



UNAP



**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**

TESIS

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE
RESIDUOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS DEL CENTRO DE SALUD
BELLAVISTA NANAY-PUNCHANA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO QUÍMICO**

PRESENTADO POR:

DALTON RENGIFO ROMERO

LUIS MANUEL VALERA PÉREZ

ASESOR:

Ing. VICTOR GARCÍA PÉREZ, Mtro.

IQUITOS, PERÚ

2021

ACTA DE SUSTENTACIÓN



UNAP

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA
Facultad de Ingeniería Química



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 002-CGT-FIQ-UNAP

En Iquitos, a los veinte y siete días del mes de marzo del dos mil veinte y uno, a horas 10:00 am., se dio inicio a la sustentación pública de la Tesis titulada: "PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS DEL CENTRO DE SALUD BELLAVISTA NANAY-PUNCHANA", aprobado con Resolución Decanal N° 029-2021-FIQ-UNAP, presentado por los Bachilleres: **Dalton Rengifo Romero y Luis Manuel Valera Pérez**, para optar el título profesional de **Ingeniero Químico**, que otorga la Universidad de acuerdo Ley y Estatuto.

El jurado calificador y dictaminador designado mediante R. D. N° 152-2020-FIQ-UNAP está integrado por:

Ing. SUMNER SHAPIAMA ORDOÑEZ, MSc.	Presidente
Ing. MARITZA ECHEVARRIA ORDOÑEZ DE ARAUJO, Dra.	Miembro
Ing. KARENTH ELENA RAMÍREZ ÁLVAREZ, MSc.	Miembro

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas:

Satisfactoriamente

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La sustentación pública y la tesis ha sido: Aprobada con la calificación Buena. Estando los bachilleres aptos para obtener el Título Profesional de **Ingeniero Químico** siendo las 11:20 am. se dio por terminado el acto de Sustentación.

Ing. SUMNER SHAPIAMA ORDOÑEZ, MSc.
Presidente de Jurado

Ing. MARITZA ECHEVARRIA ORDOÑEZ DE ARAUJO, Dra.
Miembro

Ing. KARENTH ELENA RAMÍREZ ÁLVAREZ, MSc.
Miembro

Ing. VICTOR GARCÍA PÉREZ, Mtro.
Asesor

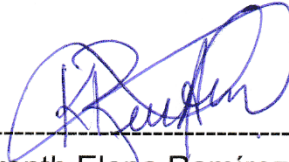
JURADO CALIFICADOR



Ing. Sumner Shapiama Ordoñez, MSc.
Presidente de Jurado



Ing. Maritza Echevarría Ordoñez De Araujo, Dra.
Miembro



Ing. Karenth Elena Ramírez Álvarez, MSc
Miembro



Ing. Víctor García Pérez. Mtro.
Asesor

DEDICATORIA

El presente trabajo de tesis: “Propuesta de diseño de una planta de tratamiento de Residuos sólidos hospitalarios del Centro de Salud Bellavista Nanay-Punchana”, está dedicado primeramente a nuestros padres por depositar su confianza y apoyo incondicional en nosotros e inculcarnos a cumplir nuestras metas trazadas.

A la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana por darnos la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A nuestros profesores de la Facultad de Ingeniería Química por su esfuerzo y su dedicación, quienes, con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación han logrado en nosotros que podamos concluir nuestros estudios con éxito.

También nos gustaría dedicar este trabajo de tesis, a nuestros familiares, porque todos han aportado con un granito de arena a nuestra formación profesional.

Son muchas las personas que han contribuido y formado parte de nuestras vidas como estudiantes, a las que nos encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de nuestras vidas.

Algunas están aquí con nosotros y otras en nuestros recuerdos y en nuestros corazones, sin importar en donde estén queremos darles las gracias por formar parte de nosotros, por todo lo que nos han brindado y por todas sus bendiciones.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

**DALTON
LUIS MANUEL**

AGRADECIMIENTO

Esta tesis, si bien ha requerido de esfuerzo y mucha dedicación por parte de los autores y su asesor de tesis, no hubiese sido posible su finalización sin la cooperación desinteresada de todas y cada una de las personas que a continuación citaré y muchas de las cuales han sido un soporte muy fuerte en momentos difíciles.

Primero y antes que nada, dar gracias a Dios, por estar con nosotros en cada paso que damos, por fortalecer nuestros corazones e iluminar nuestras mentes y por haber puesto en nuestro camino a aquellas personas que han sido nuestro soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Agradecer hoy y siempre a nuestras familias porque sé que procuran nuestro bienestar, y nos dan la fortaleza necesaria para seguir adelante.

**DALTON
LUIS MANUEL**

INDICE

	Pág.
PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
JURADO CALIFICADOR	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
INDICE	vi
RESÚMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Descripción de la situación problemática	1
1.2. Formulación del problema	2
1.3. Objetivos	2
1.3.1. Objetivo general	2
1.3.2. Objetivos específicos	2
1.4. Justificación	3
1.4.1. Importancia	3
1.4.2. Viabilidad	3
1.5. Limitaciones	3
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	4
2.1. Antecedentes	4
2.2. Bases teóricas	5
2.3. Definición de términos básicos	20

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES	24
3.1. Formulación de la hipótesis	24
3.2. Variables y su operacionalización	24
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA	25
4.1. Diseño metodológico	25
4.2. Diseño Muestral	25
4.3. Procedimiento de recolección de datos	25
4.4. Procedimiento y análisis de datos	27
4.5. Aspectos éticos	48
CAPÍTULO V. RESULTADOS	49
CAPÍTULO VI. DISCUSIONES	51
CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES	52
CAPÍTULO VIII. RECOMENDACIONES	53
BIBLIOGRAFIA	54
ANEXOS	57

INDICE DE CUADROS, FIGURAS

Cuadro N° 01	Resumen de los sistemas de tratamiento de residuos sólidos hospitalarios
Cuadro N° 02	Resumen de tecnologías emergentes en los sistemas de tratamiento de residuos sólidos hospitalarios
Cuadro N° 03	Operacionalización de las variables
Cuadro N° 04	Estimación de la generación de residuos sólidos en el Centro de Salud Bellavista Nanay-Distrito de Punchana

RESÚMEN

La Organización Mundial de la Salud (OMS), define los residuos sólidos hospitalarios, como un sistema de seguro sanitario, existen estudios que se realizan a nivel mundial, empleando diferentes tecnologías de tratamientos, mostrando los resultados en diferentes países, encontrando evidencias sobre problemas de salud, su repercusión en temas económicos y ambientales; esto se nota más en países en vías de desarrollo que en países desarrollados. El presente trabajo de investigación fue realizado en el Centro de Salud Bellavista Nanay, ubicado en el distrito de Punchana, provincia de Maynas, región Loreto, tuvo como objetivo estimar la viabilidad técnica para proponer el diseño de una planta de tratamiento de residuos sólidos hospitalarios del Centro de Salud Bellavista Nanay. La presente investigación fue de tipo descriptivo experimental, El tipo de muestreo fue total de los residuos hospitalarios del centro de salud de Bellavista Nanay, la población estuvo constituido por todos los residuos sólidos generados en el centro de salud Bellavista Nanay. Los datos de la cantidad de residuos sólidos hospitalarios, fueron obtenidos de los datos estadísticos del sistema de almacenamiento en los contenedores del centro de salud de Bellavista Nanay, que previamente son segregados. Para medir la generación de residuos sólidos se acudió a los registros estadísticos de recolección de RSH. Este estudio sirve como posible alternativa de solución al tratamiento de residuos sólidos hospitalarios del Centro de Salud de Bellavista Nanay, porque actualmente, no se realiza ningún tipo de tratamiento, estos residuos son embolsados y transportados hacia el botadero municipal de la ciudad de Iquitos. Entre los resultados se caracterizaron cualitativamente los residuos sólidos hospitalarios del Centro de Salud, estos residuos generados en este establecimiento de salud, son generados en las actividades asistenciales y constituyen un potencial peligro de daño para la salud de las personas, siendo el 85,28 % residuos biocontaminados y el 14,72 % residuos punzocortantes.

Palabras Claves: Biocontaminantes, infecciosas, tóxicas, radiactivas

ABSTRACT

The World Health Organization (WHO) defines solid hospital waste as a health insurance system, there are studies that are carried out worldwide, using different treatment technologies, showing the results in different countries, finding evidence on problems of health, its impact on economic and environmental issues; This is more noticeable in developing countries than in developed countries. The present research work was carried out at the Bellavista Nanay Health Center, located in the Punchana district, Maynas province, Loreto region, its objective was to estimate the technical feasibility to propose the design of a hospital solid waste treatment plant in the Bellavista Nanay Health Center. The present investigation was of a descriptive experimental type. The type of sampling was total hospital waste from the Bellavista Nanay health center, the population consisted of all the solid waste generated at the Bellavista Nanay health center. The data on the amount of solid hospital waste was obtained from the statistical data of the storage system in the containers of the Bellavista Nanay health center, which are previously segregated. To measure the generation of solid waste, the statistical records of RSH collection were used. This study serves as a possible alternative solution to the treatment of solid hospital waste at the Bellavista Nanay Health Center, because currently, no type of treatment is carried out, these wastes are bagged and transported to the municipal dump of the city of Iquitos. Among the results, the solid hospital waste from the Health Center was qualitatively characterized. This waste generated in this health facility is generated in care activities and constitutes a potential danger of damage to people's health, being 85.28% biocontaminated waste and 14.72% sharp waste.

Key Words: Biocontaminants, infectious, toxic, radioactive

INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS), (2000) define a los residuos sólidos hospitalarios como: “cualquier residuo sólido que se genera en el diagnóstico, tratamiento o inmunización de seres humanos o animales, en investigación perteneciente a los mismos, o pruebas biológicas, que incluyen, pero no se limitan a: vendajes sucios o empapados de sangre, platos de cultivo y otros artículos de vidrio. **(Magdy, 2009)**

Los establecimientos médicos, que incluyen hospitales, clínicas, laboratorios clínicos, consultorios privados, instalaciones médicas con licencia y sin licencia; juegan papeles muy importantes en diferentes actividades; mediante tecnología actualizada para restaurar y mantener la salud de los pobladores de la comunidad; todo esto a través de diferentes departamentos de los respectivos centros de salud **(Magdy, 2009)**.

En diferentes países del mundo, se han realizado numerosos estudios referentes a la gestión de los residuos sólidos hospitalarios, especialmente en países en vías de desarrollo. Este estudio, definitivamente es interdisciplinario, teniendo como objetivo condensar el conocimiento disponible sobre riesgos para la salud y el medio ambiente que pueden generar estos residuos y también, desarrollar una evaluación asociativa dinámica entre tasa de generación de residuos sólidos hospitalarios, composición de estos residuos, producto interno (PIB) per cápita e índice de desempeño ambiental (EPI).

Investigadores de India, China, Pakistán, Brasil e Irán; encontraron evidencias relacionadas sobre problemas de salud y los residuos sólidos; en temas económicos y ambientales; mucho más que en países desarrollados **(Ansari, et al; 2019)**.

La categorización más común de residuos médicos en todo el mundo es en las fracciones de residuos peligrosos y no peligrosos. Además, los desechos infecciosos y / u objetos punzantes aparecen ocasionalmente como categorías

separadas Una de las categorizaciones más completas de residuos médicos se describe en la legislación griega (HCMD, 2012). En Grecia, los MW se clasifican en: (i) tipo urbano no peligroso desechos médicos y (ii) desechos médicos peligrosos **(Kalogiannidou, et al; 2018)**

Los desechos sólidos hospitalarios se consideran peligrosos porque contienen sustancias infecciosas, radiactivas y tóxicas y puede causar efectos dañinos a la salud humana y el medio ambiente. La incineración se ha convertido en el principal método de eliminación de desechos sólidos hospitalarios en China desde el brote de síndrome respiratorio agudo severo (SRAS) en 2003. Se estima que actualmente hay más de 300 incineradores centralizados y el número sigue aumentando **(Liu, et al; 2012)**.

En los últimos años en nuestro país, actualmente existe mucha preocupación por el manejo y disposición final de los residuos peligrosos originados en los centros de salud, traduciéndose esta preocupación en cambios y normatividad actualizada de para el manejo de estos residuos, todo esto dirigido por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), como autoridad competente en el manejo y gestión de los residuos sólidos en el Perú incluyendo los residuos peligrosos. **(Guevara, 2006)**.

Los residuos sólidos generados en los establecimientos de salud y en los servicios médicos de apoyo son consecuencia de las diferentes de las actividades asistenciales, constituyendo un peligro latente para la salud del personal médico, enfermeras, técnico, limpieza y, pacientes que asisten a estos centros de salud, debido a que la carga microbiana que contienen, ingresa mediante diferentes vías (respiratoria, digestiva, cutánea) al organismo humano. Estos residuos, tienen un componente importante de residuos comunes y una pequeña proporción de residuos peligrosos (biocontaminados y especiales). Todas las personas que asisten a un centro de salud o en un servicio médico de apoyo, trabajadores, pacientes, visitantes; son víctimas potenciales, en diferentes grados, cuyo riesgo varía según la permanencia en el establecimiento de salud, la característica de su labor y su participación en el manejo de los mismos **(MINSA, 2012)**.

