



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ESCUELA DE POSGRADO
DOCTORADO EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO
AMBIENTE



TESIS

**EVALUACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS Y AGUAS RESIDUALES DE
LOS CENTROS DE SALUD DE PRIMER NIVEL DE ATENCIÓN DE LA
CIUDAD DE CUSCO**

PRESENTADA POR:

KARINA CARDEÑA UNDA

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

DOCTOR EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE:

PUNO, PERÚ

2021



DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, sus bendiciones y permitirme llegar a este momento de mi vida profesional.

A mi amado esposo **HELARD**, por su amor, comprensión y apoyo incondicional y mis hijitos **Helitar** y **Dieguito**, por ser mi motor y la motivación para seguir adelante.

A mis queridos padres **MARIO Y RUTH**, por su amor, ejemplo, sacrificio y apoyo permanente para conseguir mis objetivos.

A mis hermanos: **Mario, Verioska y Faride**, sobrinos, cuñados y familiares, por todo su cariño y por estar siempre a mi lado.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano por haberme permitido conocer a personas valiosas, vitales para el desarrollo del trabajo de investigación.

A los directivos del Centro de Salud de Belenpampa, muy en especial al Sr. Humberto Nina Flores responsable de Salud Ambiental, la Sra. Luz Marina Villavicencio Aguilar y personal de limpieza por brindarme las facilidades y apoyo para la realización del trabajo de investigación.

A los directivos del Centro de Salud de San Jerónimo, en particular a la Lic. Sonia Vargas responsable de Salud Ambiental y personal de limpieza, por todas las facilidades brindadas y contribución para la ejecución de este trabajo.

Al PhD. Bernardo Roque Huanca, por todas sus enseñanzas, disposición de tiempo, orientación y apoyo recibido durante el desarrollo del trabajo de investigación.

A la Dra. Carla Del Carpio Jiménez por su amistad, apoyo y sugerencias recibidas.

Al Dr. Cleto la Torre por sus recomendaciones y el apoyo brindado a este trabajo de investigación.

Al Ing. Melquiadez Herrera Arivilca, responsable de la Unidad de Prestación de Servicios de Análisis Químico de la Universidad Nacional de San Antonio Abad, Cusco, por su ayuda y recomendaciones.

Al Dr. Walter Alejandro Zamalloa Cuba, Dr. Bernabé Canqui Flores, Dr. Juan Moisés Sucapuca Araujo por sus recomendaciones y valioso aporte académico.

A mi familia y amigos, por su amor, motivación y ser mi soporte emocional y permitir que llegue a la culminación de este trabajo de investigación.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. Marco teórico	3
1.1.1. Residuos de Establecimientos de atención en salud.	3
1.1.2. Clasificación.	4
1.1.3. Etapas del manejo de residuos sólidos en EE.SS.	9
1.1.4. Aguas residuales	16
1.2. Antecedentes	24

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Identificación del problema.	29
2.2. Enunciados del problema.	31



2.2.1. Enunciado General	31
2.2.2. Enunciados Específicos	31
2.3. Justificación.	32
2.4. Objetivos.	33
2.4.1 Objetivo general.	33
2.4.2 Objetivos específicos.	33
2.5 Hipótesis	33
2.5.1. Hipótesis general	33
2.5.2. Hipótesis específicas.	33

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de estudio.	35
3.2. Población.	36
3.3. Muestra	36
3.3.1. Criterios de inclusión	36
3.3.2. Criterios de exclusión	36
3.4. Método de investigación.	36
3.5 Descripción detallada de métodos por objetivos específico	37
3.5.1. Determinación de la cantidad de generación de residuos sanitarios en Kilogramos y caracterización.	37
3.5.2. Identificación de los puntos críticos de riesgo de contaminación.	39
3.5.3. Análisis de las aguas residuales de los establecimientos de salud	42



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Cantidad y características de la producción de residuos sólidos en los Centros de Salud	44
4.2. Identificación los puntos críticos de riesgo de contaminación, en el manejo de residuos sólidos	59
4.3. Análisis de las aguas residuales de los Centros de Salud	71
CONCLUSIONES	79
RECOMENDACIONES	81
BIBLIOGRAFÍA	83
ANEXOS	90

Puno, 22 de octubre del 2021

ÁREA: Ciencias de la ingeniería.

LÍNEA: Recursos Naturales y Medio Ambiente.

TEMA: Evaluación de los residuos sólidos y aguas residuales de los Centros de Salud de primer nivel de atención de la ciudad de Cusco

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
1. Categoría de los residuos sanitarios	5
2. Límites Máximos Permisibles para los efluentes de PTAR.	20
3. Promedio de residuos sólidos generados	38
4. Características de residuos sólidos según peso por área, servicio o unidad.	39
5. Criterios de valoración.	40
6. Producción de residuos diaria por servicios en el Centro de Salud Belenpampa	44
7. Tipo de residuos producidos en los servicios del C. S. de Belenpampa	47
8. Producción de residuos diaria por servicios en el Centro de Salud de San Jerónimo	51
9. Tipo de residuos producidos en los servicios del C. S. San Jerónimo	54
10. Evaluación de la etapa de acondicionamiento C. S. de Belenpampa y San Jerónimo	59
11. Frecuencia de la evaluación de la etapa de Acondicionamiento C.S de Belenpampa y San Jerónimo	60
12. Evaluación de la etapa de segregación y almacenamiento primario C. S. de Belenpampa y San Jerónimo	62
13. Frecuencia de la evaluación de la etapa de segregación y almacenamiento primario	63
14. Evaluación de la etapa de recolección y transporte interno CS Belenpampa y San Jerónimo	65
15. Evaluación de la etapa de Almacenamiento Central en los C.S de Belenpampa y San Jerónimo.	66
16. Evaluación de la etapa de tratamiento C. S. Belenpampa y San Jerónimo	68
17. Evaluación de la etapa de recolección y transporte externo y disposición final C. S. Belenpampa y San Jerónimo	69
18. Evaluación de las aguas residuales de los Centros de salud	71
19. Valores de la temperatura de aguas residuales del C.S Belenpampa y San Jerónimo	72
20. Valores de pH de las aguas residuales de los C.S de Belenpampa y San Jerónimo	73



21. Valor de aceites y grasas de aguas residuales de los C.S de Belenpampa y San Jerónimo	74
22. Valores de coliformes totales de las aguas residuales de los C.S de Belenpampa y San Jerónimo.	74
23. Valores de sólidos totales suspendidos de aguas residuales de los C.S de Belenpampa y San Jerónimo	75
24. Valores DBQ ₅ en aguas residuales de los C.S de Belenpampa y San Jerónimo	75
25. Valores DQO en aguas residuales de los C.S de Belenpampa y San Jerónimo	76
26. Tipo de biodegradabilidad según la relación DBO /DQO	77



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Símbolo para residuos biocontaminados.	6
2. Símbolo para residuos químicos peligrosos.	8
3. Producción diaria de residuos por servicios en el C.S de Belenpampa.	45
4. Producción total de residuos por día de la semana	46
5. Tipos de residuos generados en los servicios del C.S. de Belenpampa.	48
6. Porcentaje por tipo de residuos generados en los servicios del C.S. de Belenpampa.	49
7. Producción diaria de residuos por servicios.	51
8. Producción total de residuos por día de la semana	53
9. Tipos de residuos generados en los servicios del C.S. de San Jerónimo.	55
10. Porcentaje del tipo de residuos generados del C.S. de San Jerónimo	56



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
1. Características de residuos sólidos por peso, por área o servicio.	90
2. Identificación de puntos críticos en el manejo de los residuos sólidos en establecimientos de salud	90
3. Análisis de aguas residuales.	93
4. Documento de Autorización de los Establecimientos de salud.	94
5. Galerías Fotográficas	96
6. Resultados del análisis de aguas residuales de los establecimientos de salud.	100

RESUMEN

El objetivo del trabajo de investigación fue evaluar los residuos sólidos y aguas residuales generados en los centros de salud de primer nivel de atención en la ciudad de Cusco, en sus diferentes etapas desde su generación hasta su disposición final, determinando las características de los residuos sólidos, identificación de los puntos críticos en cada etapa del manejo de los residuos y la evaluación de las aguas residuales. Las técnicas utilizadas fueron la observación directa y entrevistas para evidenciar las prácticas del personal responsable del manejo de residuos y la observación laboratorial para el análisis de aguas residuales, según normativa vigente. El estudio se realizó en todos los servicios del Centro de Salud de Belenpampa, C.S de San Jerónimo y sus efluentes, recolectados en 4 oportunidades. El C.S de Belenpampa generó 30,33 Kg/día de residuos entre: biocontaminados (65,29%), comunes (33,23%) y especiales (1,48%) y el C.S de San Jerónimo produjo 24,98 kg/día clasificados en Biocontaminados (51.27%), comunes (43,4%) y especiales (5.33%), los puntos críticos en C.S de Belenpampa fueron el acondicionamiento, segregación y almacenamiento final y en el C.S de San Jerónimo el acondicionamiento y segregación. Los parámetros que superaron los límites permitidos son: las grasas y aceites, coliformes termo tolerantes y Demanda Química de Oxígeno (DQO). Concluyendo que el manejo de residuos sólidos en sus diferentes etapas es inadecuado, existiendo puntos de manejo muy deficientes y algunos parámetros de aguas residuales sobrepasan los Límites Máximos Permitidos (LMP) por tanto, las aguas residuales presentan una baja biodegradabilidad.

Palabras Clave: Aguas residuales, biodegradabilidad, disposición, residuos peligrosos, residuos sólidos, riesgo ambiental, segregación.



