo: 100 cm Alto: 40 cm</p>	<div style="text-align: center;">  <p>Colocar en la cara principal del compartimiento de desechos cortopunzantes</p> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>Colocar en la tapa del compartimiento para desechos infecciosos.</p> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>Colocar en la cara principal del recipiente.</p> </div>

Para el transporte de desechos sanitarios vía terrestre se deberá contar con un vehículo que cuente con las características mencionadas en la Tabla 40.

Tabla 40

Especificaciones técnicas para transporte terrestre de desechos sanitarios

Especificaciones	Dimensiones	Señalética
<ul style="list-style-type: none"> • Material de fácil lavado y desinfección • Estructura para contención de material peligroso en caso de derrame. • Compuerta de seguridad • Luces reglamentarias • Neumáticos en buen estado con una profundidad de surco superior a 1,6 mm • Para choques frontal y posterior • Recipientes para envasado de desechos. • Sistema para sujetar recipientes de desechos. • Sistema para enfriamiento de furgón para mantener temperaturas menores a los 5°C. • Equipo básico para derrames de desechos siendo este: recogedor de plástico, escoba, fundas de polietileno rojas de 40 micrones, etiquetas y material absorbente. 	<p>Ancho: 180cm Largo: 230 cm Alto: 170 cm</p>	<div style="text-align: center;">  <p>Colocar en la parte delantera, trasera, lado izquierdo y derecho del furgón</p>  <p>Colocar en el parachoques posterior.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> <p>TRANSPORTE DE DESECHOS SANITARIOS</p>  </div> <p>Colocar en el lado izquierdo y derecho del furgón</p> </div>

Una vez que los desechos sanitarios hayan sido transportados hacia el relleno sanitario municipal se deberá proceder a realizar el tratamiento para lo cual se deberá aplicar el procedimiento mencionado en la Figura 43.

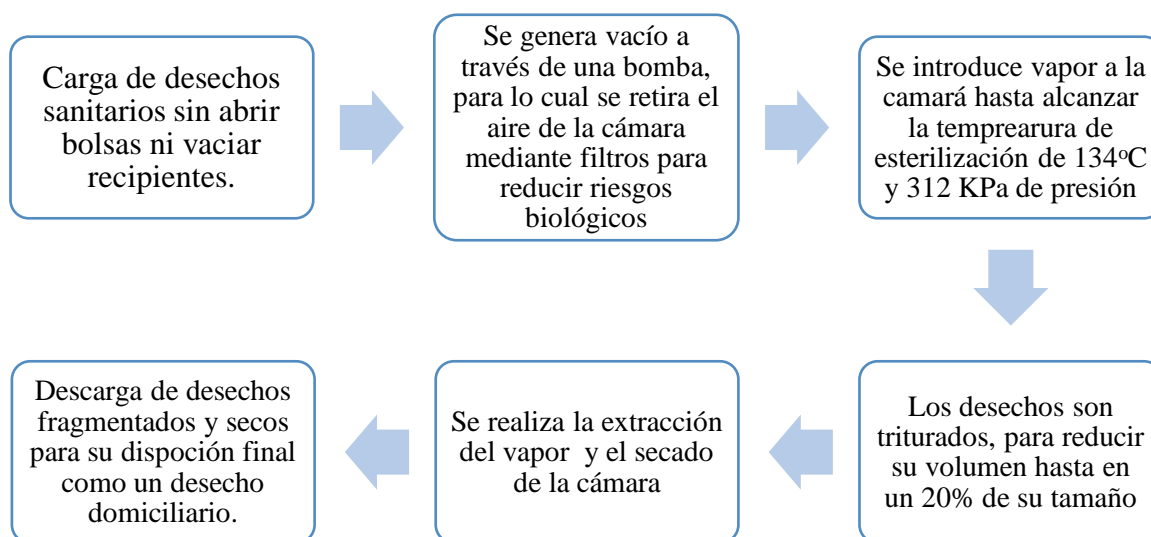


Figura 43. Procedimiento para tratamiento de desechos sanitarios mediante equipo de autoclave de vacío y trituradora.