Actualmente la gestión integral de residuos sólidos hospitalarios, es un serio problema, debido al aumento de la generación de estos residuos, lo ineficiente que es el servicio de limpieza pública, así como también la disposición final, considerando que, en gran parte de nuestro país, no existen rellenos sanitarios, solo existen botaderos municipales. Por lo que el gobierno central emitió el Decreto Legislativo N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos; y, posteriormente emite el Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, con su respectivo reglamento, cuya finalidad es:

1. Prevenir o minimizar la generación de residuos sólidos en origen
2. Recuperar y valorizar los residuos sólidos generados
3. Realizar la disposición final adecuada de los residuos sólidos que no lograron ser valorizados. **(MINAM, 2019)**

Se hicieron diferentes estudios en forma cualitativa y cuantitativa el contenido microbiológico de los residuos sólidos hospitalarios y residuos domiciliarios (domésticos). Se llegó a la conclusión, que los residuos domiciliarios contienen en promedio más microorganismos con potencial patógeno para humanos, que los residuos sólidos hospitalarios. También se hicieron Investigaciones a nivel mundial, demostrando que los residuos domésticos contienen, en promedio 100 veces más microorganismos con potencial patogénico para humanos que los residuos sólidos hospitalarios. **(MINSAL, 2004)**

La exposición a los residuos sólidos hospitalarios, involucra al personal que maneja dichos residuos tanto dentro como fuera de los establecimientos de salud y de los servicios médicos de apoyo, también están involucrados el personal asistencial y servicios médicos de apoyo (médicos, enfermeras, técnicos, auxiliares, etc.), estando en riesgo de sufrir algún daño potencial como consecuencia de la exposición o contacto a residuos peligrosos; destacándose los residuos punzo cortantes como los principalmente implicados en los “accidentes en trabajadores de salud” y en la transmisión de enfermedades infecciosas. . **(MINSAL, 2004)**

En la actualidad, un alto porcentaje de los residuos sólidos hospitalarios generados en los servicios de salud y similares -especialmente en las salas de atención de enfermedades infectocontagiosas, salas de urgencias, laboratorios clínicos, bancos de sangre, salas de maternidad, cirugía, morgues, radiología, entre otros; son muy peligrosos por su carácter infeccioso, reactivo, radiactivo e inflamable. Debido a que presenta características infecciosas, su inadecuado manejo y mala disposición final contamina; incrementando las cantidades de residuos generados y por ende los costos de tratamiento, los impactos y los riesgos sanitarios y ambientales. Los residuos hospitalarios pueden ser agentes causantes de diferentes tipos de enfermedades virales como la hepatitis B o C, entre otras; generando así riesgos para los trabajadores de la salud y para quienes manejan los residuos dentro del establecimiento generador. **(MINSAP, 2011)**

La información disponible a nivel mundial nos muestra que las lesiones por accidentes punzocortantes son reportadas con mayor frecuencia y afectan al personal de enfermería, laboratorio, médicos, personal de mantenimiento, personal de limpieza y otros trabajadores sanitarios. Algunas de estas lesiones exponen a los trabajadores a patógenos contenidos en la sangre que pueden transmitir enfermedades contagiosas tales como hepatitis B (VHB), hepatitis C (VHC), y contaminación con el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH), entre otros. Las infecciones producidas por cada uno de estos patógenos pueden poner en peligro la vida, pero son prevenibles si se toman acciones contra ellos. **(MINSAP, 2011)**

La inadecuada recolección, transporte, almacenamiento y disposición final de los desechos hospitalarios puede provocar daños físicos serios e infecciones graves al personal asistencial que labora en los hospitales, a los pacientes y a la comunidad en general. La manipulación de estos desechos aumenta el riesgo para el trabajador hospitalario y el reciclador, que puede contaminarse la piel o las conjuntivas oculares, herirse con objetos cortopunzantes, inhalar aerosoles infectados o irritantes, o ingerir en forma directa o indirecta, el material contaminado. **(MINSAP, 2011).**

Actualmente el manejo de los residuos hospitalarios del Centro de Salud Bellavista Nanay, no es el más apropiado, al no existir un reglamento claro al respecto a nivel municipal. Los residuos sólidos hospitalarios, muchas veces van a los sistemas de drenaje de la ciudad, que van a parar a las aguas del río Itaya; por lo que es necesario, diseñar una planta de tratamiento de residuos sólidos hospitalarios, para el centro de salud de Bellavista Nanay.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la situación problemática

Los residuos hospitalarios, si no tienen disposición final adecuada, pueden ocasionar contaminación en el medio ambiente (aire, agua, suelo), así como también enfermedades. Los residuos infecciosos, presentan un riesgo para el personal médico así como al personal asistencial y personal de limpieza de los establecimientos de salud; estos establecimientos de salud, también generan residuos químicos, farmacéuticos, radiactivos; que requieren un manejo especial para su disposición final; todo estos residuos constituyen un peligro permanente para la salud de las personas, si en circunstancias no deseadas, la carga microbiana ingresa al organismo del ser humano, vía respiratoria, digestiva o dérmica.

El tratamiento de los residuos sólidos hospitalarios, se considera entre las industrias más grandes del mundo. A la Unión Europea, el costo de este tratamiento representa el 10% del producto interno bruto (PBI), 15% del gasto público y 8% de la fuerza laboral de la Unión Europea. En Estados Unidos, representa el 17,9% del PIB (en 2009), consumiendo miles de millones de kW y emplea a millones de personas, pero está produciendo 5.9 millones de toneladas de desechos al año y 8% del total de dióxido de carbono que produce Estados Unidos. **(Zamparas, et al; 2019).**

El manejo de los residuos sólidos hospitalarios en nuestra ciudad, consiste en la segregación de estos residuos, para ser depositados en bolsas, para su disposición final en el relleno sanitario, ubicado en el km 31.5 de la carretera Iquitos Nauta; el mismo tratamiento reciben los residuos sólidos generados en el centro de salud de Bellavista Nanay.

Actualmente existen diferentes tecnologías para el tratamiento de estos residuos, siendo uno de ellos el procesamiento por incineración, el de mayor aplicación, (reduce el 90 % del volumen y el 75 % del peso), consistente en la

oxidación térmica, logrando una esterilización adecuada, destruye los compuestos citotóxicos.

1.2. Formulación del problema

De lo mencionado anteriormente, es urgente realizar una propuesta de diseño de una planta de tratamiento de residuos sólidos hospitalarios para el centro de salud de Bellavista Nanay, con la finalidad de reducir la contaminación del medio ambiente (aire, agua, suelo), además de preservar la salud del personal médico, personal asistencial, personal de limpieza, pacientes y pobladores en general, por lo que el problema sería:

¿Cómo se logrará diseñar una planta de tratamiento de residuos sólidos hospitalarios del centro de salud de Bellavista Nanay, con la información disponible?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar una planta de tratamiento de residuos sólidos para el Centro de Salud Bellavista Nanay

1.3.2. Objetivos específicos

1. Determinar la composición y cantidad de los residuos sólidos hospitalarios del centro de salud Bellavista Nanay-Punchana.
2. Caracterizar los residuos sólidos peligrosos o de riesgo biológico generados en el Centro de Salud Bellavista Nanay- distrito de Punchana.
3. Evaluar el volumen de producción de residuos generados en el Centro de Salud, Bellavista Nanay, del distrito de Punchana.
4. Proponer una alternativa tecnológica para el tratamiento de los residuos sólidos hospitalarios del centro de salud Bellavista Nanay – Punchana, minimizando el impacto ambiental.

1.4. Justificación

El desarrollo del presente trabajo se justifica por lo siguiente:

1. Contribuir a reducir la contaminación ambiental (aire, agua y suelo) por la generación de residuos sólidos hospitalarios
2. Aportar a reducir el riesgo de contaminación de la salud de los pobladores de la zona de Bellavista Nanay, por transmisión de vectores y enfermedades tropicales y no tropicales; debido al mal manejo de estos residuos.
3. Contribuir con la propuesta de diseño de la planta de tratamiento de residuos sólidos hospitalarios a mejorar la calidad de vida de los pobladores de la zona de influencia.
4. Incentivar a los directivos del centro de salud de Bellavista Nanay, a ejecutar una disposición final adecuada de estos residuos, beneficiando al medioambiente, personal médico, personal asistencial, personal de limpieza, pacientes y pobladores en general.

1.4.1. Importancia

Los residuos sólidos hospitalarios, con una disposición inadecuada, pueden ser causantes de contaminaciones del medio ambiente, peligro para la salud de todo el personal que labora en el establecimiento de salud, así como de pacientes y público en general, por lo que es de vital importancia su tratamiento para su disposición final, de manera que se eviten los riesgos y peligros para el ser humano, que acuda al centro de salud de Bellavista Nanay, por diversas circunstancias.

1.4.2. Viabilidad

El desarrollo del presente trabajo es viable, debido a que actualmente se conocen tecnologías de tratamiento de los residuos sólidos hospitalarios, así como también los directivos del centro de salud, proporcionaron la información solicitada.

1.5. Limitaciones

No existe limitación alguna que pueda impedir el desarrollo del presente trabajo.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

En 2019, se desarrolló el estudio sobre el modelo de criterios múltiples para examinar los procedimientos, técnicas y métodos disponibles de manejo de desechos infecciosos en la gran unidad de salud del Hospital General Regional de la Universidad de Patras, Grecia occidental. En particular, este estudio examinó lo siguiente: a) la legislación vigente y las Directivas emitidas para fines médicos gestión de residuos en Grecia y entre los demás miembros de la Unión Europea, b) contribución de los residuos sanitarios, tasa de generación de parámetros sociales y económicos en países europeos seleccionados, c) procedimientos disponibles, técnicas y métodos sobre la eliminación de desechos infecciosos en la asistencia sanitaria estudiada, y, d) proposiciones para el manejo integrado de tales desechos peligrosos.

En particular, los resultados indicaron un muy buen valor en los criterios de gestión ambiental debido a los valores obtenidos para el compromiso con los estándares de política ambiental y la gestión de residuos procedimientos. Sin embargo, nuevas mejoras en la conciencia del personal (como programas de desarrollo para mejorar sensibilidad) y más proveedores de compras verdes, deben abordarse más a fondo (**Zamparas, et al;2019**).

En 2014, se investigó sobre la solidificación / estabilización (S / S) de residuos sólidos hospitalarios, indicando que es una tecnología de utilización establecida para tratar desechos peligrosos. Esta investigación exploró la influencia del pH (3–12) en la inmovilización de metales pesados presentes en cinco mezclas en el incinerador de residuos sólidos hospitalarios de cenizas y cemento Portland, siguiendo dos procesos diferentes de solidificación / estabilización de residuos (hidratación y granulación de cemento). En general, proceso de hidratación del cemento

resultó en productos más estables que el proceso de granulación. Un alto contenido de cenizas en la mezcla con El cemento Portland (60% en peso) resultó en la mayor inmovilización de Pb^{2+} y Cu^{2+} , mientras que un bajo contenido de cenizas en la mezcla (10% en peso) dio como resultado la lixiviabilidad más baja de Zn^{2+} . Cuando cenizas y cemento Portland se mezcló en proporciones iguales (50% en peso), la mayor encapsulación se observó para Ni^{2+} , Cd^{2+} y Cr^{3+} . Los valores de pH alcalino neutro y débil dentro del rango $pH = 7-8$ resultaron en la lixiviabilidad más baja del Monitoreo de metales pesados **(Sobiecka, et al; 2014)**.

La gestión de residuos biomédicos es una parte integral del sistema tradicional y contemporáneo de atención médica. El documento se centra en la identificación y clasificación de desechos biomédicos en hospitales ayurvédicos (medicina tradicional en India), Prácticas actuales de su gestión en los hospitales de Ayurveda y su futuro prospectivo. **(Sobiecka, et al; 2014)**.

En 1991, se desarrolló una investigación del tipo explicativa, diseño cuantitativo, se evidenció que el 85.5% de los centros hospitalarios tenían servicios de limpieza propios, tanto los públicos como los privados con un personal sin capacitación **(Cifuentes, et al; 1991)**.