ABSTRACT

The purpose of the research work was evaluate the solid waste and wastewater generated in the first level health of attention centers in Cusco city, in its different stages from its generation to its final disposal, determining the characteristics of the solid waste, identification of critical points in every stage of waste management and wastewater evaluation. The techniques used were the direct observation and interviews to demonstrate the practices of the staff responsible for waste management and laboratory observation for the evaluation of wastewater, according the valid regulations. The studied was in all the services of the Belenpampa and Saint Geronimo Health Centers (HC) and their effluents, collected in four times. The Belenpampa HC generated 30.33 kg / day of waste among: biocontaminated (65.29%), common (33.23%) and special (1.48%) and in the Saint Geronimo HC produced 24.98 kg / day classified In Biocontaminated (51.27%), common (43.4%) and special (5.33%), the critical points in HC of Belenpampa were the conditioning, segregation and final storage and in the HC of Saint Geronimo were the conditioning and segregation. The parameters that exceeded the allowed limits are: fats and oils, thermo-tolerant coliforms, and Chemistry Oxygen Demand (COD). Concluding that the management of solid waste in its different stages is inadequate, there are very poor management points and some wastewater parameters do not meet the Maximum Permitted Limits (MPL), therefore, wastewater has a low biodegradability.

Key Words: Biodegradability, disposal, environmental risk, hazardous, segregation, Wastewater, waste, solid waste.

INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud OMS (1999), considera residuos sanitarios a todos aquellos materiales o productos de tipo sólido, líquido o gaseoso que se producen en los centros de salud: están conformados por residuos biológicos peligrosos, productos químicos, residuos farmacéuticos, residuos patológicos, sustancias radioactivas: también se incluyen en estos productos los residuos químicos, y farmacéuticos, que contengan metales pesados (mercurio, fenoles y derivados) vertidos al sistema de alcantarillado hospitalario. Todos estos residuos sanitarios pueden ser peligrosos para la salud de los usuarios, personal de salud y población en general, así como contaminarán las aguas subterráneas y superficiales.

Una gestión inadecuada de los residuos hospitalarios, que tienen residuos tóxicos, infecciosos y químicos, es un factor de riesgo para los seres humanos y el medio ambiente (Neveu y Matus, 2007) los cuales puede llevar a la transmisión de hepatitis B, Staphylococcus áureos y pseudomonas aeruginosa (Sapkota *et al.*, 2014). Además, son causantes de la hepatitis A-C, SIDA, tifoidea, bronquitis, ántrax, infección, enfermedades y alergias, etc., debido a que la gran mayoría de procesos productivos y de consumo son arrojados al ambiente tales como: mercurio, plomo, plaguicidas, entre otros (Artunduaga *et al.*, 2015). Así como los desechos dañan la apariencia del medio ambiente, se han puesto en tela de juicio características como la química, radioactiva y residuos clínicos, por amenazar a las personas y la salud ambiental (Dursun, 2013). Pese a todos los daños severos ambientales y al ser humano de los residuos sanitarios, muy poco se ha atendido en mejorar las prácticas de su manejo y destino final (Oweis *et al.*, 2005).

El presente trabajo pretende evaluar los residuos sólidos y aguas residuales generados en los centros de salud de primer nivel de atención de la ciudad de Cusco, en sus diferentes etapas desde su generación, segregación, tratamiento y disposición final, así como identificar las áreas y procedimientos, que presentan más riesgo de generar accidentes de trabajo y contaminación ambiental. En esa perspectiva, identificada y evaluada las características principales de la problemática, también es propósito del referido estudio proponer opciones de solución, para mejorar el manejo de los residuos sanitarios en los centros hospitalarios referidos y de esa forma mitigar los efectos adversos tanto humanos como ambientales, que estos puedan ocasionar.



El estudio de la referencia es de tipo descriptivo, transversal y como tal para su elaboración se utilizó un sistema metodológico variado, basado en técnicas de observación monumental, documental y entrevistas, para evidenciar las prácticas del personal de salud que manipulan estos residuos, a través de una ficha de cotejo y encuestas, según los lineamientos y procedimientos de la norma técnica para residuos sólidos; así como se utilizó técnicas de observación experimental, para la evaluación de las aguas residuales, evaluando siete parámetros ambientales establecidos en la normatividad de aguas residuales.

El contenido del presente estudio consta de cuatro capítulos, el primero está referido a la construcción de un marco teórico que sustente la problemática fundamental, el segundo hace mención a las principales características del problema, explicados tanto en términos de su justificación, como en la formulación de sus objetivos e hipótesis: el tercero está referido a describir la diversidad de materiales y métodos utilizados en la elaboración del estudio y finalmente el cuarto refiere a los aspectos conclusivos del trabajo de investigación, en sus partes de exposición de resultados y niveles de discusión, así como el levantamiento de un conjunto de recomendaciones.

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. Marco teórico

1.1.1. Residuos de Establecimientos de atención en salud

También denominados como residuos sanitarios, hospitalarios, según lo establece la NORMA TÉCNICA DE SALUD: «GESTIÓN INTEGRAL Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD, SERVICIOS MÉDICOS DE APOYO y CENTROS DE INVESTIGACIÓN» (2018) son los residuos generados en las acciones y procesos destinados a la atención e investigación médica en los establecimientos de salud como: Hospitales, clínicas, centros de salud, puestos de salud, centros médicos, consultorios, laboratorios etc. Algunos pueden revestir cierto grado de peligrosidad, por estar contaminado con agentes infecciosos que contienen elevada cantidad de microorganismos, representando un grave riesgo para la salud humana y el ambiente. Como, por ejemplo: Gasas, agujas hipodérmicas, algodones, residuos de comida, medios de cultivo, órganos patológicos, medicamentos, materiales de laboratorio, etc.

La mala gestión de los residuos hospitalarios está fundamentalmente asociado a una deficiente segregación en la fuente generadora, inapropiado almacenamiento de los residuos y métodos de recolección, escasos recursos humanos y financieros y acciones de control ineficaces en la eliminación de residuos (Abd El, 2010) pero, lo que genera el incremento en los volúmenes de los residuos y por consiguiente la elevación de los costos para eliminar estos residuos, son el mal manejo en la segregación (Tsakona *et al.*, 2007). Estas conductas inapropiadas y métodos de eliminación en la manipulación de los residuos, incrementan los riesgos para la salud



humana y la contaminación del medio ambiente, por las características infecciosas de los desperdicios sanitarios (Hossain *et al.*, 2011).

La aparición de enfermedades infecciosas a nivel mundial está en aumento, por tanto, también ocasionan la mayor producción de desechos altamente peligrosos (Lafferty y Mordecai, 2019). También por la mayor aceptación de productos descartables de uso único (Hossain *et al.*, 2011). Actualmente se genera aproximadamente 1,47 toneladas de desechos sólidos municipales en el mundo, el mismo que va en aumento cada año (Zaman, 2016), de los cuales 5,9 millones provienen de los centros hospitalarios (Voudrias, 2018).

1.1.2. Clasificación

Existen muchas formas de clasificarlos, la OMS (2017) clasifica a los residuos sanitarios en peligrosos y no peligros, según se detalla a continuación:

Tabla 1

Categoría de los residuos sanitarios

Categoría de los residuos	Descripción
Residuos sanitarios peligrosos	
Residuo infeccioso	Residuos que se conoce o tiene indicios que tienen microorganismos infecciosos y son un peligro de transmisión de enfermedades, ej. desechos y aguas residuales infectadas con diferentes fluidos corporales como sangre, secreciones, excrementos, que han estado en contacto con pacientes infectados.
Residuos cortopunzantes	Aquellos objetos que pueden causar lesión o heridas, usados o sin usar Ej. Agujas hipodérmica, jeringas con y sin agujas, equipos de venoclisis, bisturís, pipetas, vidrio roto etc.
Residuos patológicos	Tejidos, fluidos humanos, partes del cuerpo, fetos sangre, restos de animales etc.
Residuos farmacéuticos y citotóxicos.	Productos farmacéuticos vencidos o en desuso, objetos que están contaminados o que tienen productos farmacéuticos, desechos citotóxicos, que tienen productos con características genotóxicas, como los medicamentos citostáticos y productos químicos genotóxicos.
Residuos químicos	Están incluidos los desechos que tienen sustancias químicas, y con alto contenido de metales pesados.
Residuos radioactivos	Desechos que tienen sustancias radiactivas
Residuos sanitarios no peligrosos o generales.	
	Residuos que carecen de riesgo biológico, químico, radiactivo o físico.

Fuente: OMS (2017)

Se estima que, de la totalidad de residuos generados por las actividades derivadas de las atenciones en salud, el 85% aproximadamente corresponden a los desechos comunes no peligrosos y el 15% sobrante se valora como peligroso por tener naturaleza infecciosa, tóxica o radioactiva (OMS, 2017). Los desechos categorizados como especiales y peligrosos incluyen aquellos residuos patológicos, contagiosos, medicamentos, químicos, productos farmacéuticos con sustancias nocivas y tóxicas, desechos de los enfermos con cáncer (Díaz, 2008). Existen diferentes factores que influyen en la producción de residuos como: los servicios médicos, cantidad de pacientes atendidos y el número del personal de salud, además de las características sociales culturales, tradiciones, modo de vida etc., (OMS, 2017).