Los desechos que han sido tratados mediante autoclave y reducidos su volumen serán transportados hacia la celda de disposición final de desechos domiciliarios del cantón Arajuno, para lo cual se deberá respetar los ciclos de tratamiento del equipo con la finalidad de garantizar la eliminación de patógenos y ser considerados como desechos no peligrosos, la Organización Mundial de la Salud establece un ciclo mínimo de 30 minutos a 121 °C y 205 KPa para un proceso de desinfección a través de autoclave.

4.4.6 Plan de contingencias

Con la finalidad de minimizar el riesgo ambiental y a la salud que se pudiese generar en caso de un accidente con desechos sanitarios durante las actividades planteadas en el presente sistema integral, se deberá conformar una brigada que se encuentre atenta a situaciones de emergencia que pudiese afectar a la salud de los funcionarios y al ambiente el mismo que estará estructurado como se muestra en la Figura 44.

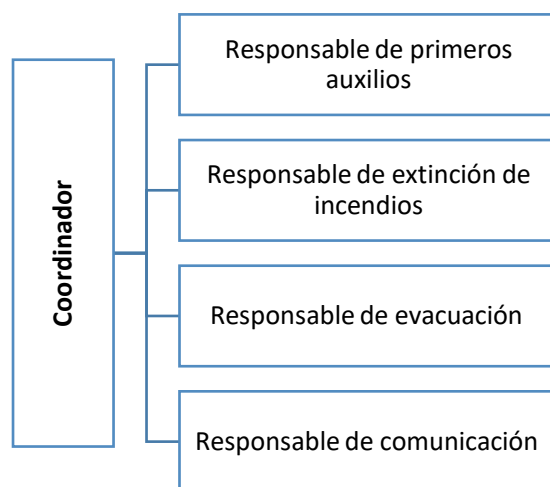


Figura 44. Brigada para atención de contingencias con desechos sanitarios.

Los riesgos de accidentes con desechos sanitarios pueden ser minimizados mediante el entrenamiento de los actores del sistema integral en cada una de sus funciones que desempeñan dentro del sistema por lo que el proceso de capacitación es un pilar fundamental para la prevención y atención de emergencias; razón por la que en la Tabla 41, se proponen medidas de respuesta en la presente tarjeta de emergencia en función de las directrices establecidas en el libro naranja del Ministerio de Ambiente del Ecuador (Ministerio de Ambiente Ecuador, 2012).

Tabla 41*Medidas de respuesta para casos de emergencia por desechos sanitarios*

TARJETA DE EMERGENCIA PARA DESECHOS SANITARIOS			
Tipo de desecho	N° ONU	ACCIONES A TOMAR EN CUENTA	
Desecho Infeccioso y Desecho Cortopunzante	Peligros Potenciales	A la salud	La inhalación o el contacto con la sustancia puede causar infección, enfermedad o la muerte Las fugas resultantes del control de incendio puede causar contaminación
		Incendio o explosión	Algunos de estos elementos pueden arder, pero ninguno se incendia inmediatamente. Algunos pueden transportarse en líquidos inflamables.
	Seguridad Pública	Actividades	Comunicar la emergencia al ECU – 911 Aislar el área de derrame como mínimo 25 metros. Alejar al personal no autorizado. Permanezca en la dirección del viento. Obtenga la identidad de la sustancia involucrada.
		Ropa protectora	Use el equipo de aire autónomo de presión positiva (SCBA) El traje para bomberos profesionales proporciona solamente protección limitada.
	Respuesta de emergencia	Fuego	Para incendio pequeño utilizar polvos químicos secos, carbonato de sodio, cal o arena. Para incendio grande use el agente extinguidor apropiado para el tipo de fuego, no disperse el material derramado con chorros de agua a alta presión, mueva los contenedores del área de fuego si lo puede hacer sin ningún riesgo
		Derrame o fuga	No tocar ni caminar sobre el material derramado No tocar los contenedores dañados o el material derramado, a menos que esté usando la ropa protectora adecuada. Absorber con tierra, arena u otro material absorbente no combustible Cubra el empaque dañado o material derramado con una toalla o trapo humedecido y consérvelo húmedo con blanqueador u otro desinfectante No lo limpie o deseche, excepto bajo la supervisión de un especialista