2.2. Bases teóricas

Residuos Biocontaminantes

Son residuos peligrosos que se producen durante el proceso de atención e investigación médica, estos residuos, están contaminados con agentes infecciosos, o que pueden contener concentraciones de microorganismos que son de potencial riesgo para la persona que entre en contacto con dichos residuos. **(NTS N° 096-MINSA/DIGESA v.01 (2012)**

Residuos Químicos Peligrosos

Recipientes o materiales que están contaminados por sustancias o productos químicos con características tóxicas, corrosivas, inflamables, explosivas, reactivos, genotóxicos o mutagénicos; tales como productos farmacéuticos (compuestos de quimioterapia), productos químicos no utilizados; plaguicidas vencidos o no rotulados, solventes, ácidos y bases fuertes, ácido crómico,(usado en limpieza de vidrios de laboratorio), mercurio de termómetros, soluciones para revelado de radiografías, aceites lubricantes usados, recipientes con derivados de petróleo, tonner, pilas, entre otros. **(NTS N° 096-MINSA/DIGESA v.01 (2012))**

Residuos Farmacéuticos

Productos farmacéuticos que no son utilizados en su totalidad, defectuosos, vencidos o contaminados o producidos como resultado de la atención e investigación médica, que se encuentran en un establecimiento de salud: En el caso de los medicamentos vencidos, se debe considerar el proceso administrativo de baja. **(NTS N° 096-MINSA/DIGESA v.01 (2012))**

Residuos Radioactivos

Sustancias que emiten energía predecible y en forma continua en forma alfa, beta o de fotones; que, interactuando con la materia, dan lugar a la emisión de rayos x y neutrones. Estos materiales son generalmente sólidos. **(Cortes, et al. 2012).**

Residuos biosanitarios

Constituido por elementos o instrumentos que son utilizados durante una intervención asistencial, teniendo contacto con la materia orgánica, como puede ser: sangre o fluidos corporales del paciente; estos pueden ser; gasas, algodones, vendajes, guantes, mechas, apósitos, catéteres, sondas, etc. o cualquier otro elemento desechable, **(Cortes, et al. 2012).**

Residuos anatomo patológicos

Constituido por residuos o restos humanos, muestras para análisis, esto incluye biopsias, tejidos, orgánicos amputados, partes corporales, fluidos corporales, que son removidos durante una operación quirúrgica, necropsias y otros. **(Cortes, et al. 2012).**

Punzo cortantes

Elementos punzocortantes que, por sus características cortantes y punzantes, puede originar accidente en la piel (agujas hipodérmicas, restos de ampollita, jeringas, bisturís, agujas de sutura, objetos de vidrio). **(Blanco, et al. 2005)**

Residuos peligrosos

Son aquellos producidos por el generador en cualquier lugar y en desarrollo de su actividad, que presentan riesgo para la salud humana y/o el medio ambiente; como son: reactivos químicos, compuestos radiactivos, corrosivos; así mismo están considerados los envases, embalajes que hayan estado en contacto con ellos. **(Blanco, et al. 2005).**

Manifiesto de Manejo de residuos sólidos peligrosos

Documento técnico administrativo que facilita el seguimiento de todos los residuos sólidos peligrosos transportados desde el lugar de generación hasta su disposición final. El documento en mención, debe contener información relativa a la fuente de generación de los sólidos peligrosos, sus características, transporte y disposición final, establecidos en formularios especiales que son suscritos por el generador y todos los operadores que participan hasta la disposición final de dichos residuos. **(MINSA/DIGESA; 2006)**

SISTEMAS DE TRATAMIENTO

Existen varios sistemas de tratamiento para los residuos sólidos hospitalarios, de desinfección, de tal manera que no atenten a la salud, tanto del personal médico, asistencial, personal técnico, personal de limpieza, pacientes y público en general; el sistema de tratamiento más óptimo es la incineración, este sistema puede ser aplicado para los residuos bioinfecciosos así como para ciertos tipos de desechos químicos. Este sistema no debe ser aplicado bajo ningún motivo a residuos radiactivos

INCINERACION

Es un proceso de oxidación térmica mediante este proceso, los residuos sólidos hospitalarios, con inyección de oxígeno, son convertidos en gases y compuestos sólidos incombustibles; en este proceso se conjugan tres variables como son: temperatura, tiempo y turbulencia. La incineración contempla los procesos de pirolisis y termólisis, considerando las condiciones requeridas de oxígeno. **(Cortes, et al. 2012).**

La incineración, es el proceso mediante el cual los residuos biocontaminados son incinerados en equipos que funcionan a temperaturas no menores de 1200 °C en la 2ª cámara, Los residuos al finalizar la operación disminuyen hasta 10 veces su volumen inicial. **(MINSA/DIGESA; 2006)**

El proceso de incineración se utiliza para tratar los residuos Clase A (Residuo biocontaminado) y Clase B (residuo especial), a excepción de los residuos radiactivos), lo que permite reducir el volumen a un 90%, dejándolos irreconocibles e inertes. Los equipos de incineración, deben contar con doble cámara: Cámara primaria, que alcanza temperaturas entre 600 y 850°C; y con cámara secundaria con temperaturas superiores a los 1 200 0C; además de contar con filtro y lavador de gases. **(MINSA - 2004)**

Los gases, productos de la combustión son ventilados a través de una chimenea, mientras que los materiales convertidos a cenizas son removidos en forma constante para ser conducidos a su disposición final, que en este caso debe ser el botadero municipal (al no existir en nuestra ciudad, relleno sanitario). Los parámetros a controlar deben ser la temperatura, que debe estar en el rango de 600°C a 850°C, temperatura a la cual se quemarán los desechos con contenido de carbono e hidrógeno, esto debe ser en la cámara primaria, mientras que en la cámara secundaria, la temperatura debe ser superior 1200°C, en esta cámara los gases provenientes de la cámara primaria con contenido de compuestos tóxicos producto de la quema de plásticos (dioxinas, SOx, NOx, etc) rompen sus cadenas químicas, logrando descomponerse en compuestos con un mínimo de emanaciones peligrosas **(NTS N° 096-MINSA/DIGESA v.01 (2012))**.

Las ventajas de la incineración, son:

- ✓ Reduce el volumen de los residuos sólidos hospitalarios en un 90 a 95 %.
- ✓ Destrucción total de elementos patógenos
- ✓ Permite el tratamiento de residuos químicos y farmacéuticos
- ✓ Se puede contar con un sistema móvil de incineradores
- ✓ Los restos son irreconocibles y definitivamente no reciclables
- ✓ Permite el tratamiento de residuos anatómicos y patológicos.

El objetivo de cualquier sistema de tratamiento de residuos hospitalarios, es eliminar los peligros que estos pueden representar, para la salud del ser humano, para que después del tratamiento, no representen más riesgo para la salud pública que los desechos comunes.

Desventajas.

Entre las desventajas de este sistema, tenemos:

- ✓ El costo es muy elevado

- ✓ El mantenimiento debe ser constante
- ✓ Se requiere personal capacitado para su operación y mantenimiento
- ✓ Emite gases peligrosos con contenido de dioxinas, NOx, SOx, y otros a la atmósfera.
- ✓ Alto consumo de combustible. **(Blanco, et al. 2005).**

Este sistema de tratamiento sería la solución más adecuada, para aplicar en el establecimiento de salud de Bellavista Nanay consistiría en construir una planta centralizada para el tratamiento de los RSH, a fin de satisfacer las necesidades de varias Instituciones de Salud, en este caso, no solo debe ser incinerado los residuos sólidos hospitalarios del centro de salud de Bellavista Nanay, sino de los centros de salud de San Antonio, Masusa.

ESTERILIZACION A VAPOR

En este proceso se utiliza vapor de agua saturado a presión en una cámara, (autoclave), dentro del cual los residuos sólidos están sometidos a altas temperatura con la finalidad de destruir los agentes patogénicos que están presentes en los residuos.

La autoclave, es el equipo utilizado en este proceso, también se le conoce como esterilización a vapor, se caracteriza por tener una chaqueta de vapor, que rodea a la cámara de presión (cámara de esterilización); la chaqueta es alimentada con vapor de agua proveniente del caldero; una vez que la autoclave está cargada y cerrada, se hace ingresar vapor a la cámara de esterilización. Los parámetros a medir, son la temperatura y el tiempo; la temperatura de operación debe estar entre 135 a 137° C, por un tiempo de 30 minutos como mínimo. **(MINSA, 1998)**

Características del equipo

El equipo consiste una cámara hermética, de acero inoxidable, dentro de la cual se colocarán los desechos, esta cámara puede resistir altas presiones

y vacíos, también de acero inoxidable. En esta cámara se colocan los residuos a ser esterilizados; en primer lugar, 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; nuevamente se realiza un segundo vacío extrayendo el contenido de aire y vapor de la cámara. Se prevé que en este momento la cámara no tendrá bolsas de aire, inmediatamente después se inyecta vapor. Un sistema controla el incremento de la temperatura hasta 137°C, momento en el cual comienza a contar el tiempo de tratamiento de 30 minutos. **(MINSA, 1998)**

Aspectos técnicos operativos

Se recomienda su uso en los servicios donde se halla un potencial de generación de residuos sólidos biocontaminados. Sin embargo, las restricciones técnico económicas de su aplicación orienta su uso a los establecimientos de salud que cuenten con red de vapor (calderas) o energía eléctrica disponible dada la alta demanda de potencia eléctrica requerida para la operación de las calderas eléctricas incorporadas en los modelos de autoclave de operación autónoma. **(MINSA, 1998)**

Ventajas y desventajas

Ventajas

- ✓ Reduce en un 40% el volumen de los residuos, si estos residuos son triturados previamente, la reducción del volumen alcanza hasta el 70%
- ✓ Destruye el 100% de los elementos patógenos
- ✓ No hay necesidad de acondicionar los residuos
- ✓ Se puede contar con sistemas móviles
- ✓ Costo de inversión bajo
- ✓ Equipo de fácil operación
- ✓ Los residuos son estériles

Desventajas

- ✓ En caso de mala operación del equipo, existe riesgo de quemaduras
- ✓ Se necesita caldero y línea de vapor

Se requiere de equipo complementario como un triturador **(MINSA, 1998)**

TRATAMIENTO QUÍMICO

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. Con esta técnica se logra la desinfección del residuo por contacto del mismo con un producto químico líquido desinfectante, que inactiva y mata a los agentes infecciosos.

Características del proceso:

El proceso consiste en sumergir los residuos sólidos en una solución química, esta puede ser cloro del 12 al 15%. Los residuos estarán en contacto con la solución por un tiempo aproximado de 20 minutos, luego estos serán escurridos antes de colocarlos en una fosa para su enterramiento. La solución química restante podrá ser eliminada en la red pública o en la misma poza donde se han enterrado los desechos. **(MINSA, 1998)**

Aspectos técnicos operativos

Si bien este tipo de tratamiento es más apropiado para líquidos, es también empleado para tratar residuos sólidos biocontaminados. La eficacia del tratamiento depende del tipo de patógenos a inactivar, del grado de contaminación, de la cantidad de material proteínico presente, del tipo de producto químico a utilizar y de su concentración, del tiempo de contacto; además de otros factores como son la temperatura, pH, grado de agitación requerido y de las características biológicas de los microorganismos a eliminar.

Ventajas

- ✓ Destrucción total de elementos de patógenos mediante este proceso.
- ✓ Se pueden tratar residuos biocontaminados y comunes.
- ✓ Tecnología útil para establecimientos de salud como puestos de salud

Desventajas

- ✓ Efluentes con soluciones químicas activas.
- ✓ Riesgos en la operación,
- ✓ Se pueden provocar emisiones gaseosas con algunas soluciones químicas
- ✓ Efluentes químicos probablemente activos con riesgo en su manipulación.
- ✓ Es necesario acondicionar los residuos antes del proceso.

Se requiere tiempo de contacto entre el residuo y la solución química, dependiendo del producto que se emplee. **(MINSA, 1998)**

DESINFECCIÓN POR MICROONDAS

Proceso por el cual se aplica una radiación electromagnética de corta longitud de onda que afecta a las moléculas de agua que contiene la materia orgánica.

- La aplicación de esta tecnología implica una trituración y desmenuzamiento previo de los residuos biocontaminados.
- Se inyecta vapor de agua y es transportado automáticamente hacia la cámara de tratamiento.
- El volumen de los residuos se reduce a un 60% y está listo para ser dispuesto en un relleno sanitario. **(YANCE, C; 2015)**

Especificaciones Técnicas del equipo

El equipo está conformado por: el sistema de carga automático, la unidad de trituración, los generadores de microondas y el transportador tipo gusano.

- El sistema de carga automático levanta los residuos sólidos hasta una cámara en la parte superior del equipo, donde los desechos son triturados previamente.
- Luego de la trituración se inyecta vapor de agua al desecho para elevar la humedad de los mismos de 50 por ciento a 60 por ciento hasta 90 por ciento aproximadamente.
- Las temperaturas de operación son de 95°C por un tiempo de 30 minutos. **(YANCE, C; 2015)**

Aspectos técnicos operativos.

Hay ausencia de emisiones peligrosas, sin embargo, podrían liberarse de la cámara de tratamiento de materiales volátiles durante la operación. Hay ausencia de vertidos líquidos y el producto final es irreconocible.

En general, el impacto ambiental que ofrece este tratamiento es relativamente bajo. Este método requiere una alta inversión y alto costo de operación y mantenimiento. **(YANCE, C; 2015)**

Ventajas

- ✓ Alto grado de efectividad.
- ✓ Reduce el volumen en un 60%
- ✓ No es necesario acondicionar los residuos
- ✓ Se pueden tratar residuos comunes y contaminados
- ✓ Bajo riesgo en su operación
- ✓ No utiliza productos químicos
- ✓ No existe niveles de ruido
- ✓ La operación del equipo, tiene bajo impacto ambiental
- ✓ No hay sobrecarga de los vertederos municipales

Desventajas

- ✓ Costo de instalación superior al de la autoclave;
- ✓ No es apropiado para tratar más de 800 a 1.000 kg diarios de desechos;
- ✓ Riesgos de emisiones de aerosoles que pueden contener productos orgánicos peligrosos;
- ✓ Requiere personal capacitado para su operación y estrictas normas de seguridad.