La NORMA TÉCNICA DE SALUD: «GESTIÓN INTEGRAL Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD, SERVICIOS MÉDICOS DE APOYO y CENTROS DE INVESTIGACIÓN» (2018) clasifica los residuos sólidos producidos en los establecimientos de salud, de acuerdo a su naturaleza y sus riesgos asociados, en las siguientes categorías:

- Clase A. Residuos Biocontaminados
- Clase B. Residuos Especiales
- Clase C. residuos Comunes

A. Residuos biocontaminados.- Son residuos peligrosos producidos a consecuencia de una atención médica, investigación médica y científica, que representa un potencial riesgo para los individuos que entren en contacto con tales desechos, puesto que están contaminados con sustancias patógenas, los cuales pueden tener microorganismos en concentraciones que impliquen un peligro. El símbolo internacional de riesgo biológico es (NTS N° 144-MINSA/DIGESA, 2018).



Figura 1: Símbolo para residuos biocontaminados.

Fuente: NTS N° 144-MINSA/DIGESA, (2018)

Según su origen la norma técnica los clasifica en:

- **Tipo A.1:** De atención al paciente, Desechos contaminados, con secreciones, excreciones y líquidos orgánicos, procedente de la atención médica, también se considera los residuos alimentarios, residuos de la nutrición parenteral y enteral.
- **Tipo A.2:** Biológicos, conformado por cultivos, inóculos, muestras biológicas, microorganismos, medios de cultivos, procedente del laboratorio clínico o de investigación, incluye las vacunas vencidas o en desuso,

productos biológicos caducos, estropeados o usados, destinados a la baja. Así como los filtros de aire de áreas contaminadas y cualquier residuo contagiado por sustancias biológicas.

- **Tipo A.3:** Bolsa conteniendo sangre humana y hemoderivados, está compuesto por bolsa o materiales con sangre humana, muestras de sangre, suero, plasma y otros hemoderivados, o cualquier producto que haya tenido contacto con sangre (algodón, gasa, papel, etc.)
- **Tipo A.4:** Residuos quirúrgicos y anatómo-patológicos, constituido por órganos, placentas, tejidos, restos de fetos muertos, como consecuencia de procedimientos médicos, quirúrgicos y residuos contagiados con sangre.
- **Tipo A.5:** Punzocortantes, está formado por objetos punzocortantes que entraron o no en contacto con sustancias patógenas o paciente, entre los que podemos mencionar: agujas hipodérmicas, con jeringa o sin ella, pipetas bisturís, lancetas, placas Petri, catéter con aguja, frasco de ampollas rotas, vidrios rotos y otros.
- **Tipo A. 6:** Animales contaminados, son los restos de animales inoculados o utilizados para protocolos de investigación, procedimientos quirúrgicos, que han estado en contacto con microorganismos infecciosos o conductor de patologías infectocontagiosas o residuos que hayan tenido contacto con estos.

B. Residuos especiales.- Son residuos peligrosos, que por su naturaleza tienen características químicas y físicas de posible riesgo por ser corrosivo, tóxico, inflamable, reactivo y radioactivo para la gente que toque estos residuos, (NTS N° 144-MINSA/DIGESA, 2018) esta norma los clasifica en:

- **Tipo B.1:** Residuos químicos peligrosos, están considerados los materiales contaminados por agentes químicos con cualidades tóxicas, inflamables, corrosivas, explosivas, radioactivas, genotóxicos o mutagénicos, como, por ejemplo: productos farmacéuticos (quimioterapéuticos) plaguicidas vencidos, productos químicos, solventes, ácidos y bases fuertes, mercurio de los termómetros, amalgamas de mercurio, revelados de radiografía, etc.

Su símbolo es:



Figura 2: Símbolo para residuos químicos peligrosos.

Fuente: NTS N° 144-MINSA/DIGESA, (2018)

- **Tipo B.2:** residuos farmacéuticos, Productos farmacéuticos, malogrados, contaminados, vencidos, o parcialmente usados o producidos como parte de una atención médica o en investigación, existente en los establecimientos de salud.
 - **Tipo B.3:** Residuos radioactivos, se encuentran las sustancias radioactivas o infectado con radioisótopos, procedentes de los laboratorios clínicos, de investigación humana, medicina nuclear o materiales contagiados por líquidos radioactivos como: jeringas, agujas, frascos, papel etc. El Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) regula el manejo de estos residuos.
- C. Residuos comunes.-** Son residuos no peligrosos, que no han sido expuestos al contacto de pacientes o sustancias contaminadas, En este grupo se consideran los desechos producidos en las áreas administrativas, patios, áreas públicas, jardines, en la cocina como los restos de alimentos, etc. (NTS N° 144-MINSA/DIGESA, 2018), el cual los clasifica:
- **Tipo C.1:** Se incluyen los papeles, cartón, cajas y otros que estén contaminados y no hayan entrado en contacto con los pacientes.
 - **Tipo C.2:** Restos de vidrio, madera, plástico, metales, frascos de sueros, placas radiográficas, que no hayan sido contagiados por el paciente y que no

estén infectados, se incluye los insumos biomédicos que no se han usado y se encuentran deteriorados y vencidos.

- **Tipo C.3:** Está compuesto por los residuos productos de la preparación de alimentos en la cocina, de la limpieza de jardines y otros.

1.1.3. Etapas del manejo de residuos sólidos en EE.SS

De acuerdo a la normativa vigente (NTS N° 144-MINSA/DIGESA, 2018)

se consideran 8 etapas:

- a. Acondicionamiento
 - b. Segregación
 - c. Almacenamiento Primario
 - d. Almacenamiento intermedio
 - e. Recolección y transporte interno
 - f. Almacenamiento Central y Final
 - g. Tratamiento
 - h. Recolección traslado externo y disposición final.
- a. Acondicionamiento.-** Esta etapa consiste en el acondicionamiento de los diferentes servicios del Establecimiento de Salud, con depósitos, adecuados para la recepción de las diferentes clases de residuos generados en las diversas áreas y servicios, con contenedores, tachos, bolsas de color rojo, negro y amarillo, envases resistentes, etc.,

Previo a ello se debe de realizar o tener la información del diagnóstico basal de residuos sólidos.

Según el tipo de residuos que se generen estos deben se seleccionarse y depositarse en bolsa o recipientes adecuados (NTS N° 144-MINSA/DIGESA, 2018)

- Residuos biocontaminados: Bolsa Roja.
- Residuos comunes: Bolsa negra.
- Residuos Especiales: Bolsa amarilla.
- Residuos punzocortantes: depósitos resistente, no reutilizable, rotulado, según establece la normatividad.

Para los desechos sólidos especiales de vidrio no rotos como: frasco de vial, jarabes, reactivos, medios de cultivo, preparar cajas de cartón grueso, con bolsa amarilla, rotulado con el nombre de FRAGIL.

El acondicionamiento es de acuerdo al tipo de residuos que se producen, se debe escoger los recipientes y establecer la cantidad de recipientes a requerir, el personal de limpieza debe colocar los recipientes con las bolsas en las áreas del establecimiento u hospital, estos deben estar lo más cerca posible a la fuente de generación. Todos los servicios higiénicos destinado a los pacientes debe estar acondicionado con bolsas rojas para fortalecer su segregación y almacenamiento, para el caso de los servicios higiénicos de los trabajadores, estos deben estar dispuestos con bolsas negras (NORMA TÉCNICA DE SALUD: «GESTIÓN INTEGRAL Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD, SERVICIOS MÉDICOS DE APOYO y CENTROS DE INVESTIGACIÓN», 2018).

- b. Segregación.**-De acuerdo con la norma (NORMA TÉCNICA DE SALUD: «GESTIÓN INTEGRAL Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD, SERVICIOS MÉDICOS DE APOYO y CENTROS DE INVESTIGACIÓN», 2018), consiste en separar los componentes físicos de los residuos sólidos para ser manejados en forma particular, la selección de estos residuos se debe dar en el lugar donde se originan, los cuales deben ser colocados en sus recipientes o depósitos adecuados, el cuál es cumplimiento de todo el personal del establecimiento de salud. Para lo cual el personal debe estar debidamente capacitado y sensibilizado y los servicios con la adecuación correspondiente.

De 120 Centros de atención primaria de salud, casi la totalidad de residuos cortantes fueron separados sin embargo, sólo el 25% de establecimientos segregó los residuos sanitarios peligrosos (Mesdaghinia *et al.*, 2009). Los residuos clínicos

y comunes son mezclados previos a su eliminación, esto como consecuencia de la carencia de personal clínico capacitado, la falta de conciencia del cuidado de la salud del personal y el financiamiento insuficiente, lo que empeora los impactos en la salud y costos de eliminación (Hossain *et al.*, 2011).

La norma técnica establece el siguiente procedimiento (NTS N° 144-MINSA/DIGESA (2018):

- Colocar el residuo en el depósito correspondiente, previamente debemos identificarlo y clasificarlo, los residuos biocontaminados y especiales, se deben desechar con una pequeña manipulación, asimismo las jeringas deben arrojarse junto con la aguja en el depósito resistente.
 - En los procedimientos que requiere sólo el uso de las jeringas, como en el caso de la nutrición parenteral, disolución de fármacos, etc., se deposita la jeringa en bolsa roja y la aguja en el recipiente de punzocortantes.
 - Las agujas deben ser eliminadas inmediatamente en el depósito para punzocortantes, procurando el mínimo contacto con estas. Para el caso de jeringas contagiadas con material radioactivo, se deben ubicar en los recipientes resistentes, el cual tiene que contar con el rótulo de peligro.
 - Los residuos provenientes de fuente radiactivas (Cobalto, Cesio, o Iridio) está prohibido su manipulación por el personal del EE. SS, solo está autorizado para el personal Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN).
 - Los residuos biocontaminados originados en los análisis clínicos, hemoterapia y estudios microbiológicos, deben ser previamente tratados en la fuente productora. Además, los desechos conformados por piezas anatómicas patológicas, del tipo A4, son colocados en bolsas de color rojo y almacenados en una cámara fría, en el servicio que lo genera hasta el instante de su traslado y destino final.
- c. Almacenamiento primario.-** Se refiere al almacenamiento transitorio de los residuos en el lugar donde se generaron, en los depósitos adecuados, para su siguiente traslado al almacén central o intermedio.