		<p>Mueva a la víctima a un lugar aislado seguro Llamar al ECU -911 Quitar y aislar la ropa y calzado contaminado En caso de contacto con la sustancia, enjuagar inmediatamente la piel o los ojos con agua corriente por lo menos durante 20 minutos Los efectos de exposición a la sustancia por inhalación, ingestión o contacto con la piel, se pueden presentar en forma retardada. Contactar al 1800 CIATOX Asegurese de que el personal médico tenga conocimiento de los materiales involucrados y tomar las precauciones para protegerse a sí mismos</p>
	<p>Peligros Potenciales</p>	<p>A la salud Altamente tóxico, puede ser fatal si se inhala, se ingiere o por absorción cutánea. Evitar cualquier contacto con la piel Los efectos de contacto o inhalación se pueden presentar en forma retardada. El fuego puede producir gases irritantes, corrosivos y/o tóxicos Las fugas resultantes del control de incendio o la dilución con agua, pueden ser corrosivas y/o tóxicas y causar contaminación.</p> <p>Incendio o explosión Las sustancias no combustibles no encienden por sí mismas, pero se pueden descomponer al calentarse y producir vapores corrosivos y/o tóxicos. Los contenedores pueden explotar cuando se calientan. Las fugas resultantes pueden contaminar las vías navegables.</p>
<p>Desecho farmacológico 3249</p>	<p>Seguridad Pública</p>	<p>Actividades Comunicar la emergencia al ECU – 911 Aislar el área en todas las direcciones del derrame como mínimo 50 metros para líquidos y 25 metros para sólidos. Alejar al personal no autorizado. Permanezca en la dirección del viento. Manténgase alejado de las áreas bajas.</p> <p>Ropa protectora Use el equipo de aire autónomo de presión positiva (SCBA) Use ropa protectora contra los productos químicos, la cual esté específicamente recomendada por el fabricante, esta puede proporcionar poca o ninguna protección térmica El traje para bomberos profesionales proporciona solamente protección limitada únicamente en situaciones de incendio, no es efectivo en derrames con posible contacto directo de sustancia</p>

Desecho farmacológico	Respuesta de emergencia	Fuego	<p>Para incendio pequeño utilizar polvos químicos secos, CO₂ o rocío de agua. Para incendio grande use rocío de agua, niebla o espuma regular. Mueva los contenedores del área de fuego si lo puede hacer sin ningún riesgo. Hacer un dique de contención para el agua que controla el fuego para su desecho posterior, no desparrame el material. Utilice el rocío de agua, no usar chorros directos.</p>
		Derrame o fuga	<p>No tocar los contenedores dañados o el material derramado, a menos que esté usando la ropa protectora adecuada. Detenga la fuga, en caso de poder hacerlo sin riesgo. Prevenga la entrada hacia vías navegables, alcantarillas, sótanos o áreas confinadas. Cubra con una hoja de plástico para prevenir su propagación. Absorber con tierra seca, arena u otro material absorbente no combustible y transferirlo a contenedores. No introducir agua en los contenedores.</p>
		Primeros auxilios	<p>Mueva a la víctima a donde se respire aire fresco Llamar al ECU -911 Aplicar respiración artificial si la víctima no respira. No utilizar el método de respiración de boca a boca si la víctima ingirió o inhaló la sustancia; proporcione la respiración artificial con la ayuda de una máscara de bolsillo con una sola vía u otro dispositivo médico de respiración. Suministre oxígeno si respira con dificultad. Quitar y aislar la ropa y el calzado contaminado. En caso de contacto con la sustancia, enjuagar inmediatamente la piel o los ojos con agua corriente por lo menos durante 20 minutos Para contacto menor con la piel, evite esparcir el material sobre la piel que no esté afectada. Mantener a la víctima en reposo y con temperatura corporal normal. Los efectos de exposición a la sustancia por inhalación, ingestión o contacto con la piel, se pueden presentar en forma retardada. Asegúrese de que el personal médico tenga conocimiento de los materiales involucrados y tomar las precauciones para protegerse a sí mismos.</p>