DESINFECCION POR IRRADIACION CON HAZ DE ELECTRONES

Este sistema de tratamiento corresponde a una tecnología de punta, emergente en el ámbito mundial, que promete ser una solución sostenible y con futuro en el tratamiento de residuos sólidos biocontaminados. El sistema consiste en una fuente de alto voltaje, con modulador de radio frecuencia controlado por un procesador que opera el acelerador de electrones enfriado por agua y encapsulado en paredes de concreto con la finalidad de contener la radiación. Los productos biocontaminados, incluyen plásticos, vidrios, guantes, vendas, estos van dentro de contenedores con un peso de aproximadamente de 5 kg de residuo, que son transportados a la cámara de irradiación mediante un sistema mecánico. **(MINSa 1998)**

Ventajas

- ✓ Alto grado de efectividad (destrucción total de patógenos);
- ✓ contaminación mínima;
- ✓ Menos costosa que una desinfección química o térmica
- ✓ No tiene efluentes ni emisiones gaseosas peligrosas

Desventajas

- ✓ Requiere máxima seguridad ante el peligro de radiaciones;
- ✓ Tecnología compleja y problemas de mantenimiento;
- ✓ Personal de operación altamente capacitado;
- ✓ estructuras físicas adecuadas;
- ✓ Existe riesgo de irradiación

- ✓ la fuente de irradiación se convierte en desecho peligroso al terminar su vida útil.
(MINSAs; 1998)

OTRAS TECNOLOGIAS EMERGENTES.

PIRÓLISIS.

Descripción del sistema.

El pirólisis se lleva a cabo habitualmente a temperaturas de entre 400 °C y 800 °C. A estas temperaturas los residuos se transforman en gases, líquidos y cenizas sólidas denominadas “coque” de pirólisis. Las proporciones relativas de los elementos producidos dependen de la composición de los residuos, de la temperatura y del tiempo que ésta se aplique. Una corta exposición a altas temperaturas recibe el nombre de pirólisis rápida, y maximiza el producto líquido. Si se aplican temperaturas más bajas durante períodos de tiempo más largos, predominarán las cenizas sólidas. **(Healt Care-2002)**

Aunque muchos defensores de los sistemas de tratamiento de residuos más modernos se refieren al pirólisis como una técnica nueva, PNUD (1999), en realidad no lo es. El pirólisis se ha utilizado durante siglos en la producción de carbón, FAO (1994), y también de forma extensiva en las industrias química y petrolífera. De especial interés resulta el hecho de que muchos de los diseños actuales de incineradoras de residuos hospitalarios funcionan mediante un proceso de dos fases: una cámara pirolítica seguida de una cámara de postcombustión. Ejemplos son las incineradoras de Compact Power (2002) y de Statewide Medical Services (2002). **(Healt Care-2002)**

Si el oxidante usado es aire, el gas producido se llama “gas pobre” y normalmente su poder calorífico no superará el 25% del gas natural. Si el oxidante utilizado es oxígeno o aire enriquecido, el “gas de síntesis” resultante tendrá un poder calorífico mayor debido a la ausencia de

nitrógeno, normalmente entre el 25% y el 40% del gas natural. (**Health Care-2002**)

DETOXIFICACIÓN SINTÉTICA

Descripción del sistema

Esta tecnología utiliza vapor sobrecalentado para convertir los residuos biocontaminados en vapor no tóxico y en residuos secos inocuos. Los residuos biocontaminados, que pueden ser vidrios, metales, papel o madera, son triturados en una primera etapa y reducidos a dimensiones de $\frac{1}{4}$ ". Los residuos triturados fluyen a un evaporador donde son trasladados por un transportador tipo gusano hacia la puerta de descarga; en su recorrido los residuos son expuestos a un flujo de vapor sobrecalentado que está a una temperatura entre 590°C a 650°C. Las partículas del residuo biocontaminado triturado fluyen en dirección opuesta a la del vapor, siendo en este proceso convertidas en vapor orgánico no tóxico (dióxido de carbono y agua) y en residuos secos inorgánicos inocuos.

Aspectos técnicos operativos

Esta tecnología que utiliza vapor sobrecalentado puede tratar entre 200 a 1,200 kg de residuos sólidos biocontaminados por día. Los residuos previamente triturados y tratados con vapor sobrecalentado circulan en la cámara de tratamiento mediante un transportador de tipo tornillo en contraflujo al vapor sobrecalentado. El gas resultante de este proceso fluye a un reactor de detoxificación donde se produce una reacción endotérmica que reduce la toxicidad del gas en más de un 99.99%. De aquí el gas pasa a un intercambiador de calor siendo enfriado a una temperatura de 140°C, pasando luego a un proceso de absorción, llevando a continuación a un convertidor catalítico donde el gas se transforma en dióxido de carbono y agua, siendo así liberado a la

atmósfera. Mientras que los residuos sólidos secos e inoctras son dispuestos en el relleno sanitario.

PIROXIDACIÓN

Descripción del sistema

Este sistema de tratamiento, combina el proceso de descomposición química de los residuos sólidos hospitalarios logrados con el pirólisis, con el sistema de oxidación en una segunda etapa mediante un flujo controlado de aire a la cámara. **(MINSAs-1998)**

Aspectos técnico-operativos

Con esta tecnología la descomposición química de los residuos sólidos hospitalarios, que se obtuvo en el proceso de pirólisis, se combina con una oxidación mediante un flujo de aire controlado mediante un sistema basado en microprocesador, que recibe señales de termocuplas (es un transductor formado por la unión de dos metales distintos que produce una diferencia de potencial muy pequeña (del orden de los milivoltios que es función de la diferencia de temperatura entre uno de los extremos) y de un medidor de flujo de aire, para con ello mantener el proceso bajo control. Asimismo, se lleva un control de la eficiencia a través del monitoreo computarizado de las emisiones de los gases emitidos a la atmósfera. **(MINSAs-1998)**

PLASMA

Descripción del sistema

El plasma es un gas ionizado, conformado por electrones y iones libres, pero eléctricamente neutro, que exhibe un comportamiento colectivo, es decir responde colectivamente a impulsos internos y externos. Este comportamiento colectivo del plasma se debe al gran alcance de las fuerzas electromagnéticas que generan entre sí las partículas cargadas que lo componen. **(Díaz, X; 2014)**

Los plasmas térmicos fueron empleados industrialmente desde la década de los 50, y su interés ha crecido sustancialmente en las últimas décadas. Esta tecnología, tiene varias aplicaciones, incluyen el procesamiento de materiales (tratamientos térmicos, producción de partes cerámicas, síntesis de compuestos como dióxido de Titanio, así como varias aplicaciones metalúrgicas y de iluminación). Los plasmas térmicos han sido también utilizados para el tratamiento de residuos y otros materiales nocivos desde el punto de vista ambiental, como residuos hospitalarios, destrucción de materiales tóxicos, etc. (Diaz, X; 2014).

CUADRO N° 01
RESUMEN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS
SÓLIDOS HOSPITALARIOS

SISTEMA	CARACTERÍSTICA	VENTAJA	DEVENTAJAS
Química	Sumerge los residuos en solución de cloro del 12 al 15% por 20 min	Destrucción de patógenos, técnica útil para puestos de salud	Efluentes con soluciones químicas activas, riesgo de operación
Química Térmica Húmeda	Somete a los RSH, en autoclave, Temperatura a 160°C por 12 a 15 min	Alto grado de efectividad, no es complicada la operación,	No reduce volumen de desechos, genera malos olores, utiliza recipientes termorresistentes, no conviene para residuos patológicos
Microondas	Los desechos ingresan previa trituración, ingresan al vibrador electromagnético hasta una temperatura de 100°C, no apropiado para grandes cantidades	Alto grado de efectividad	Costo superior a la autoclave, no apropiado para tratar más de 800 a 1000 Kg diarios de RSK, posible riesgo de emisiones de aerosoles, requiere personal capacitado
Irradiación	La destrucción de los patógenos se efectúa por disociación química y ruptura de células causadas por el flujo de electrones sobre los residuos sólidos hospitalarios	Tecnología emergente, alto grado de efectividad, mínima contaminación, barato	Requiere máxima seguridad, tecnología compleja, problemas de mantenimiento y requiere de personal muy capacitado

CUADRO N° 02

RESUMEN DE TECNOLOGÍAS EMERGENTES EN LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS

SISTEMA	CARACTERÍSTICA	VENTAJA	DEVENTAJAS
PIRÓLISIS	Inactivación de los microorganismos por descomposición química de moléculas al ser sometido a intenso calor en ambiente controlado	Tecnología Emergente	Efluentes con soluciones químicas activas, riesgo de operación
Detoxificación Sintética	Utiliza vapor sobrecalentado para convertir los RSH en vapor no tóxico y en residuos secos inocuos	Alto grado de efectividad	Es complicada la operación, requiere de personal muy especializado para la operación
Piroxidación	Combina el proceso de descomposición química de los residuos sólidos hospitalarios con la pirolisis, en un flujo controlado de aire a la cámara	Alto grado de efectividad	
Plasma	La destrucción de los patógenos se efectúa por ionizar un gas en la cámara de tratamiento, un arco eléctrico se produce entre dos electrodos que ionizan un gas inerte, formando así el plasma, este llega a temperaturas muy altas, con la que se destruyen los patógenos	Tecnología emergente, alto grado de efectividad, mínima contaminación,	Requiere máxima seguridad, tecnología compleja, problemas de mantenimiento y requiere de personal muy capacitado

2.3. Definición de términos básicos

Diagnóstico

El diagnóstico es un proceso de recolección, análisis y sistematización de la información acerca de la cantidad, características, composición y tipo de residuos sólidos hospitalarios, generados en los establecimientos de salud, así como de las condiciones técnico operativas del manejo de dichos residuos.

El procedimiento a realizar para ejecutar el diagnóstico comprende:

- ✓ Identificar las fuentes principales de generación y las clases de residuos (biocontaminados, especiales y comunes) que generan cada una de ellas.
- ✓ Cuantificar los residuos hospitalarios generados en los diferentes servicios, mediante muestreos.
- ✓ Determinar la composición (materia orgánica, telas, plásticos, vidrios, metal, etc.) y las características físicas químicas (humedad, combustibilidad, etc.) de los residuos.
- ✓ Lograr la información de los aspectos administrativos y operativos del manejo de los residuos sólidos en el establecimiento de salud.
- ✓ Las herramientas y métodos a utilizar para emplear para elaborar el Diagnóstico serán: encuestas, inspecciones y observaciones planeadas, toma de muestras y la revisión de archivos, entre las principales.

La información básica a obtener será la siguiente:

- ✓ Acerca del Manejo:
- ✓ Gestión del manejo de los residuos
- ✓ Recursos asignados (instalaciones, insumos, otros)
- ✓ Responsables
- ✓ Normas aplicables
- ✓ Control de las actividades
- ✓ Acerca de la Caracterización:
- ✓ Cantidad de residuos generados por tipo de servicios y clase de residuos.
- ✓ Características físico químicas de los residuos. **(PAREDES, J. 2016)**

Desinfección

Es un procedimiento, donde los residuos biocontaminados se depositan en recipientes donde son mezclados con el desinfectante líquido, luego de un periodo de contacto con el agente químico, cuyo tiempo depende del agente químico utilizado, luego éstos son retirados y escurridos para luego

ser transportados a un relleno sanitario. Para la realización de este proceso de desinfección, el responsable de esta actividad debe utilizar su equipo de protección personal. **(MINSA/DIGESA, 2018)**

Almacenamiento

El ambiente de almacenamiento de los residuos sólidos hospitalarios, debe cumplir las siguientes características:

- **Accesibilidad:** El ambiente debe estar ubicado y construido de tal forma que permita un acceso rápido, fácil y seguro de las movilizaciones de recolección interna: Debe contar con rutas señalizadas y espacio adecuado para la movilización de los carros durante las operaciones. **(ARMAS, E; et al-2001)**

- **Exclusividad:** El ambiente designado debe ser utilizado solamente para el almacenamiento temporal de residuos hospitalarios; por ningún motivo se deben almacenar otros materiales. Dependiendo de la infraestructura disponible, podrán existir ambientes separados para cada tipo de residuos. **(ARMAS, E; et al-2001)**

- **Medidas de Seguridad:** El ambiente debe reunir condiciones físicas estructurales que impiden que la acción del clima (sol, lluvia, vientos etc.) ocasione daños o accidentes y que personas no autorizadas, niños o animales ingresen fácilmente al lugar: Para ello deben estar adecuadamente señalizados e identificado. **(ARMAS, E; et al-2001)**

- **Higiene y saneamiento:** El ambiente debe contar con buena iluminación y ventilación, debe tener pisos y paredes lisos y pintados con colores claros, preferentemente blanco. Debe contar con un sistema de abastecimiento de agua fría y caliente, con presión apropiada, como para llevar a cabo operaciones de limpiezas rápidas y eficientes, y un sistema de desagüe apropiado.