Para ello se requiere que las áreas estén preparadas y el personal capacitado, para operar los residuos sólidos (NTS N° 144-MINSA/DIGESA, 2018).

La norma técnica establece los siguientes procedimientos (NTS N° 144-MINSA/DIGESA (2018):

- Llenado de recipientes no debe exceder las $\frac{3}{4}$ partes de su capacidad.
 - Los restos anatómicos, fluidos humanos, etc., deben ser llevados inmediatamente terminado el procedimiento, al almacén intermedio o central.
 - Los residuos que hayan tenido contacto con restos radioactivos, se deben almacenar temporalmente en un depósito plomado.
 - Los cultivos microbiológicos, se debe auto clavar, previo al almacenamiento primario.
 - Los depósitos para residuos deben ser lisos para permitir su lavado y desinfección.
- d. Almacenamiento intermedio.-**Área donde se acumulan los residuos provisionalmente, acondicionado en el mismo servicio, su almacenamiento no debe exceder las 12 horas. En situaciones muy particulares, se puede implementar en las afueras de los servicios, en lugares alejados de atención a los pacientes, servicio de alimentos y ropa limpia, el cual debe estar debidamente señalizado. Se considera la implementación de forma obligatoria, a los que produzcan más de 150 litros/día por área, servicio etc. (NTS N° 144-MINSA/DIGESA, 2018).
- e. Recolección y transporte.-**En esta etapa se realiza el traslado de los residuos al almacenamiento central, según la frecuencia de recojo y usando los coches de transporte adecuados. Para lo cual se requiere de vehículos de transporte por tipo de residuos, con tapa articulada y ruedas, de material rígido, coches de residuos peligrosos identificados y de manejo único para los residuos, contar con rutas marcadas y determinadas según: menor recorrido entre un almacén y otro, horario de menor flujo de pacientes, que no haya cruce con alimentos, pacientes y ropa limpia, la ruta debe coberturar todo el establecimiento, los ascensores deben ser

usados en horas de baja afluencia de pacientes (NTS N° 144-MINSA/DIGESA, 2018).

La norma (NTS N° 144-MINSA/DIGESA (2018) establece los siguiente:

- Las bolsas que han alcanzado las $\frac{3}{4}$ partes de su capacidad, cerrarlas eliminando el exceso de aire, sin exponerse al aire emanado, no vaciar por ningún motivo a otra bolsa o recipiente los residuos.
- Cuando se rompa una bolsa, colocar en una nueva y cerrarla, limpiando el área contaminada.
- La recolección de residuos debe realizarse diario y en horas de menor afluencia de pacientes, servidores y visitantes.
- Trasladar los residuos en los coches con ruedas, si arrastrar las bolsas, ni pegar al cuerpo.
- Los residuos de alimentos, no deben ser destinados a la alimentación de animales.
- Indicar las rutas internas de traslado, debidamente señalizadas.
- Culminando la jornada de trabajo, se debe limpiar y desinfectar los contenedores, los vehículos no deben usarse para otros propósitos.

f. Almacenamiento central o final.-En esta área se almacenan los residuos que proceden del almacén intermedio o del primario, por un tiempo máximo de 48 horas para los residuos biocontaminados y comunes, hasta ser trasladados al sitio de su tratamiento o destino final.

El almacenamiento de los residuos especiales, en el almacén central no debe ser exceder a 30 días calendarios, sujetos a las características de peligrosidad y capacidad del almacén. Los establecimientos que generen residuos sólidos punzocortantes cuya cantidad alcanza hasta (1) lit/ día, se pueden almacenar por un plazo de 30 días calendario y en los casos de que se genere residuos sólidos biocontaminados en valores de hasta (10) lit/día, se pueden almacenar por un tiempo máximo de 7 días calendarios, ambos deben ser fundamentado en el Plan

de Minimización y manejo de residuos sólidos (NTS N° 144-MINSA/DIGESA, 2018).

Los requerimientos según la norma (NTS N° 144-MINSA/DIGESA, 2018) son:

- Almacén final, con tamaño en función a la valoración de las cantidades producidas en el establecimiento y con capacidad para almacenar la producción de residuos igual a 2 días.
- Debe ser de fácil acceso, manipulación, maniobra del carro recolector interna y cerca al área de tratamiento y estar edificado de material noble, de fácil limpieza y desinfección, cubierto de la intemperie y temperaturas altas.
- El piso y las paredes, deben estar recubiertos con material resistente, pulido, impenetrable y con canales para drenar el agua, la puerta debe estar protegida y ventanas cubiertas con mallas
- El almacén central debe tener ubicado y señalado, las áreas para cada tipo de residuos (residuos comunes, biocontaminados y especiales) y clasificar los residuos según su naturaleza.
- Debe contar con área (techado, con iluminación, punto de agua, piso liso, con desagüe, conectado a la red de alcantarillado) para la limpieza de los carros de recolección interna. Así como con ambiente de servicios higiénicos y vestidor para el personal de limpieza, el personal debe contar con sus EPP y con los materiales de seguridad requeridos para su labor.
- Cuando los establecimientos produzcan residuos sólidos en cantidad menor a 150 (lit) /día, se puede hacer el almacenamiento final en contenedores, en un ambiente de uso único para tal efecto.

La norma técnica (NTS N° 144-MINSA/DIGESA, 2018) determina los siguientes procedimientos:

- Almacenar los residuos en las áreas determinadas, según su clasificación y tipo.
- Las bolsas rojas de biocontaminados, colocar sin compactar en los contenedores.

- Los depósitos de los residuos punzocortantes, colocar en el área de biocontaminados, etiquetado con el símbolo de bioseguridad.
 - Asear y desinfectar el área después de retirar los residuos.
 - El acopio de las sustancias químicas sólidas, se debe realizar tomado en cuenta las siguientes recomendaciones: Identificarlos y clasificarlos, a través de la hoja de seguridad (MSDS) antes de su almacenamiento, operar los las sustancias químicas incompatibles, por separado, Saber los agentes que afectan la estabilidad de los residuos (calor, humedad, etc.), evitar los derrames, almacenando cuidando las características de riesgo, almacenar en sitios aireados y seguros, las sustancias volátiles, el área que genere este tipo de residuos, debe comunicar sobre los riesgos y cuidados en su manipulación.
 - Los productos farmacéuticos, caducados y en mal estado de conservación, deben obedecer a los procedimientos emanados por la (DIGEMID).
 - El almacenamiento de los residuos radioactivos, debe ajustarse a lo señalado por la autoridad nacional IPEN.
- g. Tratamiento.-**Es toda técnica, proceso o método que modifique la características físicas, químicas o biológicas de los residuos sólidos, con la finalidad de minimizar o quitar el posible riesgo de ocasionar daños a la salud y el ambiente, previo a su disposición final (NTS N° 144-MINSA/DIGESA, 2018).

En los establecimientos de atención primaria en salud de Irán, los desechos fueron separados mediante combustión temporal e incineración a cielo abierto. Existiendo un 16.7% que eliminaron sus residuos sin algún tratamiento previo (Mesdaghinia *et al.*, 2009) en el Centro de Salud King Hussein la mayor deficiencia se presentó en el tratamiento de residuos (Oweis *et al.*, 2005). La implementación de sistemas de tratamiento de residuos en los establecimientos de salud, presenta muchas ventajas como la reducción de riesgos para la salud pública y el ambiente por el internamiento de los residuos peligrosos en el establecimiento de salud (OMS, 1999).

- h. Recolección y transporte externo.-**Esta actividad involucra recolectar los residuos sólidos por una Empresa Operadora de Residuos Sólidos, autorizada y

registrada, desde el establecimiento generador hasta su destino final. Los residuos peligrosos no se deben mezclar con los residuos municipales (NTS N° 144-MINSA/DIGESA, 2018).

El transporte interno de residuos peligrosos presenta un alto riesgo cuando existe carencia de planificación de los viajes y la falta de capacitación del personal encargado de estos desechos (Neveu y Matus, 2007).

- i. Disposición final.**-Se denomina así a las operaciones para tratar y disponer los residuos sólidos en su etapa final de su manejo de forma duradera, saludable y protegiendo el medio ambiente (NTS N° 144-MINSA/DIGESA, 2018).

1.1.4. Aguas residuales

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental OEFA (2014) considera aguas residuales aquellas, cuyas particularidades originales fueron transformadas por acciones del hombre, las mismas que antes de ser reutilizadas, vaciadas al sistema de alcantarillado o cuerpos de agua natural (ríos, lagos, lagunas, arroyos, riachuelos etc.) necesitan un tratamiento preliminar, puesto que su calidad se ha visto alterada de forma negativa. Estas pueden causar efectos dañinos para la salud humana, consecuencias ambientales negativos, resultados perjudiciales para las actividades económicas (Ryder, 2017).