4.4.7 Plan de capacitación

Con la finalidad de minimizar los riesgos a la salud humana y el impacto ambiental por la gestión de desechos sanitarios se propone realizar un entrenamiento a los actores involucrados en el sistema integral en las temáticas propuestas en la Tabla 42.

Tabla 42

Temas de capacitación y entrenamiento para la gestión integral de desechos sanitarios.

Tema	Grupo objetivo	Tiempo requerido (horas)
Identificación y clasificación de desechos sanitarios conforme la normativa vigente.	- Personal sanitario CS Curaray	4
Envasado/embalado y etiquetado de desechos sanitarios.	- Personal sanitario CS Curaray - Personal del GADM Arajuno	4
Almacenamiento de desechos conforme incompatibilidades de las sustancias, manipulación, limpieza y desinfección de almacenamiento final.	- Personal sanitario CS Curaray - Personal del GADM Arajuno	8
Desactivación química de desechos cortopunzantes y preparación de soluciones químicas.	- Personal sanitario CS Curaray - Comité de desechos sanitarios	6
Seguridad industrial y equipos de protección personal.	- Personal sanitario CS Curaray - Personal del GADM Arajuno	40
Medidas para transporte de desechos sanitarios, materiales a transportar, equipos de contención, sistemas de emergencia.	- Personal sanitario CS Curaray - Personal del GADM Arajuno	8
Roles y funciones de los brigadistas para atención de emergencias por desechos sanitarios.	- Personal sanitario CS Curaray - Personal del GADM Arajuno	40
Agentes y equipos extintores para incendio.	- Personal sanitario CS Curaray - Personal del GADM Arajuno	40
Primeros auxilios	- Personal del GADM Arajuno	40
Evacuación de material y sustancias derramadas, técnicas e insumos de recolección.	- Personal sanitario CS Curaray - Personal del GADM Arajuno	24
Operación y mantenimiento de autoclave.	- Personal del GADM Arajuno	40

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Considerando las condiciones ambientales y de ubicación geográfica de la parroquia rural Curaray, en el presente estudio se diseñó un sistema integral de desechos sanitarios adaptado a sus necesidades que permita minimizar el riesgo a la salud e impacto ambiental; para lo cual es necesario la acción directa y comprometida de los actores del sistema, siendo estos los generadores de desechos sanitarios y el prestador de servicios para su gestión externa (GAD Municipal del cantón Arajuno).
- De la clasificación realizada a los desechos sanitarios generados en la parroquia rural Curaray se determinó que el desecho predominante corresponde a desechos infecciosos, identificado en todos los puntos de generación de desechos de la fuente fija (Centro de Salud Tipo A Curaray), por consecuencia se establecen las medidas necesarias para su manejo en el sistema integral propuesto.
- La tasa de generación mensual de desechos sanitarios en la parroquia Curaray es de 0,043 kg/mes. paciente; por lo que se puede manifestar que mensualmente se generan cantidades pequeñas de desechos sanitarios que ascienden a un valor de 16,40 kilogramos, según la clasificación establecida en el manual para la gestión interna de residuos y desechos generados en establecimientos de salud; sin embargo, estos desechos deben ser gestionados de manera adecuada ya que su acumulación y gestión inapropiada conllevaría a que se convierta en un foco de infección y contaminación ambiental en la parroquia.