Contenedor

Recipiente fijo o móvil, en el cual se depositan los residuos sólidos para su almacenamiento o transporte, es de capacidad variable empleado para el almacenamiento de residuos sólidos.

Disposición final

Los residuos sólidos son llevados a una instalación debidamente equipada y operada para que permita depositar y disponer sanitaria y ambientalmente seguros los residuos sólidos, mediante rellenos sanitarios y rellenos de seguridad.

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Formulación de la hipótesis

A partir de los datos obtenidos en sobre la generación de los residuos sólidos hospitalarios, con los fundamentos y las tecnologías de tratamiento de estos residuos, nos permitirán realizar la propuesta de diseño una planta de tratamiento de residuos sólidos hospitalarios, para el centro de salud de Bellavista Nanay.

3.2. Variables y su operacionalización

Variables Independientes

Y: Tratamiento de residuos sólidos hospitalarios

Variables dependientes

X: Residuos sólidos hospitalarios.

CUADRO N° 03 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLE	DEFINICION	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	FUENTE DE VERIFICACIÓN
<p>Variable Independiente</p> <p>Tratamiento de residuos sólidos hospitalarios</p>	<p>Tecnología que permite el manejo de los RSH, antes de su disposición final</p>	<p>Existencia de diferentes tipos de tecnologías para el tratamiento de los RSH: Pirólisis, irradiación, incineración, etc.</p>	<p>Temperatura</p> <p>Análisis del producto final (sin patógenos)</p>	<p>Cuantitativa</p> <p>Cuantitativa</p>	<p>Fichas de recolección</p> <p>Registros estadísticos</p>
<p>Variable Dependiente</p> <p>Residuos sólidos hospitalarios</p>	<p>Son todos aquellos que son generados en los centros de atención de salud durante la prestación de servicios asistenciales, incluyendo los laboratorios.</p>	<p>Residuos biocontaminados, sangre, tejidos orgánicos, elementos punzocortantes, resultantes de cirugía, agujas de sutura, restos de suero, etc</p>	<p>-número de pacientes/día</p> <p>-generación de residuos/día</p> <p>-generación pacientes/día</p> <p>-</p>	<p>Cuantitativa</p> <p>Cualitativa</p>	<p>Historias clínicas</p> <p>Registros estadísticos de recolección de RSH</p>

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

4.1. Diseño metodológico

La presente investigación es de tipo descriptivo experimental, los datos de la cantidad de residuos sólidos hospitalarios, serán obtenidos de los datos estadísticos obtenidos del sistema de almacenamiento en los contenedores del centro de salud de Bellavista Nanay, que previamente son segregados.

4.2. Diseño Muestral

El tipo de muestreo fue total de los residuos hospitalarios del centro de salud de Bellavista Nanay, debido al tamaño o cantidad de estos residuos recolectados, equivalentes a 11 594.93 kg/mes (residuos biocontaminados, residuos punzocortantes y residuos comunes).

Se considera las siguientes áreas: Consultorios externos (Dental, ginecología, pediatría, medicina general, sala de partos, laboratorio, y áreas administrativas (Dirección, SIS seguros, área estadística, administración, tesorería - caja, admisión, vigilancia, lavandería).

4.3. Procedimiento de recolección de datos

Para el desarrollo del presente trabajo, se realizó lo siguiente:

1. Se determinaron en coordinación con la dirección del centro de salud de Bellavista Nanay, los puntos de muestreo del centro de salud: Medicina General, ginecología, atención ambulatoria, consultorios médicos, sala de partos, áreas administrativas.
2. Se hizo el procedimiento de campo

La materia prima principal para la tesis, son los residuos sólidos hospitalarios del Centro de Salud, en Bellavista Nanay del distrito de Punchana, que son depositados en los contenedores ubicados en la parte posterior del mencionado establecimiento de salud, antes de ser transportados para su disposición final - **Villacorta M, José 2017**).

Los residuos hospitalarios en general, son aquellos desechos generados en los procesos y en las actividades de atención e investigación médica en los establecimientos como hospitales, clínicas, postas, laboratorios y otros.

Desde el punto de vista del manejo sanitario de los residuos sólidos hospitalarios, interesa especialmente clasificar los desechos de acuerdo a su carácter infeccioso.

Un residuo sólido hospitalario, para ser considerado infeccioso, debe contener gérmenes patógenos en cantidad y toxicidad suficiente para que la exposición pueda generar una enfermedad infecciosa y contagiosa.

Composición de los residuos sólidos hospitalarios. -

La Organización Mundial de la Salud (OMS) es la única institución que describe la distribución porcentual, de acuerdo a su peligrosidad, del conjunto de residuos generados por los establecimientos de la salud y considera el 80% como asimilable a domiciliarios y sólo aproximadamente el 20% como peligrosos.

CUADRO 04: ESTIMACIÓN DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CENTRO DE SALUD BELLAVISTA NANAY-DISTRITO DE PUNCHANA:

	TIPO DE RESIDUO		
	BIOCONTAMINADOS	PUNZOCORTANTES	COMUNES
Kilogramos de residuos por año	56,686.44 kg	2,328.10 kg	80,112.62 kg
Kilogramos de residuos por mes	4,724.87 kg	194.01 kg	6,676.05 kg
Kilogramos de residuos por día (100 % más)	111.08 kg	19.17 kg	324.09 kg
Kilogramos de residuos reales	55.54 kg	9.58 kg	162.04 kg
Kilogramos de residuos x cama x día	0.925 kg	0.15 kg	2.700 kg

Fuente: (MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CENTRO DE SALUD, BELLAVISTA NANAY-PUNCHANA- Villacorta M, José 2017).

Nota: Los cálculos se efectuarán con el 100% más de los datos reales

4.4. Procedimiento y análisis de datos

El proceso diseñado para la incineración de los residuos sólidos hospitalarios consta de cuatro fases principales:

- ✓ Pre-tratamiento
- ✓ Alimentación
- ✓ Incineración
- ✓ Control de contaminación

PRE-TRATAMIENTO

Los residuos propios son almacenados en una serie de silos para ser conducidos a una tolva de homogenización.

Los lugares destinados al almacenamiento de residuos hospitalarios y similares quedaran aislados de salas de hospitalización, cirugía, laboratorios, toma de muestras, bancos de sangre, preparación de alimentos y en general lugares que requieran completa asepsia, minimizando de esta manera una posible contaminación cruzada con microorganismos patógenos.

Para el almacenamiento interno de residuos hospitalarios debe contarse como mínimo con dos sitios de uso exclusivo; uno intermedio y otro central. Los intermedios se justifican cuando la institución o establecimiento presenta áreas grandes de servicios o éstos se ubican en diferentes pisos de la edificación, los generadores que produzcan menos de 65 kg. /día pueden obviar el almacenamiento intermedio y llevar los residuos desde los puntos de generación directamente al almacenamiento central.

ALIMENTACION. -

Los residuos externos llegan en camiones. A su llegada son pesados en la báscula del control de entrada a la planta.

Los residuos se transportarán a la incineración por medio de un cucharón de cuatro gajos que se desplaza sobre puentes rodantes, son introducidos al interior del incinerador por medio de un empujador para la introducción de la carga.

INCINERACION. -

Consiste en combustionar un compuesto o una mezcla de ellos que tengan una mayor estabilidad térmica que las sustancias con que operará normalmente el incinerador. Los parámetros que se determinan son: Eficiencia de destrucción y remoción (DRE Valúes), Productos de Combustión Incompleta (PIC). En el caso de los valores DRE éstos deben ser superiores al 99,99%, según las normas de la EPA, y en cuanto a los segundos, deben estar por debajo de los límites establecidos para contaminación atmosférica o de suelos.

Para cumplir con los patrones de control de emisiones atmosféricas, la incineración debe constar de dos fases: combustión primaria y combustión secundaria.

a) Combustión primaria

En esta fase, que dura de 30 a 120 minutos a una temperatura de 500 a 800°C, ocurren el secado, el calentamiento, la liberación de sustancias volátiles y la transformación del residuo remanente en cenizas, con una conversión del 90%. Allí se genera el material particulado, que es básicamente la humareda oscura producida en una quema no controlada. Las partículas menores son las más perjudiciales al ser humano.

Para esta fase es importante suministrar aire de combustión en cantidad suficiente y de manera homogénea, exponiendo totalmente el residuo al calor.

Al final, la masa de cenizas ya no se reduce más, quedando: carbono no quemado, Compuestos minerales de alto punto de vaporización y la mayoría de los metales.

b). Combustión secundaria. –

Los gases, vapores y material particulado, liberados en la combustión primaria, son sopladas o succionados hacia la cámara de combustión secundaria o postcombustión, hacia donde permanecen alrededor de dos segundos expuestos a 1000°C o más. En estas condiciones ocurre la destrucción de las sustancias volátiles y parte de las partículas, con una conversión del 99,99%.

Los principales factores que influyen en la destrucción de los residuos en esta fase son:

Temperatura. - En la incineración, el objetivo es suministrar energía suficiente para que ocurra la ruptura de los enlaces entre los átomos del residuo, y luego, la recombinación que permite formar principalmente CO₂ y agua, sustancias bastante estables. La necesidad de mantener la temperatura correcta de incineración exige un control automático de la temperatura en las dos cámaras, generalmente con alarma para la temperatura baja y el bloqueo automático del suministro de residuos.

Tiempo. - La absorción de la energía suministrada al residuo por la quema del combustible es rápida, pero no instantánea. El tiempo de reacción es de 0,8 a 2 segundos, exigido como tiempo de residencia de los gases, es necesario para que ocurran las reacciones químicas de destrucción de los compuestos tóxicos, conformados por furanos y dioxinas.

Las variaciones en la cantidad de residuos alimentados o en la presión en el interior del incinerador, pueden provocar la reducción

del tiempo de permanencia, perjudicando la incineración, lo cual es controlado.

Turbulencia. Es necesario que todo el material, al pasar por la cámara de combustión, permanezca expuesto a la temperatura de incineración durante la misma cantidad de tiempo.

Ninguna porción deberá pasar «más rápido», ya que el tiempo de residencia debe ser mantenido. Por lo que, la cámara secundaria se dimensiona con el objetivo de que permita el paso turbulento de los gases, garantizando una mezcla adecuada.

Exceso de aire. La combustión completa de un residuo exige la presencia de oxígeno (O_2) en cantidad adecuada. Al saber la composición de este residuo, se calcula la cantidad teórica de O_2 que se debe suministrar. En la práctica, sin embargo, es necesario proveer un exceso de aire, porque la mezcla residuo- O_2 no es perfecta.

Normalmente, el exceso de aire y la concentración de CO (monóxido de carbono) son medidos continuamente en la chimenea de un incinerador. Si la cantidad de aire suministrada es suficiente, concentración de CO en la chimenea es cero, e indica que todos los compuestos orgánicos estén siendo adecuadamente destruidos.

Cuando el exceso de aire cae debajo de 1 a 1,5%, la combustión pasa a ser incompleta, lo cual se delata por la presencia de CO en la chimenea.