(Jayakody, 2008) define a las aguas residuales como una mezcla de uno o más de los siguientes efluentes: i) Domésticos que son aguas negras compuesta por excremento, orina y lodos fecales y aguas grises formadas por aguas servidas de lavado y baño ii) Agua de establecimientos comerciales e instituciones donde también se considera a los establecimientos de salud iii) industriales aquí se considera a las aguas pluviales y otros escurrimientos municipales. El peligro que generan es porque el sistema de alcantarillado es uno solo, donde se vierte todo tipo de aguas servidas incluidas las hospitalarias, generando una mezcla de diversas características, el cual dificulta su tratamiento, principalmente si estos son de tipo biológico (Lazcano, 2016).

1.1.4.1. Aguas residuales Hospitalarias

Se considera así a todas las aguas residuales generadas en los diferentes establecimientos de Salud como hospitales, clínicas, laboratorios clínicos, centros de salud, puestos de salud etc., Estas están compuestas por altas concentraciones de microbios patógenos y contaminantes, pudiendo estar también presentes solventes y metales pesados (Ramos, 2008), la metodología mayormente utilizada para determinar la calidad de estas aguas, es realizando la evaluación de diferentes indicadores fisicoquímicos (Pratibha *et al.*, 2014).

La descarga de compuestos químicos de las actividades hospitalarias en el medio ambiente natural puede provocar la contaminación de los recursos hídricos y riesgos para la salud humana (Emmanuel *et al.*, 2009) Así también la OMS (OMS, 1999) considera que el 75% y el 90% de los desechos generados por los profesionales de la salud, son generales o de no riesgo, mientras que el 10 al 25%, son residuos que representan riesgo y pueden generar una serie de problemas a la salud y el ambiente. Las aguas residuales hospitalarias, presentan mucha diversidad de componentes nocivos o perdurables como los radionúclidos, disolventes, desinfectantes y productos farmacéuticos en una extensa gama de concentraciones (Carraro *et al.*, 2017) Su constitución obedece a diversos elementos como son la complejidad del establecimiento de salud, cantidad de pacientes y las patologías atendidas.

Estudios han evidenciado que los componentes existentes en las aguas residuales hospitalarias, son difíciles de remover a través de los tratamientos tradicionales (plantas de tratamiento que usan procesos biológicos) lo que constituye un riesgo para la salud humana, debido a que fueron encontrados en fuentes de agua potable (Benitez *et al.*, 2009). Además los hospitales son tratadas como los mayores surtidores de contaminantes emergentes, como consecuencia de las diversas actividades y procedimientos desarrollados en estos establecimientos y la evacuación de sustancias por parte de los pacientes, los mismos que son descargados al sistema de alcantarillado urbano (Sapkota *et al.*, 2014).

Las aguas servidas hospitalarias pueden contagiar los suelos y aguas subterráneas, por lo que no deberíamos considerarlas seguras para drenarlas directamente a los

cuerpos de aguas del ambiente, estas no son aptas para riego ni uso humano (Pratibha *et al.*, 2014).

1.1.4.2. Características y composición de aguas residuales

La constitución y características de las aguas residuales, está definida por diferentes factores como son por su utilización a nivel doméstico, comercial e industrial, por lo que su variabilidad en el mundo es muy amplia (Ryder, 2017).

Según Gomes y Ebrary (2009) afirman que las aguas residuales contienen una diversa cantidad de contaminantes como son:

- Comidas para las plantas (nitrógeno, fósforo, potasio etc.)
- Microorganismos contagiosos (virus bacterias y protozoos)
- Metales pesados (Cadmio, cromo, mercurio, plomo etc.)
- Contaminantes orgánicos (hidrocarburos, plaguicidas, etc.)
- Biodegradable orgánico (DQO, DBQ)
- Micro contaminantes (medicamentos, agentes de limpieza etc.)

Los cuales pueden ocasionar un peligro para la salud y el medio ambiente, incluso efectos económicos y financieros, cuando estos no son manejados adecuadamente y son vertidos al medio ambiente sin ser previamente tratados.

Las aguas residuales, previo a su vertimiento al medio ambiente (cuerpos de agua y suelo) deben ser tratadas o acondicionadas, para cumplir con normas de calidad reguladas en cada país, esto con el fin de que los estándares de calidad (ECA) se mantengan invariables en el tiempo, el cual contribuya a conservar la calidad ambiental y protección sustentable de los ecosistemas. No obstante en los países en vías de desarrollo sólo son tratadas en un pequeño porcentaje (Organización Panamericana de la Salud, 2011).

El problema reside porque generalmente el sistema de alcantarillado es uno solo, donde se mezclan todo tipo de residuos con diversas características, por ende el inconveniente en su tratamiento, sobre todo si es de tipo biológico (Lazcano, 2016). En algunos países como el nuestro, están establecidos los valores máximos

admisible (VMA) o límites máximos permisibles (LMP) para que las empresas prestadoras cumplan con tratar sus aguas residuales antes de ser vertidas al sistema de alcantarillado sanitario.

1.1.4.3. Parámetros de calidad de aguas residuales a evaluar

Dentro de los parámetros de calidad de las aguas, se consideran las características físicas, químicas y microbiológicas.

- A. Características físicas.**-Los parámetros físicos considerados para la evaluación de calidad y la contaminación de las de aguas residuales en los monitoreos tenemos: a los sólidos en suspensión, color, olor, temperatura y transmitancia (Lazcano, 2016).
- B. Características químicas.**- Las actividades que ocasionan mayor contaminación al agua son la actividad minera, cuando existen la presencia de metales pesados, Arsénico, Plomo, Mercurio y cromo, los cuales son muy tóxicos, y la actividad agrícola cuando se vierten a las aguas principalmente residuos de fertilizantes e insecticidas (Frías y Montilla, 2016). Los parámetros físicos que se consideran para la evaluación de calidad y contaminación son: pH, alcalinidad, carbohidratos, proteínas, lípidos, nitrógeno, fósforo, oxígeno disuelto (OD), Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), Demanda química de oxígeno (DQO) y Carbono orgánico total (COT) (Lazcano, 2016).
- C. Características microbiológicas.**- La existencia o crecimiento de microorganismos (bacterias, parásitos, virus y hongos) en el agua, se ocasiona generalmente por resultado de las alteraciones directa o indirectas al medio ambiente, urbanización no controlada de la población, crecimiento de la actividad industrial, pobreza y la mala disposición de excretas humanas y animales. Así como también por la actividad agropecuaria en el uso de abonos orgánicos mal procesados en los cultivos, la movilización de animales y la disposición no adecuada de sus aguas residuales, que generan la contaminación microbiológica de las fuentes de agua (Núñez *et al.*, 2009).

1.1.4.4. Normatividad sobre parámetros ambientales de aguas residuales

El Decreto Supremo N.º 003-2010-MINAM, en su artículo 32º numeral 32.1, establece los Límites Máximos Permisible-LMP “como la medida de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente”.

El establecimiento de estos valores le corresponde al Ministerio del Ambiente y también exigir legalmente su cumplimiento, así como a los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental.

Los parámetros de evaluación considerados por la referida normativa son:

Tabla 2

Límites Máximos Permisibles para los efluentes de PTAR.

Parámetro	Unidad	LMP de efluentes para vertidos a cuerpos de aguas
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termo tolerantes	NMP/100mL	10000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5 - 8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	150
Temperatura	°C	<35

Fuente: (MINAN, 2010)

- a) **Potencial hidrógeno pH.**- Es el factor que calcula el grado de acidez o alcalinidad que posee el agua, su importancia radica porque es considerado como una medida de la contaminación del vertido. Debido a que intervalo de pH para la presencia de existencia acuática está entre 5 y 9; consecuentemente, las aguas residuales que se hallen fuera de estos rangos, dificultan su tratamiento biológico, siendo indispensable adecuar estas aguas a los pH adecuados, previo a su ingreso a las PTAR, también el pH alcalino aumenta el amoniaco (NH_3), que resulta venenoso para la vida acuática, principalmente peces (Lazcano, 2016).

El pH en el agua es influenciada por la concentración de CO₂, por tanto las aguas con pH entre 6 a 7 es adecuado para el desarrollo de una gran biomasa, por el contrario un valor ácido afecta la biomasa de la fuente de agua, el cual se presenta cuando las aguas se contaminan con sustancias químicas como los hidrocarburos (Castro, 2021).

- b) Sólidos totales en suspensión (SST).**- Los sólidos totales (ST) están representados por partículas de suelo insolubles, sedimento, material sólido orgánico e inorgánico que constituyen la principal fuente de contaminación acuática y se encuentran suspendidos en el agua (Castro, 2021).

Los sólidos totales suspendidos, son los que están luego de filtrar el agua residual por un tamiz de fibra de vidrio con un orificio de dimensión de 1,2 μm . Según su tamaño, las partículas podrían ser coloidales o dispersiones gruesas y son las responsables de la turbidez del agua, el cual depende de las propiedades ópticas del material suspendido, entre las principales partículas flotantes se encuentra al papel, partículas de alimentos, arcillas, materia fecal, etc. (Lazcano, 2016).

- c) Temperatura.**-La temperatura de las aguas residuales continuamente es mayor que la temperatura del agua de la red potable, puesto que mayormente se vierten líquidos calientes sobre todo en los meses fríos, la información de los valores de temperatura a lo largo de todo el año es importante para los diseños de los PTAR; por otra parte la temperatura influye en la biodegradabilidad de la materia orgánica, puesto que favorece en los procesos cinéticos químicos y biológicos (Lazcano, 2016).

Temperaturas altas en aguas residuales, pueden generar el desarrollo de plantas indeseables y hongos, por lo contrario en aguas residuales con temperaturas inferiores a 10°C, las tasas de crecimiento microbiano son más prolongadas, siendo las temperaturas apropiadas para el crecimiento microbiano de 25-35°C (Lazcano, 2016).