- Del análisis de riesgo ambiental y para la salud humana que representa el almacenamiento prolongado de desechos sanitarios en la parroquia rural Curaray por períodos de hasta 12 meses y conforme con el Acuerdo Ministerial 00036 del Ministerio de Salud Pública, se puede manifestar que en función a los criterios descritos en la metodología de evaluación, corresponde a la categoría de riesgo ambiental y de salud pública; lo que implica que se deberá realizar una evaluación de la exposición de los contaminantes que permita determinar la temporalidad de la restauración de los factores ambientales; a más de controlar los riesgos presentes en el almacén de desechos sanitarios mediante la aplicación de las medidas de gestión interna y externa contempladas en el sistema propuesto.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda a las Autoridades cantonales y parroquiales, así como también a los generadores de desechos sanitarios de la parroquia Curaray a implementar el sistema integral de desechos sanitarios propuesto en el presente estudio, el mismo que cuenta con dos alternativas de gestión valoradas económica y ambientalmente para la toma de decisiones; que desde el punto de vista propio la alternativa de gestión in situ es la más factible económica y ambientalmente de ser aplicada.
- Considerando el volumen mínimo de generación mensual de desechos sanitarios en la parroquia rural Curaray, se recomienda implementar la alternativa de gestión in situ, la cual en términos económicos asciende a un monto de 13589.71 USD, cuatro veces más económica que la alternativa de gestión ex situ y en términos ambientales existe un equilibrio entre las dos alternativas; sin embargo, es importante recalcar que las dos alternativas cumplen con los parámetros técnicos de gestión adecuada de desechos sanitarios, por lo que el GAD Municipal del cantón Arajuno tiene la potestad de seleccionar la alternativa a implementar.
- Realizar un estudio complementario para la gestión de los desechos no peligrosos generados en la parroquia Curaray, los mismos que por no contar con características de riesgo deberán ser tratados de manera diferenciada a los desechos peligrosos de tipo sanitario abordados en el presente estudio.
- Se exhorta a los profesionales de la salud realizar un estudio epidemiológico respecto a las enfermedades contraídas por la exposición de los contaminantes presentes en el almacenamiento final de desechos sanitarios de la parroquia rural Curaray.

BIBLIOGRAFÍA

Aponte, J. A. (2009). *PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS CAMPAÑA ORDEN Y ASEO*. 105.

Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador. *Constitución de la República del Ecuador*. , (2008).

CEPIS/OPS. (1997). Manual para el Manejo de Desechos en Establecimientos de Salud.

Recuperado 14 de agosto de 2019, de

<http://www.bvsde.paho.org/bvsair/e/repindex/rep62/guiamane/manuma.html>

Chartier, Y., Emmanuel, J., Pieper, Pruss, Rushbrook, Stringer, ... Zghondi. (2014). *Safe Management of Wastes From Health-care Activities. Second Edition*. World Health Organization.

Corantioquia. (2015). Protocolo requerimientos tecnicos y normativos para hornos incineradores.pdf. Recuperado 26 de agosto de 2019, de

<http://www.corantioquia.gov.co/SiteAssets/PDF/Gesti%C3%B3n%20ambiental/Residuos/Peligrosos/Cartillas/Protocolo%20requerimientos%20tecnicos%20y%20normativos%20para%20hornos%20incineradores.pdf>

Díaz, F. (1999). *Metodología de identificación y evaluación de riesgos para la salud en sitios contaminados*. Lima: OPS/CEPIS.

Dirección Distrital de Salud 16D02 Arajuno. (2018). *Registros de generación mensual de desechos sanitarios del Centro de Salud tipo A «Curaray»*. Arajuno - Pastaza: Ministerio de Salud Pública.

Distrito de Salud 16D02, Arajuno. (2018). *Registro diario automatizado de consultas y atenciones ambulatorias RDACAA*. Centro de Salud Curaray: Ministerio de Salud Pública.

Environment Protection Agency Victoria. (2015). *Waste Materials – Density Data*.

Fernández-Vítora, V. C. (2011). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental* (4.^a ed.). Madrid: Mundi-Prensa Libros.