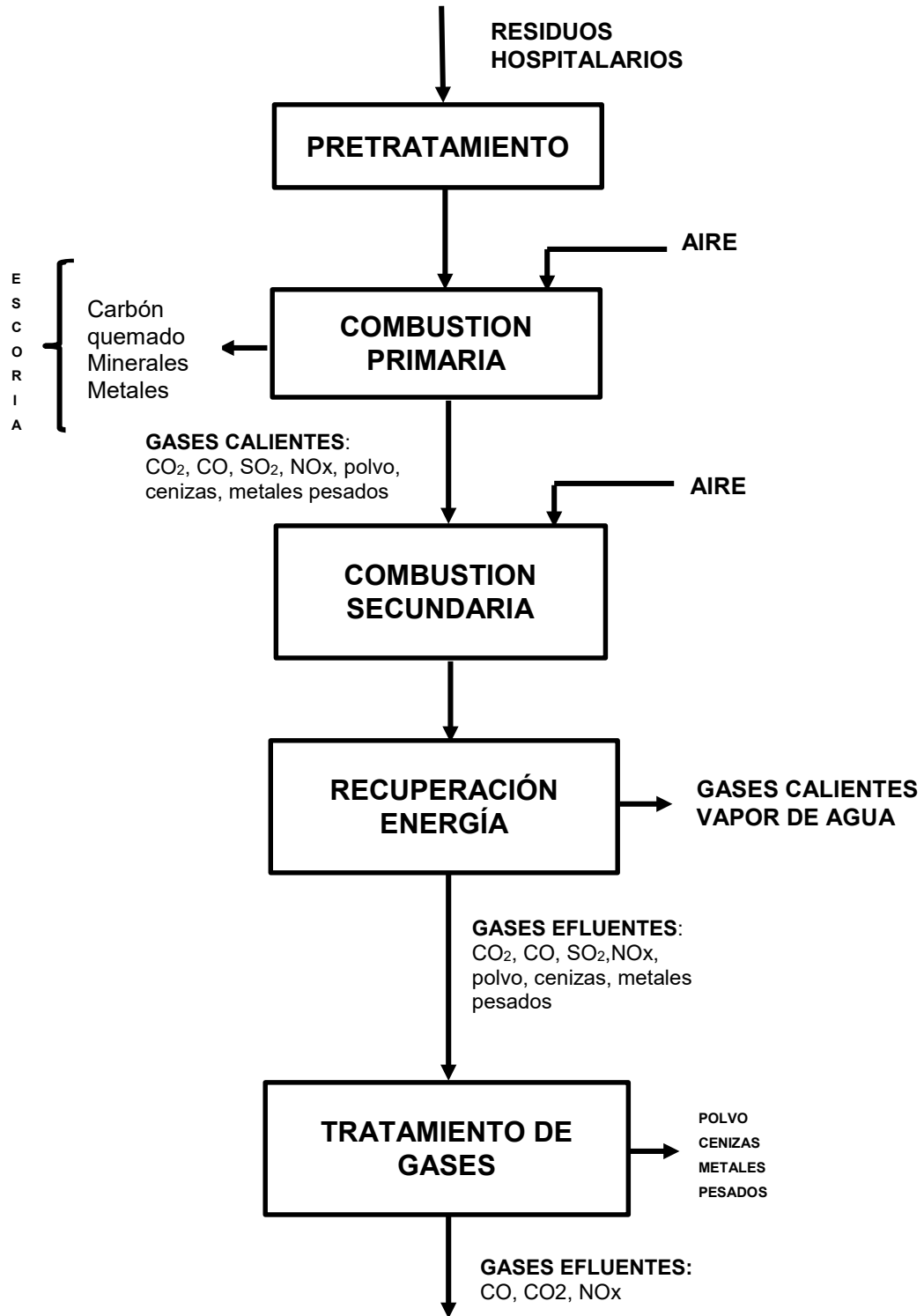
Control de combustión. Condiciones apropiadas de combustión limitan especialmente la formación de dioxinas y furanos. El monitoreo y el control continuos, tanto computarizados, como manuales, son sumamente importantes como «buenas prácticas de combustión». El entrenamiento de los operadores es considerado básico para prevenir la contaminación.

Las dioxinas y los furanos también se forman después de la salida de la cámara de combustión.

Control del gas ácido. - Las unidades de control de gas ácido más comunes son las llamadas scrubbers. Los scrubbers de cal seguidos por filtros manga es considerado la mejor tecnología de control de gas ácido. Un lodo de cal que reacciona con los gases ácidos es atomizado en el scrubber. El agua del lodo evapora enfriando el gas. El particulado y los productos de la reacción anterior son retenidos por un filtro manga. Este tipo de sistema es usado para controlar las emisiones de dióxido de azufre (SO_2), ácido clorhídrico (HCl), partículas, metales y dioxinas y furanos.

Los óxidos de nitrógeno no son eliminados por este proceso. Se debe minimizar su generación mediante el control de las condiciones de incineración, con quemadores adecuados en la segunda cámara.

DIAGRAMA DE BLOQUES



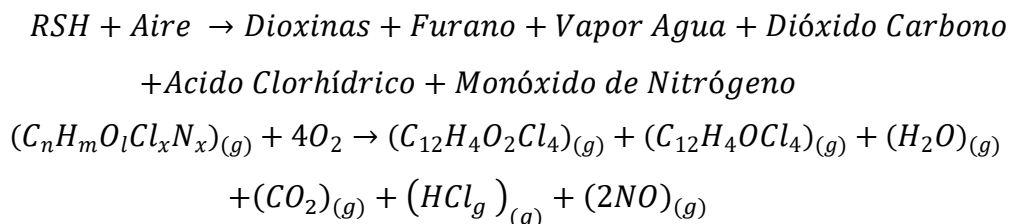
Coefficientes técnicos de conversión

Diseño del Incinerador Primario:

Materia Prima	: Residuos Sólidos hospitalarios Centro de Salud Bellavista Nanay
Conversión en Combustión Primaria	: 90 %
Conversión en Combustión Secundaria	: 99 %
Contenido de Humedad	: 30 %
Descomposición térmica de residuos	: 3 500 Kcal/Kg
Temperatura	: 800°C
Presión	: 1 atm
Material que combustiona	: 60 %
Densidad de los RSH	: 400 – 700 kg/m ³
Peso Molecular Promedio RSH	: 530 Kg/Kmol

De acuerdo a los datos proporcionados por el Centro de Salud, diariamente se generan 55,54 kg de residuos contaminados; pero los cálculos se efectuarán considerando el 100 % más de este valor, osea 111,08 kg de residuos contaminados, más 19,17 kg de residuos punzocortantes; haciendo un total de 130,25 kg de residuos hospitalarios, que deben ser tratados en forma diaria

Cinética de las Reacciones Química en el incinerador Primario



Los datos que nos proporciona la Organización Mundial de la Salud nos llevan a deducir que la conversión del proceso de combustión primaria es del 90%, y el proceso de combustión secundaria es del 99,999 %, con estos datos, y considerando que la capacidad Optima de la planta de tratamiento es de 130,25 Kg de residuo sólido hospitalario/día., tenemos, que el material

combustible sale del proceso con una eficiencia térmica de descomposición del 99,999%:

Gases residuales de combustión completa (GRCC):

$$GRCC = 130,25 \frac{kg}{día} \times 0,60 \times 0,999$$

$$GRCC = 78,07 \frac{kg}{día}$$

Sólidos Inertes (SI): (cenizas, metales pesados, escoria)

$$SI = 130,25 \text{ kg/día} \times 0,10$$

$$SI = 13,01 \text{ kg/día}$$

Cantidad de Humedad: (CH)

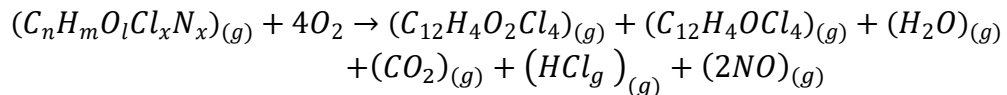
$$CH = 130,25 \frac{kg}{día} \times 0,30 \times 0,999$$

$$CH = 39,03 \frac{kg}{día}$$

Cantidad de aire necesario

Esto lo calculamos de acuerdo al mecanismo de la reacción química que se produce en el incinerador:

*RSH + Aire → Dioxinas + Furano + Vapor Agua + Dióxido Carbono
+Acido Clorhídrico + Monóxido de Nitrógeno*



$$\text{Peso Molecular promedio de RSH} = 530 \frac{kg}{kmol}$$

Cálculo de la cantidad de aire, considerando un exceso del 92 % (Blanco, J; et al 2005)

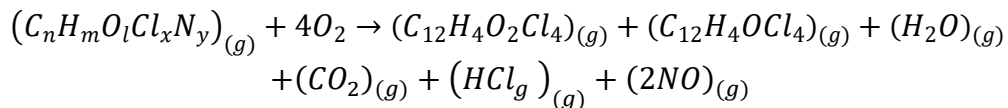
$$= 130,25 \frac{\text{Kg RSH}}{\text{día}} \times \frac{1 \text{ Kmol RSH}}{530 \text{ Kg RSH}} \times \frac{4 \text{ Kmol O}_2}{1 \text{ Kmol RSH}} \times \frac{1 \text{ kmol aire}}{0,21 \text{ Kmol O}_2} \times \frac{28,97 \text{ Kg aire}}{1 \text{ Kmol aire}} \times 0,999 \times 1,92$$

$$= 260,11 \frac{\text{Kg aire}}{\text{día}}$$

Balance Estequiométrico en el Incinerador (Balance Molar)

Cantidad del número de moles de oxígeno que ingresa al incinerador:

*RSH + Aire → Dioxinas + Furano + Vapor Agua + Dióxido Carbono
+ Acido Clorhídrico + Monóxido de Nitrógeno*



$$= 130,25 \frac{\text{Kg RSH}}{\text{día}} \times \frac{1 \text{ Kmol RSH}}{530 \text{ Kg RSH}} \times \frac{4 \text{ Kmol O}_2}{1 \text{ Kmol RSH}} \times 0,999 \times 1,92$$

$$= 1,8855 \frac{\text{Kmol O}_2}{\text{día}}$$

ENTRADA	
Sustancia	KMoles/día
RSH	0,246
OXIGENO	1,8855
NITROGENO	7,0930
TOTAL	9,2245

SALIDA	
Sustancia	KMoles/día
DIOXINA	0,246
FURANO	0,246
AGUA	0,246
DIOXIDO CARBONO	0,246
ACIDO CLORHIDRICO	0,246
OXIDO NITRICO	0,492
NITROGENO	7,093
ESCORIA	0,4095
TOTAL	9,2245

La cantidad de escoria, es la diferencia entre el número de moles que ingresa (9,2245 kmol/día) y el número de moles a la salida del reactor (8,815 Kmol/día), equivalente a 0,4095 Kmol/día.

$$\begin{aligned}
 ESCORIA &= (RSH + OXÍGENO + NITRÓGENO) - (DIOXINA + FURANO \\
 &\quad + AGUA + DIOX CARBONO + ACIDO CLORHID + OXI NIT \\
 &\quad + NITRÓGENO)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 ESCORIA &= (0.246 + 1.8855 + 7.0930) \\
 &\quad - (0.246 + 0.246 + 0.2460 + 246 + 0.246 + 0.492 + 7.093) \\
 ESCORIA &= 0.4095 \text{ Kmol/día}
 \end{aligned}$$

Cálculo de la carga térmica en el incinerador de combustión primaria

$$Q_{TGC} = Q_{TE} + Q_{TAC}$$

$$Q_{TE} = \frac{3500 \text{ Kcal}}{\text{Kg}} * \frac{130,25 \text{ Kg}}{\text{día}}$$

$$Q_{TE} = \frac{455\,875 \text{ Kcal}}{\text{día}}$$

$$Q_{TAC} = m_{aire} * Cp_{aire} (T_s - T_e)$$

$$Q_{TAC} = \left(\frac{260,11 \text{ Kg aire}}{\text{día}} \right) \left(\frac{0,24 \text{ Kcal}}{\text{Kg} * C} \right) (800 C - 20 C)$$

$$Q_{TAC} = \frac{48\,692,59 \text{ Kcal}}{\text{día}}$$

Por lo tanto

$$Q_{TGC} = 455\,857 \frac{\text{Kcal}}{\text{día}} + 48\,692,59 \frac{\text{Kcal}}{\text{día}}$$

$$Q_{TGC} = 504\,549,59 \frac{\text{Kcal}}{\text{día}}$$

Asumiendo el 6% de pérdida respecto a un secador adiabático del calor:

$$Q_p = 30\,272,97 \frac{\text{Kcal}}{\text{día}}$$

Siendo:

$Q_{TGC} = \text{Carga Térmica del Gas Caliente}$

$Q_{TAC} = \text{Carga Térmica del Aire Caliente}$

$Q_{TE} = \text{Carga Térmica de los Efluentes}$

$Q_p = \text{Carga Térmica Perdida}$

Ecuación para hallar el espesor:

$$Q = \frac{K * A * \Delta T}{x(\text{espesor del recipiente})}$$

Siendo:

K: Coeficiente térmico del acero : 14.03 Kcal/m*h*°C

A: Área transversal del cilindro : pi*D*L

T: Caída de temperatura : 10°C

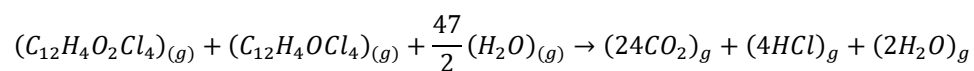
X: Espesor de la cámara :

Por lo tanto el espesor es:

$$x = \frac{K * A * \Delta T}{Q}$$

Cálculo de la carga térmica en el incinerador de combustión secundaria

De acuerdo al mecanismo de la reacción:



Cálculo de cantidad de gas efluente del incinerador de combustión secundaria:

Gases de dioxinas y furanos

$$\begin{aligned} &= 130,25 \frac{KgRSH}{día} * 0,6 * 0,999 \\ &= 78,071 \frac{Kg\ gas}{día} \text{ (dioxinas y furanos)} \end{aligned}$$

Gases de vapor de agua

$$\begin{aligned} &= 130,25 \frac{Kg\ RSH}{día} * 0,3 * 0,999 \\ &= 39,036 \frac{Kg\ vapor\ de\ agua}{día} \end{aligned}$$