La temperatura es un parámetro de la calidad del agua, que influencia en otros valores de calidad del agua, como el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y algunas características fisicoquímicas. El incremento de temperatura

favorece la solubilidad de los sólidos disueltos y reduce el de los gases (MINSA, 2010).

d) Aceite y grasas.-Está conformado por aceites y grasas, en las aguas residuales que se encuentra en un 10% de los componentes orgánicos. La presencia de estas sustancias causa perjuicios, debido a que pueden contribuir a la obstrucción de las tuberías, causan malos olores, efervescencias e impiden el desarrollo de los microorganismos (Lazcano, 2016). Asimismo, pueden generar problemas para el funcionamiento normal de las plantas de tratamiento, por lo que se recomienda retirarlos antes de su tratamiento, entre sus métodos de extracción se pueden mencionar a la extracción con tricloroetileno, pero que ya quedo en des uso y fue reemplazado por el hexano (Rodier *et al.*, 2010).

e) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).-Este indicador de contaminación orgánica, se define como la cantidad de oxígeno empleado por los microorganismos, en la degradación de materia orgánica, (MINSA, 2010) y (Lazcano, 2016) en la cual los microorganismos, a través del proceso de respiración, usan la materia orgánica de las aguas servidas para desarrollarse y metabolizar sus elementos celulares (MINSA, 2010).

La DBO₅ es resultado de la degradación de materiales como: orgánicos carbónicos (microorganismos aerobios), nitrógeno oxidable (nitroso más y Nitrobacter) y compuestos químicos reductores (se oxidan con el OD), su medición se expresa en mg/l de O₂ consumidas durante un período de 5 días a 20 °C en la oscuridad (MINSA, 2010).

Según la procedencia de las aguas residuales muestran diferentes contaminantes, por ejemplo: las aguas domésticas generalmente presentan virus, bacterias y parásitos dañinos para el hombre; las aguas procedentes de la minería, contienen metales y metaloides que pudieran ser de naturaleza tóxica y recalitrantes para el medio ambiente, por ello requieren disminuir estos componentes con tratamientos químicos, antes de un tratamiento biológico; por último las aguas procedentes de la actividad agropecuaria, contienen restos de pesticidas y fertilizantes, los mismos que son difíciles de eliminar por tratamientos biológicos, por tanto causan peligros para la salud del medio

ambiente (Lazcano, 2016). El consumo de aguas con elevado contenido de DBO5 también representa peligro a la salud (MINSa, 2010).

- f) **Demanda Química de Oxígeno.**-Es la cantidad de oxígeno requerida para oxidar el carbono orgánico completamente a CO₂, H₂O y amonio, en condiciones de operatividad definidas (Rodier et al., 2010), sea de origen biodegradable y no biodegradable (MINSa, 2010). La medida en sí, corresponde a la estimación de materiales oxidables existentes en el agua tanto los de procedencia orgánico o mineral (Rodier *et al.*, 2010). El desagüe de las aguas industriales o domésticas aumentan el contenido de materia orgánica, por consiguiente el incremento de los valores de DQO y la disminución del oxígeno disuelto (MINSa, 2010).

La DQO se estima por la oxidación del dicromato de potasio (K₂Cr₂O₇) en medio (ácido sulfúrico) y presencia de sulfuro de plata, el cual se expresa en mg/L (Lazcano, 2016).

Evaluar la capacidad del agua de desagüe para biodegradarse es de mucho interés para elegir el método de tratamiento de aguas residuales (tipo biológico o fisicoquímico) (Rodier *et al.*, 2010). La relación entre DBO/DQO muestra la biodegradabilidad de los elementos contaminantes, si la relación es inferior a 0,2 el efluente contiene sustancias inorgánicas, en cambio si esta relación es mayor que 0,6 el efluente se considera orgánico biodegradable (Castro, 2021). La correspondencia entre la DBO5/DQO en un desagüe doméstico es de 0,5; que sería perfecta para el tratamiento biológico, sin embargo esta condición no se cumple continuamente puesto que, en el sistema de desagüe se combinan con aguas residuales industriales los cuales van a reducir esta relación (Mara, 2004), algunos proyectos se basan en el tratamiento de vertidos industriales o agroindustriales, en el cual la materia orgánica es mayor y el material carbonáceo es muy versátil, donde podrían estar presentes elementos tóxicos recalcitrantes difícilmente biodegradables, por tanto se debe determinar los elementos no biodegradables o tóxicos y previamente realizar un tratamiento químico (Lazcano, 2016).

- g) **Coliformes termo tolerantes.**-Es un indicador de contaminación, denominado también coliformes fecales, se refiere a los coliformes que tienen las mismas

características, después de una incubación a una temperatura de 44°C (Rodier *et al.*, 2010), incluye a los géneros de *Escherichia* y en menor grado *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter* (MINSa, 2010). El interés de la determinación de los coliformes es muy importante, debido a que existen en gran cantidad en las defecaciones de animales de sangre caliente, además que son resistentes a los antisépticos, específicamente al cloro y a sus derivados, por lo que se consideran indicadores de evaluación de la efectividad del tratamiento (Rodier *et al.*, 2010) y en el monitoreo de calidad de las aguas (Larrea *et al.*, 2013). En la microbiota intestinal destaca *E.Coli* con el 90-100%, en cambio en las aguas contaminadas se encuentra en un 59% (Carrillo, 2008). Pueden infestar mucosas, heridas abiertas, ojos, etc. por contacto directo, además por ingestión pueden causar gastroenteritis aguda (MINSa, 2010).

1.2. Antecedentes

Los desechos sanitarios peligrosos se han convertido en una preocupación ambiental para muchos países en desarrollo (Alvariño, 2012). Estos residuos sanitarios se producen a partir de diversos procedimientos terapéuticos realizados en hospitales, como quimioterapia, diálisis, cirugía, parto, resección de órganos gangrenosos, autopsia, biopsia, inyecciones, etc. Esto resulta en la producción de residuos no peligrosos (75–95%) y residuos peligrosos (10–25%) (Sapkota *et al.*, 2014). Los mismos que también son denominados residuos hospitalarios nocivos compuestos por el conjunto de residuos, infecciosos, patológicas, cortopunzantes, genotóxicas, farmacéuticas, químicas, metales pesados y residuos radioactivos (Dursun, 2013).

Una gestión inadecuada de los residuos hospitalarios, que tienen residuos tóxicos, infecciosos y químicos, es un factor de riesgo para los seres humanos y el medio ambiente (Neveu y Matus, 2007), los cuales puede llevar a la transmisión de hepatitis B, *Staphylococcus áureos* y *pseudomonas aeruginosa* (Sapkota *et al.*, 2014). Además, son causantes de la hepatitis A-C, SIDA, tifoidea, bronquitis, ántrax, infección, enfermedades y alergias, etc. Y otras enfermedades que van desde las simples laringitis hasta enfermedades más complejas como el cáncer; debido a que la gran mayoría de procesos productivos y de consumo son arrojados al ambiente tales como: mercurio, plomo, plaguicidas, entre otros (Artunduaga *et al.*, 2015). Así como los desechos dañan la apariencia del medio ambiente, se han puesto en tela de juicio características como la

química, radioactiva y residuos clínicos, por amenazar a las personas y la salud ambiental (Dursun, 2013). En otro estudio (Suleman, 2016) determinaron que los residentes que viven más cerca de los vertederos abiertos han contraído enfermedades relacionadas como la malaria, infecciones de la piel, entre otras, como resultado de la eliminación inadecuada de los desperdicios.

Paz *et al.* (2004), en su estudio analizaron los líquidos residuales no tratados provenientes de un centro de salud Hospital de Clínicas de la Universidad San Martín de Buenos Aires, los cuales presentan un riesgo potencial para la salud y el ambiente debido a que transportan sustancias químicas con efectos tóxicos y genotóxicos, su composición de estos líquidos residuales contiene una gran diversidad de medicamentos, desinfectantes, solventes, reactivos de laboratorio, detergentes y otros compuestos que son vertidos a los mismos drenajes. Asimismo Tsakona *et al.* (2007), evaluaron las concentraciones de DBO, DQO y metales pesados en las aguas residuales que generó el hospital, así como la toxicidad de estas aguas, durante el estudio, se observaron omisiones y negligencia en todas las etapas del sistema de gestión de residuos, en particular con respecto al tratamiento de residuos infecciosos. En el primer estudio de (Paz *et al.*, 2008) se utilizaron distintos sistemas biológicos normatizados, en el cual se determinó el perfil de tóxicos presentes, como cadmio, cromo, mercurio y compuestos orgánicos halogenados; en todos los casos, las concentraciones de estos compuestos en las aguas residuales fueron inferiores a los límites establecidos para los vertidos industriales a colectores cloacales, el efecto genotóxico no pudo ser relacionado con la presencia de estos contaminantes, lo que demuestra la importancia de utilizar ensayos químicos y biológicos para determinar el posible riesgo ambiental de estos vertidos. En el segundo estudio Tsakona *et al.* (2007), revelaron en las mediciones del parámetro EC50 en muestras de aguas residuales, una mayor toxicidad en todas las muestras. Además, se detectaron compuestos orgánicos peligrosos en muestras de aguas residuales utilizando un cromatógrafo de gases / espectrógrafo de masas.