INEC. (2010). Población y Demografía. Recuperado 15 de mayo de 2019, de INEC website:
<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>

INEC, I. N. de E. y. (2014). Módulo de Residuos Peligrosos en Establecimientos de Salud-2014. Recuperado 15 de mayo de 2019, de Instituto Nacional de Estadística y Censos website:
<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/modulo-de-residuos-peligrosos-en-establecimientos-de-salud-2014/>

INEN. (2013a). *Norma Técnica Ecuatoriana, Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN 2266 Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos*.

INEN. *Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos. Requisitos.* , Pub. L. No. 2266:2013 (2013).

MAE. Listados nacionales de sustancias químicas peligrosas, desechos peligrosos y especiales. , Registro Oficial 856 AM 142 § (2012).

MAE. Código Orgánico de Ambiente. , Registro Oficial 983 COA § (2017).

Martínez, J. (2005). *Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos - Fundamentos*. 164.

Ministerio de Ambiente Ecuador. (2012). *Guía de respuesta en caso de emergencia*.

Ministerio de Salud Perú. (1998). Tecnologías de Tratamiento de Residuos Sólidos de Establecimientos de Salud. Recuperado 26 de agosto de 2019, de <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/e/fulltext/tecno/tecno.pdf>

Ministerio de Salud Pública. (2016). *Bioseguridad para los Establecimientos de Salud. Manual.*

Recuperado de <http://salud.gob.ec>

MSP. Ley Orgánica de Salud. , Registro Oficial 423 LOS § (2006).

MSP. *Reglamento interministerial de gestión de desechos sanitarios.* , Pub. L. No. 5186 (2014).

MSP. (2019a). GeoSalud 3.5.2 | MSP. Recuperado 15 de mayo de 2019, de <https://geosalud.msp.gob.ec/geovisualizador/>

MSP- Dirección Nacional de Ambiente y Salud. *Gestión interna de los desechos generados en los establecimientos de salud.* , Pub. L. No. 00036 (2019).

MSP, M. (2019b). *Reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos generados en los establecimientos de salud.*

OMS. (2018, febrero 8). Desechos de las actividades de atención sanitaria. Recuperado 13 de agosto de 2019, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>

Organización Marítima Internacional OMI. (2011). *Código marítimo internacional de mercancías peligrosas IMDG.*

PNUMA. (2015). *Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea sobre el control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación.*

SanMartín. (2015). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Curaray.* Recuperado de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1660012850001_ACTUALIZACION%20PDYOT%20PARROQUIA%20CURARAY%202015-2019_22-10-2015_14-05-42.pdf

Secretaría de Ambiente - Distrito Metropolitano de Quito. Normas técnicas para la aplicación de la codificación del Título V, “De la prevención y control del medio ambiente”. , Pub. L. No. 0002-DMA-2008, Norma técnica para emisiones a la atmósfera de fuentes fijas de combustión (2008).

Secretaría Distrital de Salud de Bogotá, D.C. (2004). Guías para la prevención, control y vigilancia epidemiológica de infecciones intrahospitalarias. Recuperado 26 de agosto de 2019, de <http://www.saludcapital.gov.co/sitios/VigilanciaSaludPublica/Todo%20IIH/007%20Desinfectantes.pdf>

SENPLADES. Código orgánico de Autonomía y descentralización. , Suplemento 303 COOTAD § (2010).

Surdry. (2018, junio 7). Qué es un autoclave, para qué y en qué industrias se utiliza. Recuperado 26 de agosto de 2019, de Surdry website: <https://surdry.com/es/que-es-un-autoclave-para-que-y-en-que-industrias-se-utiliza/>

Tchobanoglous, G., Theissen, H., & Eliassen, R. (1982). *DESECHOS SÓLIDOS PRINCIPIOS DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN*. 216.

Tello, P, O. (2010). *Diseño de la celda de seguridad de desechos hospitalarios para el nuevo relleno de la ciudad de Santa Rosa de Copán*. 25.