Cálculo de la cantidad total de gases efluentes del incinerador de combustión secundaria:

$$G_T = 117,107 \frac{Kg\ de\ gases}{día}$$

Cálculo del volumen de gas que ingresa al incinerador de combustión secundario

$$V_{TGI} = V_{GE} + V_{VA} + V_{Aire}$$

$$V_{GE} = 78,071 \frac{Kg}{día} * \frac{1\ m^3}{3,01\ Kg} = 25,9372 \frac{m^3}{día}$$

$$V_{VA} = 39,036 \frac{Kg}{día} * \frac{1\ m^3}{0,1725\ Kg} = 226,2956 \frac{m^3}{día}$$

$$V_{Aire} = 741,28 \frac{m^3}{día}$$

Cálculo del volumen total de gas que ingresa al incinerador de combustión secundario

$$V_{TGI} = 25,9372 \frac{m^3}{día} + 226,2956 \frac{m^3}{día} + 741,28 \frac{m^3}{día}$$

$$V_{TGI} = 993,5128 \frac{m^3}{día}$$

Siendo:

V_{TGI} = Volumen total de gases que ingresan al incinerador secundario

V_{GE} = Volumen de los gases efluentes

V_{VA} = Volumen de Vapor de Agua

V_{Aire} = Volumen de Aire

5.11 Cálculo de la Cantidad de aire para la post-combustión

Dioxina:

$$\begin{aligned} &= 39,036 \frac{Kg \text{ Diox}}{día} \times \frac{1 \text{ kmol Diox}}{321,97 \text{ Kg}} \times \frac{23,5 \text{ Kmol } O_2}{1 \text{ Kml Diox}} \times \frac{1 \text{ Kmol aire}}{0,21 \text{ Kmol } O_2} \times \frac{28,97 \text{ Kg}}{1 \text{ Kmol aire}} \times 0,999 \\ &= 392,65 \frac{Kg \text{ aire}}{día} \end{aligned}$$

Furano:

$$\begin{aligned} &= 39,036 \frac{Kg \text{ Furano}}{día} \times \frac{1 \text{ kmol Furano}}{305,93 \text{ Kg}} \times \frac{23,5 \text{ Kmol } O_2}{1 \text{ Kmol Furano}} \times \frac{1 \text{ Kmol aire}}{0,21 \text{ Kmol } O_2} \times \frac{28,97 \text{ Kg}}{1 \text{ Kmol aire}} \times 0,999 \\ &= 413,24 \frac{Kg \text{ aire}}{día} \end{aligned}$$

Cantidad total de aire necesario para la postcombustión:

$$= 805,89 \frac{Kg \text{ aire}}{\text{día}}$$

Considerando un exceso del 60% de aire, tenemos

$$= 1\,289,49 \frac{Kg \text{ aire}}{\text{día}}$$

Cálculo del volumen de aire necesario para la postcombustión

$$V_{\text{aire}} = 1\,289,49 \frac{Kg \text{ aire}}{\text{día}} \times \frac{1m^3}{0,2773 Kg}$$

$$V_{\text{aire}} = 4\,650,16 \frac{m^3 \text{ aire}}{\text{día}} + 993,5128 \frac{m^3}{\text{día}}$$

$$V_{\text{aire}} = 5643,6728 \frac{m^3}{\text{día}}$$

Diseño de los equipos principales. -

Diseño del incinerador primario.

Procedimiento de diseño. -

El incinerador rotatorio anti polución a diseñar, consta de dos cámaras, una ubicada encima de la otra, de forma cilíndrica horizontal, construido externamente con lámina de acero dulce e internamente recubierto con cemento refractario. La cámara inferior se denomina primaria o de combustión y es allí donde se depositan los residuos a incinerar. La cámara superior se denomina Secundaria o de postcombustión y es la encargada de la eliminación de los gases contaminados generados por los residuos quemados en la inferior.

Diseño del incinerador primario:

$$\text{Volumen Total} = \text{Volumen RSH} + \text{Volumen de aire}$$

$$\text{Volumen RSH} = \frac{130,25 \text{ Kg}}{530 \text{ Kg/m}^3}$$

$$\text{Volumen RSH} = 0,2457 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de aire} = \frac{260,11 \text{ Kg aire}}{0,2773 \text{ kg/m}^3}$$

$$\text{Volumen de aire} = 938,00 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Total} = 0,2457 \text{ m}^3 + 938,00 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Total} = 938,2457 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{Volumen Total} = 938,2457 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{Volumen Total} = 39,0933 \text{ m}^3/\text{h}$$

Considerando una relación L/D=3/1

Tenemos: L=3D

$$V = \frac{\pi * D^2 * L}{4} = \frac{\pi * D^3 * 3}{4}$$

Reemplazando datos:

$$D = \left(\frac{4 * V}{3\pi} \right)^{1/3} = \left(\frac{4 * 39,09}{3\pi} \right)^{1/3}$$

$$D = 2,55 \text{ m}$$

$$L = 3 * 2,55 \text{ m}$$

$$L = 7,65 \text{ m}$$

Cálculo del espesor del recipiente

$$t = \frac{P * R}{SE - 0,6 * P} + C$$

Siendo:

$P =$ Presión de diseño

$D =$ Diámetro, plg

$S =$ Esfuerzo permisible a la tensión del acero inox = $15000 \frac{Lbf}{plg^2}$

$E =$ Esfuerzo de la junta = 1,0

$PO =$ Presión de operación = $14,7 \frac{Lbf}{plg^2}$

$$\text{Presión de diseño} = \text{Pres Máxima de Operación} + 15 \text{ psig} = 14,7 + 15 = 29,7 \frac{lb}{plg^2}$$

Reemplazando datos:

$$t = \frac{29,7 \frac{Lbf}{plg^2} \times 12}{15000 \frac{Lbf}{plg^2} \times 1,0 - 0,6 \times 29,7 \frac{Lbf}{plg^2}} + 1/8$$

$$t = 0,149 \text{ plg}$$

Cálculo del espesor del ladrillo refractario dentro de la cámara

Cálculo de la carga térmica dentro del reactor (Q_{TGC})

$$Q_{TGC} = 504\,549,59 \frac{Kcal}{día}$$

Asumiendo pérdidas del 6%

$$Q_P = 30\,272,97 \frac{Kcal}{día}$$

Cálculo del espesor:

$$x = \frac{K_f * A * \Delta T}{Q}$$

Donde:

$$K_f = \text{Conductividad térmica del acero 316} = 14,03 \frac{\text{Kcal}}{\text{m} * \text{h} * \text{C}}$$
$$A = \text{Area lateral del recipiente} = 61,25 \text{ m}^2$$
$$x = \text{Espesor de la cámara}$$
$$\Delta T = \text{Caída de temperatura} = 5^\circ\text{C}$$

Reemplazando datos:

$$x = \frac{(14,03) * (61,25 \text{ m}^2) * (5^\circ\text{C})}{30\,272}$$

$$x = \frac{(14,03) * (61,25 \text{ m}^2) * (5^\circ\text{C})}{30\,272}$$

$$x = 0,14 \text{ m} = 14 \text{ cm}$$

Diseño del Incinerador Secundario

Base de Diseño: 117,107 Kg gas/día

Condiciones y propiedades del fluido gaseoso

- ✓ Temperatura : 1000°C
- ✓ Presión : 1 atm
- ✓ Conversión : 90 %
- ✓ Densidad del gas : 3,1 kg/m³
- ✓ Composición de dioxina : 50%

Volunen Total = Volunen GASES (DIOXINA Y FURANO + Volunen de aire

$$\text{Volunen (aire proveniente del inc primario)} = 741,28 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

$$\text{Volunen aire para la post combustión} = 5643,6728 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

$$\text{Volume Total} = \frac{6385 \text{m}^3}{\text{día}}$$

$$\text{Volume Total} = \frac{4,43 \text{ m}^3}{\text{min}}$$

Considerando una relación L/D=3/1

Tenemos: L=3D

$$V = \frac{\pi * D^2 * L}{4} = \frac{\pi * D^3 * 3}{4}$$

Reemplazando datos:

$$D = \left(\frac{4 * V}{3\pi} \right)^{1/3} = \left(\frac{4 * 4,4}{3\pi} \right)^{1/3}$$

$$D = 1,23 \text{ m} \approx 1,50 \text{ m}$$

$$L = 3 * 1,50 \text{ m}$$

$$L = 4,5 \text{ m}$$

Cálculo del espesor del recipiente

$$t = \frac{P * R}{SE - 0,6 * P} + C$$

Siendo:

$P = \text{Presión de diseño}$

$D = \text{Diámetro, plg}$

$S = \text{Esfuerzo permisible a la tensión del acero inox} = 15000 \frac{\text{Lbf}}{\text{plg}^2}$

$E = \text{Esfuerzo de la junta} = 1,0$

$PO = \text{Presión de operación} = 14,7 \frac{\text{Lbf}}{\text{plg}^2}$

$\text{Presión de diseño} = \text{Pres Máxima de Operación} + 15 \text{ psig} = 14,7 + 15 = 29,7 \frac{\text{lbf}}{\text{plg}^2}$

Reemplazando datos:

$$t = \frac{29,7 \frac{Lbf}{plg^2} \times 12}{15000 \frac{Lbf}{plg^2} \times 1,0 - 0,6 \times 29,7 \frac{Lbf}{plg^2}} + 1/8$$

$$t = 0,149 plg$$

Cálculo del espesor del ladrillo refractario dentro de la cámara

Cálculo de la carga térmica dentro del reactor (Q_{TEC})

$$Q_{TE} = 130,25 \frac{Kg}{día} * 3500 \frac{Kcal}{Kg}$$

$$Q_{TE} = 455\,875 \frac{Kcal}{Kg}$$

$$Q_{GC} = 1289,42 \frac{Kg \text{ aire}}{día} * 0,24 \frac{Kcal}{Kg * ^\circ C} * (1000^\circ C - 20^\circ C)$$

$$Q_{GC} = 303\,271,584 \frac{Kcal}{día}$$

$$Q_{Total} = 759\,146,584 \frac{Kcal}{día}$$

Asumiendo pérdidas del 6%

$$Q_P = 45\,548,79 \frac{Kcal}{día}$$

Cálculo del espesor:

$$x = \frac{K_f * A * \Delta T}{Q}$$

Donde:

$$K_f = \text{Conductividad térmica del acero 316} = 14,03 \frac{\text{Kcal}}{\text{m} * \text{h} * \text{C}}$$

$$A = \text{Area lateral del recipiente} = 42,41 \text{ m}^2$$

$$x = \text{Espesor de la cámara}$$

$$\Delta T = \text{Caída de temperatura} = 5^\circ\text{C}$$

Reemplazando datos:

$$x = \frac{(14,03) * (42,41 \text{ m}^2) * (5^\circ\text{C})}{45\ 548,79}$$

$$x = \frac{(14,03) * (61,25 \text{ m}^2) * (5^\circ\text{C})}{45\ 548,79}$$

$$x = 0,065 \text{ m} = 6,5 \text{ cm}$$

Diseño de la Tolva de Alimentación

Base : 130,25 kg RSH

Geometría : Cilindro fondo cónico equilátero

Propiedades del fluido :

Densidad Promedio RSH : 550 Kg/m³

Granulometría : Tamaño de partícula mayor a 25 mm

Cálculo de la capacidad;

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{130,25 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}}{550 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

$$V = 0,27 \text{ m}^3$$

Considerando un factor de diseño de 1,2

$$V_{REAL} = 0,27 \text{ m}^3 * 1,2$$

$$V_{REAL} = 0,324 \text{ m}^3$$

Dimensiones:

El volumen de la tolva es:

$$V_{TOTAL} = V_c + V_{cl}$$

Donde:

$V_c = \text{Volumen de la parte cónica}$

$V_{cl} = \text{Volumen de la parte cilíndrica}$

Considerando:

$$V_c = 40 \% T_{TOTAL} \text{ y } V_{cl} = 60 \% V_{cl}$$

$$V_c = 0,1296 \text{ m}^3$$

$$0,1296 \text{ m}^3 = \pi r^2 h / 3$$

$$\text{tg } 30^\circ = 0,57$$

$$V_{cl} = 0,194 \text{ m}^3$$

$$V_{cl} = \pi r^2 H$$

Resolviendo:

$$r = 0,4 \text{ m}$$

$$h = 0,7 \text{ m}$$

$$H = 0,38 \text{ m}$$

Características del Caldero

Potencia de trabajo	: Mediana presión de 30 300 psia
Tipo de caldero	: Piro tubular
Posición de los tubos	: Horizontales

Condiciones de diseño:

Presión de diseño	: 20 Kgf/cm ²
Temperatura	: 1000 °C

Propiedades del fluido gaseoso:

Densidad del gas	: 3,1 Kg/m ³
Peso Molecular del gas	: 314 Kg/Kmol
Presión de trabajo	: entre 60 y 90 BHP
Diámetro	: 0,5 m
Longitud	: aprox 1,5 m

Características de la Bomba de alimentación de agua al caldero

Caudal	: aprox 10 GPM
Diámetro de tubería	: 1 plg
Velocidad de entrada	: 20 m/s
Potencia de la bomba	: 0,5 HP

Características de la Faja Transportadora de RSH al incinerador primario

Material a transportar	: Residuos Sólidos Hospitalarios (RSH)
Capacidad requerida	: 130,25 kg/día
Granulometría del material	: 25 mm
Longitud horizontal de transporte	: 5 m
Velocidad de cinta	: 0,5 m/s

4.5. Aspectos éticos

El trabajo no realizará experimentos con seres humanos ni animales, por lo que no se considera de importancia este punto, los resultados obtenidos en el trabajo a realizar, serán de absoluta responsabilidad de los autores, sometiéndose a las normas establecidas por la Universidad Nacional de la Amazonía peruana.