Según Al-ajlouni *et al.* (2016), la mayoría de los análisis biológicos y fisicoquímicos mostraron que todos los hospitales de la ciudad de Amman Jordán, habían excedido los límites máximos permitidos por las legislaciones ambientales jordanas. También (Meo *et al.*, 2014) realizaron el análisis de aguas residuales de tres hospitales de la ciudad de Lahore, revelando que las concentraciones de DBO, DQO y cadmio fueron mayores que los límites permisibles prescritos en la normatividad y ninguno cuentan con plantas de

tratamiento de aguas residuales. Estos químicos y materiales tóxicos ciertamente contaminarán las aguas subterráneas y superficiales. En los resultados obtenidos para pruebas eco toxicológicas, Emmanuel *et al.* (2002) confirmaron la existencia de sustancias peligrosas en las aguas residuales de los hospitales, considerando el volumen de aguas residuales generadas por los hospitales y la extrema diversidad de sustancias físicas, químicas y las evoluciones biológicas que estos efluentes presentan, por lo que es importante hacer evaluación de su riesgo eco toxicológico y sanitario.

En diversos estudios también se realizaron controles de calidad de las aguas residuales en centros hospitalarios, Ramos (2008), ejecutó estudios respecto a la cantidad, indicadores de contaminación del ambiente del Hospital de La Habana determinando que estos incumplen con la norma vigente de descarga, para disponer a los ríos directamente.

Arias *et al.* (2011) en un estudio realizado en una Universidad de Colombia, encontraron que han fallado las estrategias de socialización en relación al plan de gestión integral de residuos hospitalarios y similares, y entre los factores que inciden en la aparición de infecciones cruzadas, aumentando el riesgo de exposición, está la falta de uso de los elementos de protección personal, la no realización de la de segregación de los residuos es causada por deficiencias en la sensibilización para la realización adecuada del proceso, además falta de control y seguimiento en el plan establecido por la institución. Además, se constató la falta en la dotación de depósitos para el almacenamiento y transporte de los residuos internos. Según Neveu y Matus (2007), en el estudio realizado en un centro de alta complejidad en Chile, el transporte interno de residuos peligrosos presenta un alto riesgo debido a la falta de planificación de los viajes la falta de capacitación del personal encargado de estos desechos fue otro factor de riesgo, asimismo 25% de los desechos líquidos peligrosos fueron drenados directamente al sistema de alcantarillado y la unidad de preparación de fármacos de la farmacia tenía el mayor riesgo ambiental asociado con la generación de residuos peligrosos. Hossain *et al.* (2011) en su estudio determinaron que, en la mayoría de los casos las principales razones de la mala gestión de los residuos hospitalarios son la falta de legislación adecuada, la falta de personal clínico especializado, la falta de conciencia y el control efectivo. Por otro lado, Ismark y González (2005) en un Policlínico Docente de la Playa en la Habana Cuba, pudieron constatar y demostrar que el manejo de los mismos es completamente incorrecto y que existe desconocimiento acerca del tema entre el personal de la institución.

A fin de mejorar la gestión de los residuos sanitarios generados en los centros de salud y prevenir los posibles riesgos, que pueden ocasionar por un inadecuado manejo al medio ambiente y la salud pública, algunos autores han arribado a las siguientes conclusiones: Para que los desperdicios no generen ninguna amenaza para los trabajadores de salud, es prioritario la inactivación de los microorganismos infecciosos y la adopción de la tecnología de esterilización con SF-CO₂ en el manejo de estos desechos clínicos puede reducir la exposición a los desechos infecciosos, disminuir la mano de obra, reducir los costos y lograr un mejor cumplimiento de la normatividad (Hossain *et al.*, 2011). También es necesario implementar sistemas de control y protección para reducir la exposición al riesgo biológico y mejorar la ejecución del manejo de residuos hospitalarios y similares y la especificación de rutas de recolección y transporte interno (Arias *et al.*, 2011). La segregación de los residuos en el punto de generación con materiales adecuados de recogida y tratamiento previo de los residuos infecciosos antes de su eliminación debe ser practicado y debería darse la formación de trabajadores de la salud y de los manipuladores de residuos (Tadesse y Kumie, 2014).

En otros estudios a nivel nacional Carril y Vásquez (2015), calificaron como admisible la gestión del medio ambiente y manipulación de los desechos hospitalarios en el Hospital de EsSalud de la ciudad de Tumbes y de muy deficiente a los procedimientos realizados en el Hospital JAMO y a los residuos producidos en las instalaciones de los centros de salud Zorritos y Zarumilla; no se observó que alguno de ellos realice transporte interno, el tratamiento usado en el Hospital de EsSalud Tumbes fue la combustión; en los otros casos estos residuos hospitalarios se arrojan al botadero municipal. Vilela (2019), determinó que la producción de residuos sólidos en el Hospital Nuestra Señora de Rosario fue de 45,5 kg/día y para el Centro Materno infantil de San Marcos de 14,33 kg/día, constatando que las etapas de: Transporte interno, almacenamiento, transporte y disposición final, no se manejaba de acuerdo a la norma.

Chambi y Larico (2019), efectuaron un trabajo en 11 hospitales de la Región Puno, revelando que el manejo de los residuos sólidos no se realiza conforme a la norma y ninguna etapa se cumple satisfactoriamente.

En otros estudios a nivel local se obtuvo que, el manejo de los residuos sólidos Hospitalarios, en el Hospital Nacional de Es Salud, es deficiente, los conocimientos por parte del personal es inadecuado y el cumplimiento de la norma técnica es parcial



(Sánchez, 2013). También en la investigación del Hospital de contingencia Antonio Lorena de la ciudad de Cusco, en el manejo de residuos citostáticos y de antibióticos, se determinó que las etapas de acondicionamiento, segregación y almacenamiento primario e intermedio, es deficiente, siendo los principales problemas, infraestructura deficiente, falta de capacitación y sensibilización a los trabajadores (Soria, 2018).

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Identificación del problema

Los contaminantes de los centros de salud incluyen residuos biológicos peligrosos, productos químicos, residuos farmacéuticos, residuos patológicos, sustancias radiactivas, y los residuos genotóxicos, que puede causar una variedad de efectos adversos en los seres humanos y el medio ambiente (Pépin *et al.*, 2014). La OMS ha considerado los residuos sanitarios como desechos especiales y ahora es comúnmente reconocido que ciertas categorías de residuos sanitarios son algunos de los desechos peligrosos y potencialmente más peligrosos de todos los que se plantean en las comunidades (OMS/UNICEF, 2015). Los residuos generados por las actividades de salud incluyen una amplia gama de materiales, de agujas y jeringas a los apósitos sucios, partes del cuerpo, muestras de diagnóstico, sangre, productos químicos, productos farmacéuticos, dispositivos médicos y materiales radiactivos (OMS, 2004).

Según la OMS, de todos los residuos generados por las actividades de salud un 85% son desechos comunes no peligrosos y el 15% restante corresponde a residuos peligrosos que pueden ser tóxico, radioactivo e infeccioso, estos desechos contienen microorganismos que pueden ser dañinos e infectar a los pacientes de los hospitales, al personal sanitario y al público en general y en circunstancias en que estos residuos sean incinerados, puede dar lugar a la emisión de dioxinas, furanos y otros contaminantes atmosféricos tóxicos, también se determinó que de las instalaciones de 24 países estudiados sólo el 58% tienen en funcionamiento sistemas adecuados para la eliminación segura de desechos sanitarios (OMS/UNICEF, 2015).

Los residuos químicos vertidos en el sistema de alcantarillado pueden tener efectos adversos en el desempeño de sistemas de tratamiento biológico de aguas residuales o efectos tóxicos sobre los ecosistemas naturales de las aguas receptoras. Problemas similares pueden ser causados por residuos farmacéuticos, que pueden incluir antibióticos y otras drogas, metales pesados como mercurio, fenoles y derivados, y desinfectantes y antisépticos (World Health Organisation *et al.*, 2014). Sin duda, las aguas residuales hospitalarias son consideradas una importante fuente de patógenos y microorganismos con resistencia antibiótica (Amábile, 2008). La mayoría de los análisis biológicos y fisicoquímicos mostraron que todos los hospitales de la ciudad de Amman Jordán, habían excedido los límites máximos permitidos por las legislaciones ambientales jordanas. Estos químicos y materiales tóxicos ciertamente contaminarán las aguas subterráneas y superficiales (Al-ajlouni *et al.*, 2016).

Según afirman Ashouri y Sadhezari (2016) estos desechos tienen un impacto considerable en las propiedades químicas de las aguas superficiales, en la acidez, la conductividad, los sólidos disueltos y el oxígeno biológico y químico. El contacto de contaminantes hospitalarios con los elementos de los ecosistemas acuáticos demuestra un peligro que está relacionado a la existencia de sustancias peligrosas, que tienen la posibilidad de ejercer efectos negativos sobre el medio ambiente y las especies vivas (Emmanuel *et al.*, 2002). Esta representa una mezcla que puede provocar graves dificultades ambientales, alcanzando ser cinco o quince veces más dañino que las aguas domésticas (Emmanuel *et al.*, 2009).

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental OEFA (2014) en su informe de Fiscalización Ambiental de Residuos Sólidos en Gestión Municipal Provincial de Cusco 2013-2014, reporta que a la fecha falta una buena administración y manejo de los desechos sólidos municipales en el Perú, pues se incumplen con las requerimientos normativos mínimas para impedir daño al ambiente y la salud humana, más aun considerando que se ha evidenciado que con frecuencia los residuos líquidos hospitalarios son arrojados al sistema de alcantarillado sin un previo tratamiento. Existiendo un solo incinerador en el Hospital Regional Cusco, en cual solo es de uso exclusivo del este Hospital y que en la ciudad de Cusco no se cuenta con un relleno sanitario autorizado. Según el Ministerio del Ambiente (2014) de un total de 548 establecimientos de salud, reportaron la generación de 12,755 toneladas de residuos biocontaminados.