CAPÍTULO V. RESULTADOS

1. Composición de los residuos sólidos hospitalarios del Centro de Salud Bellavista Nanay

	TIPO DE RESIDUO		
	BIOCONTAMINADOS	PUNZOCORTANTES	COMUNES
Kilogramos de residuos por día (100 % más)	111.08 kg	19.17 kg	324.09 kg

Fuente: Grupo de trabajo

2. Caracterización de los residuos sólidos hospitalarios del Centro de Salud de Bellavista Nanay

CUADRO N° 5 Caracterización Cualitativa

Laboratorio	Biosanitarios, cortopunzantes, reactivos, anatomopatológicos
Medicina general	Biosanitarios, cortopunzantes, reciclables, anatomopatológicos
Ginecología	Biosanitarios, ordinarios, reciclables
Depósito de medicamentos	Fármacos, cortopunzantes. Ordinarios, reciclables
Urgencias	Biosanitarios, cortopunzantes, ordinarios,
Atención de partos	Biosanitarios, cortopunzantes, ordinarios, químicos, anatomopatológicos
Vacunación	Biosanitarios, cortopunzantes, ordinarios

Fuente: Grupo de trabajo

3. El tratamiento que se seleccionó para los residuos sólidos hospitalarios del Centro de Salud de Bellavista Nanay, es el de la incineración, por las ventajas que presenta este sistema, como son: reducción del volumen de los residuos sólidos en un 90%, además este sistema garantiza la destrucción total de todos los elementos patógenos que puedan contaminar, no solo al personal que opera el equipo, sino al personal asistencial, médicos y pacientes; también se puede contar con sistemas móviles, incrementando de esta manera la relación beneficio/costo.

4. Una vez que los residuos sólidos hospitalarios, son incinerados, deben ser transportados sin ningún problema de contaminación para los transportistas, hacia su disposición final, que debe ser el botadero municipal, ubicado en el km 31.5 de la carretera Iquitos Nauta, al no existir un relleno sanitario; con el consiguiente mínimo impacto ambiental.

DISEÑO DE LOS EQUIPOS PRINCIPALES

EQUIPO	CAUDAL DE AIRE (m³/h)	Diámetro (m)	Longitud (m)	Espesor (pulg)	Espesor de ladrillo (cm)
Incinerador Primario	39,09	2.55	7,65	0,149	14
Incinerador Secundario	0,07	1,50	4,5	0,149	6,5

DISEÑO DE LOS EQUIPOS AUXILIARES

EQUIPO	VOLUMEN (M³)	RADIO (M³)	ALTURA (M)
Tolva de alimentación	0,324	0,4	0,38

EQUIPO	TIPO	Potencia (psia)	TEMPERATURA (°C)	LONGITUD (M)
CALDERO	Pirotubular	30 a 300	1000	1.5

EQUIPO	CAUDAL (GPM)	POTENCIA DE LA BOMBA (HP)
BOMBA DE ALIMENTACIÓN	10	0,1 a 1

CAPÍTULO VI. DISCUSIONES

La mejor alternativa para el tratamiento de residuos sólidos hospitalarios del Centro de Salud de Bellavista Nanay, es la incineración, por presentar mejores ventajas con respecto al resto de sistemas como: tratamiento con microondas, tratamiento químico, esterilización con vapor, esterilización por irradiación con haz de electrones.

Este estudio sirve como posible alternativa de solución al tratamiento de residuos sólidos hospitalarios del Centro de Salud de Bellavista Nanay, porque actualmente, no se realiza ningún tipo de tratamiento, estos residuos son embolsados y transportados hacia el botadero municipal de la ciudad de Iquitos.

Creemos que el incinerador, también debe servir para tratar RSH de centros de salud cercanos al centro de salud de Bellavista Nanay, como pueden ser los centros de salud de Masusa, San Antonio.

CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES

1. Se hizo un diagnóstico de los residuos sólidos hospitalarios del Centro de Salud Bellavista Nanay; en este centro de salud se cuenta con los servicios asistenciales de Emergencia, Laboratorio Clínico, Medicina, Pediatría, Gineco-Obstetricia, pequeña cirugía, entre otros, que generan a diario junto con los servicios administrativos residuos sólidos, que de acuerdo a la normativa, están clasificados en Residuos Sólidos Biocontaminados y Residuos Sólidos Comunes, así como elementos punzocortantes.
2. Se debe implementar el sistema de tratamiento por incineración en el centro de salud de Bellavista Nanay, previo estudio de factibilidad.
3. Se caracterizaron cualitativamente los residuos sólidos hospitalarios del Centro de Salud, Estos residuos generados en este establecimiento de salud, son generados en las actividades asistenciales y constituyen un potencial peligro de daño para la salud de las personas, siendo el 85,28 % residuos biocontaminados y el 14,72 % residuos punzocortantes.
4. La alternativa que se propone para la disposición final de los residuos sólidos es la instalación de una planta de tratamiento de estos residuos, consistente en un incinerador primario, donde se eliminan los constituyentes tóxicos de estos residuos, que están formados básicamente por dioxinas y furanos, en más del 90 %, que deben ser incinerados, de tal manera que no se logre contaminar el medio ambiente, reduciendo al mínimo el peso de estos contaminantes

CAPÍTULO VIII. RECOMENDACIONES

1. Debido a la poca información acerca del tratamiento de los residuos sólidos hospitalarios, mucho menos del proceso de incineración de estos residuos hospitalarios, se deberá de evaluar la proyección para la instalación de una planta para el tratamiento de estos residuos en el Centro de Salud Bellavista Nanay.
2. Hacer un estudio a nivel de factibilidad para la puesta en marcha de esta planta de tratamiento de residuos sólidos hospitalarios, que debe contar con los siguientes aspectos: desechos sólidos hospitalarios, operación de la planta y tecnología seleccionada.
3. Realizar el estudio de factibilidad, para poner en ejecución esta planta, no solo debe emplearse para que sean tratados los residuos sólidos hospitalarios del centro de salud de Bellavista Nanay, sino que también debe servir para el tratamiento de los residuos sólidos hospitalarios de los centros de salud de Masusa, San Antonio; que se encuentran cerca del Bellavista Nanay.,

BIBLIOGRAFIA

Magda Magdy: Hospital waste management in El Beheira Governorate, Egipto. [Fecha de consulta: 03 de marzo 2020] Disponible en: <<https://doi:10.1016/j.jenvman.2009.08.012>>

Mohsen Ansari, et al (2019): Dynamic assessment of economic and environmental performance index and generation, composition, environmental and human health risks of hospital solid waste in developing countries; A state of the art of review. [Fecha de consulta: 03 de marzo 2020] Disponible en: <<https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105073>>

Katerina. K., et al (2020): Generation and composition of waste from medical histopathology laboratories [Fecha de consulta: 03 de marzo 2020] Disponible en: <<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.08.012>>

Hanqiao Liu, et al (2012): Removal of carbon constituents from hospital solid waste incinerator fly ash by column flotation [Fecha de consulta: 03 de marzo 2020] Disponible en: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2012.08.019>>

Guevara, F. (2006). Gestión de los residuos peligrosos en el Perú. Ministerio de Salud. DIGESA. Lima, (pp 9-10).

MINSA (2012). Plan Nacional de Gestión de Residuos Sólidos en Establecimientos de Salud y Servicios Médicos de Apoyo Lima, Perú.2010-2012, (pp 8-9).

MINAM. (2019). Guía para elaborar el plan distrital de manejo de residuos sólidos. Lima, Perú). (pp-4)

MINSA (2004).: Norma Técnica Manejo de Residuos Sólidos Hospitalarios. Lima (pp-12, 13, 44)

MINSAP. (2011). Manual de procedimientos para la gestión integral de los residuos generados en los establecimientos de salud y afines. Asunción-Paraguay. (pp 10).

M. Zamparas, et al (2020); Medical waste management and environmental assessment in the Rio University Hospital, Western Greece [Fecha de consulta: 03 de marzo 2020] Disponible en: <<https://doi.org/10.1016/j.scp.2019.100163>>

Sobiecka, E, et al: Influence of mixture ratio and pH to solidification /stabilization process of hospital solid waste incineration ash in portland cement [Fecha de consulta: 03 de marzo 2020] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.03.057>

Cifuentes, et al; (2008)). Gestión ambiental de residuos sólidos hospitalarios del Hospital Cayetano Heredia, Lima-Perú (pp 22)

NTS N° 096-MINSA/DIGESA v.01 (2012) Norma Técnica de Salud: Gestión y manejo de residuos sólidos en establecimientos de salud y servicios médicos de apoyo. Lima-Perú (pp 7-8)

Cortes, M. et al (2012). Actualización y unificación de los planes de gestión integral de residuos hospitalarios y peligrosos (RESPEL) en la Universidad Tecnológica de Pereira según la Legislación vigente. Pereira-Colombia. (pp. 14-20-22).

Blanco, J; et al (2005). Diseño de una planta de tratamiento de residuos sólidos hospitalarios y similares en el municipio de Arauca, capital. Arauca-Colombia. (pp 32, 33, 50).

MINSA/DIGESA (2006), Manual de Difusión Técnica 01-Gestión de los residuos peligrosos en el Perú. Lima, Perú (pp 62)

MINSA (1998). Tecnologías de tratamiento de residuos sólidos de establecimientos de salud. Lima - Perú (pp 24, 26, 27, 28, 29, 37)

YANCE, C (2015). Plan de Manejo de Residuos sólidos en el hospital de Huancavelica. Lima Perú. (pp 30).

Healt Care (2002). Pirólisis, una técnica de tratamiento térmico no tradicional. (pp 1, 2).

DIAZ, X (2014). Healt Care (2002). Pirólisis, una técnica de tratamiento térmico no tradicional. (pp 1, 2).

PAREDES J, (2016). Diagnóstico de los residuos sólidos hospitalarios en el hospital Daniel Alcides Carrión. Huancayo-Perú. (pp 22, 23).

MINSA/DIGESA (2018). NTS N° 144-MINSA/2018/DIGESA. Lima-Perú. (pp 22, 23).

ARMAS, C, et al. (2001). Tecnología Ambiental-En nuestro hogar la nave sideral tierra. Trujillo Perú. (pp. 520, 521).

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO	Preguntas	Objetivos	Hipótesis	Tipo y diseño de investigación	Población de estudio y procesamiento	Instrumento de recolección de muestras
<p>Propuesta de diseño de una planta de tratamiento de residuos sólidos hospitalarios del centro de salud bellavista nanay-Punchana</p>	<p>¿Cómo se logrará diseñar una planta de tratamiento de residuos sólidos hospitalarios del centro de salud de bellavista nanay, con la información disponible?</p>	<p>General Diseñar una planta de tratamiento de residuos sólidos hospitalarios del centro de salud de bellavista nana.</p> <p>Específicos</p> <p>Determinar la composición y cantidad de los residuos sólidos hospitalarios del centro de salud Bellavista Nanay-Punchana</p> <p>Caracterizar los residuos sólidos peligrosos o de riesgo biológico generados en el Centro de Salud Bellavista Nanay- distrito de Punchana.</p> <p>Evaluar el volumen de producción de residuos generados</p> <p>Proponer una alternativa tecnológica para el tratamiento de los residuos sólidos</p>	<p>A partir de los datos obtenidos sobre la generación de los residuos sólidos hospitalarios, con los fundamentos y las tecnologías de tratamiento de estos residuos, nos permitirán realizar la propuesta de diseño una planta de tratamiento de residuos sólidos hospitalarios, para el centro de salud de Bellavista Nanay.</p>	<p>Descriptivo-Experimental</p> <p>Los datos de la cantidad de residuos sólidos hospitalarios, fueron obtenidos de los datos estadísticos obtenidos del sistema de almacenamiento en los contenedores del centro de salud de Bellavista Nanay, que previamente son segregados.</p>	<p>Población: Está constituido por todos los residuos sólidos generados en el centro de salud Bellavista Nanay.</p> <p>Procedimiento de recolección de datos Coordinación con la dirección, para los puntos de muestreo.</p> <p>Procedimiento de campo.</p>	<p>La recolección de residuos sólidos hospitalarios, el centro de salud los realiza en contenedores, de cada dependencia del centro de salud; los datos de estas cantidades, fueron anotados en cuaderno de apuntes de los tesisistas.</p>

**RESIDUOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS DEL CENTRO DE SALUD
BELLAVISTA NANAY**



EL AUTOR DEL TRABAJO, EN DIFERENTES AREAS DEL CENTRO DE SALUD



**EL AUTOR DEL TRABAJO EN LA ENTRADA DEL CENTRO DE SALUD
BELLAVISTA NANAY**