Según reporta el Plan de Desarrollo Urbano Concertado Cusco al 2023 (2013), la producción anual de residuos sólidos en los establecimientos de salud de la Provincia de Cusco para el año 2012 es de 7986,732 kg. El Plan Operativo Institucional del 2012, del Gobierno Regional del Cusco (2012), refiere que uno de los problemas que afronta esta Región es la polución del medio ambiente por sustancias nocivas y/o persistentes, así como la inadecuada disposición de residuos sólidos debido a que, de 112,03 toneladas de residuos generados en el año 2004, sólo 41,040 toneladas se situaron en rellenos sanitarios. En la ciudad de Cusco, no existen trabajos que evidencien la situación sobre el manejo de residuos sólidos en los establecimientos del primer nivel de atención, sólo estos fueron tratados a nivel de los centros hospitalarios.

Por todas las consideraciones antes planteadas, este estudio pretende realizar una evaluación de los residuos sólidos y aguas residuales generados en los Centros de Salud de primer nivel de atención y de esta forma identificar, las características de los residuos sólidos y líquidos, las debilidades en su manejo y plantear las propuestas de solución, con la finalidad de mejorar la situación actual de la gestión de los residuos sanitarios y mitigar los riesgos ambientales que estos puedan generar.

Razones que nos lleva a plantear las siguientes interrogantes:

2.2. Enunciados del problema

2.2.1. Enunciado General

¿Cómo es el manejo de los residuos sólidos y aguas residuales en los establecimientos de salud de primer nivel atención de la ciudad de Cusco?

2.2.2. Enunciados Específicos

- ¿Qué características presenta la producción de residuos sólidos en los servicios de los establecimientos de salud de primer nivel atención de la ciudad del Cusco?
- ¿Cuáles serán los puntos críticos en el manejo de residuos sólidos en las diferentes etapas y servicios de los establecimientos de salud de primer nivel atención de la ciudad del Cusco?

- ¿Los indicadores de las aguas residuales de los centros de salud de primer nivel de atención de la ciudad de Cusco, se encuentran dentro de los valores permisibles?

2.3. Justificación

Los residuos sanitarios significan un alto riesgo biológico debido a que pueden ocasionar contaminación y patologías si no se manipulan de forma adecuada, por lo que es necesario una buena gestión, manejo, selección, almacenamiento, recojo y destrucción, para disminuir o erradicar el riesgo para las personas y el medio ambiente.

El trabajo pretende cuantificar, identificar las características, las causas de la problemática actual, en el manejo de los residuos sólidos y aguas residuales generados por los establecimientos de salud Centro de Salud de primer nivel de atención, por parte del personal de salud, así como realizar una evaluación del manejo de estos residuos a lo largo de etapa concerniente desde su producción hasta su disposición final, identificando aquellas áreas y procedimientos más críticos, también determinar si existe riesgo de contaminación ambiental que estos pueden generar y que esta sirva para mejorar los procesos de las etapas enmarcadas en la gestión global de los residuos sólidos y permitan proponer medidas con la finalidad de proveer y controlar los impactos negativos al medio ambiente. Asimismo, resaltar que este tema de investigación está relacionado con el área de Evaluación tecnológica y del medio ambiente, respecto al manejo de los residuos.

Así mismo, tiene por finalidad identificar riesgo de contaminación ambiental y mejorar las debilidades, permitiendo conocer acciones de prevención los mismos que aporten en la toma de decisiones de los directivos de los Centros de Salud de Primer Nivel de Atención de la ciudad de Cusco, así como concientizar al personal para un correcto manejo de los residuos que se generan en estos establecimientos, en cumplimiento a la normatividad legal vigente, por otro lado también puede servir como referencia para otros estudios similares en otros establecimiento de salud.

El manejo defectuoso de los residuos sanitarios en los establecimientos de salud conforma un elemento de peligro fundamental en la propagación de enfermedades, no solamente para los trabajadores de los establecimientos de salud (personal de salud, administrativos y otros) sino también los pobladores colindantes y el ambiente, los beneficiarios directos de este trabajo de investigación serán todo el personal de salud que laboran en estos

establecimientos de salud, es por tal motivo se hace importante la realización de este trabajo para identificar los posibles riesgos que pueda ocasionar al medio ambiente, así como el de contribuir a controlar y mitigar estos riesgos.

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo general

Evaluar el manejo de los residuos sólidos y aguas residuales en los establecimientos de salud de primer nivel de atención de la ciudad de Cusco.

2.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la cantidad en (Kg) y caracterizar la producción de residuos sólidos en los servicios de los establecimientos de salud de primer nivel atención de la ciudad del Cusco, según la norma técnica
- Identificar los puntos críticos en el manejo de residuos sólidos en las diferentes etapas y servicios de los establecimientos de salud de primer nivel atención de la ciudad del Cusco, según la norma técnica.
- Determinar si los indicadores de las aguas residuales de los centros de salud de primer nivel de atención de la ciudad de Cusco, se encuentran dentro de los valores permisibles

2.5 Hipótesis

2.5.1. Hipótesis general

El manejo de los residuos sólidos y aguas residuales de los centros de salud de primer nivel de atención no cumple con los parámetros establecidos en la normativa.

2.5.2. Hipótesis específicas

- La producción de residuos peligrosos (biocontaminados y especiales) es mayor a la producción de residuos no peligrosos (comunes) en los establecimientos de salud de primer nivel atención de la ciudad del Cusco



- Existen puntos críticos en el manejo de residuos sólidos en las diferentes etapas y servicios de los establecimientos de salud de primer nivel atención de la ciudad del Cusco, según la norma técnica.
- Las aguas residuales de los establecimientos de salud se encuentran fuera de los parámetros de calidad permitidos según normatividad.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de estudio

El lugar donde se desarrolló el estudio correspondió a los Establecimientos de Salud de Primer Nivel de atenciones, categorizado como Centro de Salud con Internamiento I-4, perteneciente a la Red de Salud Cusco Norte y Red de Salud Cusco Sur, ubicado en el ámbito de la ciudad del Cusco.

Los Establecimientos de Salud identificados para el presente estudio son: el Centro de Salud de Belenpampa, pertenece a la Red de Salud Cusco Norte, cabecera de la Microred de Belenpampa categorizado como Centro de Salud con Internamiento I-4, ubicada en la zona Norte de la ciudad de Cusco, tiene como ámbito al distrito de Santiago y parte del distrito de Cusco, es el principal centro referencia del Centro de Salud Independencia, P.S Ccorca, P.S. Dignidad Nacional, P.S Ocopata, P.S Zarzuela y Centro Médico Santiago, todos ubicados en el ámbito de la ciudad de Cusco. La zona de este distrito abarca 69,72 Km² y se ubica a 3427 m.s.n.m. Tiene aproximadamente 83,721 pobladores, que se encuentran en el quintil III de pobreza.

El otro establecimiento corresponde al Centro de Salud de San Jerónimo categorizado como Centro de Salud con Internamiento I-4, que pertenece a la Red de Servicios de Salud Cusco Sur, es cabecera de la Microred San Jerónimo, ubicada en la zona Sur de la Provincia de Cusco a 11 Km de ciudad de Cusco, abarca los distritos de San Jerónimo y San Sebastián, es el principal centro de referencia del Centro de Salud de Conchacalle, P.S de Saylla, P.S de Calcay, P.S de Lucre y C.S de Oropesa, todos ubicados en la ciudad de Cusco.

3.2. Población

La población está conformada por los centros de salud de la Red de Salud de Cusco Sur (6 establecimientos) y Cusco Norte (27 establecimientos) situados en la jurisdicción de la ciudad de Cusco, categorizados como Centros de salud I-4, pertenecientes al Ministerio de Salud.

3.3. Muestra

La muestra está conformada por dos centros de salud de primer nivel de atención de la ciudad de Cusco, categorizados como Centros de Salud con Internamiento I-4, perteneciente a la Red de Salud Cusco Norte y Red de Salud Cusco Sur. Cada centro de salud tiene su personal médico, asistencial, administrativo y de servicios, quienes son los participantes para la obtención de los datos.

3.3.1. Criterios de inclusión:

- Centro de salud, cabecera de Micro Red y que brinda atención de parto.
- Centro de Salud del I Nivel y Categoría 4 (I-4).
- Centro de salud con servicio acorde a su nivel de complejidad

3.3.2. Criterios de exclusión:

- Establecimiento de salud, que no son cabecera de Micro Red
- Centros de Salud que no brindan el servicio de atención de parto y que derivan a otros E.S de mayor complejidad.
- Establecimiento de salud, con un nivel menor de atención y categoría al I-4

3.4. Método de investigación

El presente trabajo de investigación correspondió a un diseño de tipo descriptivo de tipo transversal y según su intervención es observacional, puesto que se realizó observaciones en un momento específico en el tiempo y la medición de las variables se reportó de forma descriptiva.

Los equipos y materiales utilizados fueron:

a) Equipos

- Balanza
- Cámara fotográfica.
- Espectrofotómetro.
- Ph-metro

b) Materiales

- Termómetro
- Vaso de precipitado.
- Pipeta.
- Botellas de vidrio para la recolección.
- Cintas reactivas para medir pH
- USB
- Papel bond.
- Material de escritorio (Lápiz, lapicero, corrector)
- Fotocopias.
- Formatos de encuestas.
- Ficha de cotejo y otros.
- Bolsas de diferentes colores (rojo, negro y amarillo)

3.5 Descripción detallada de métodos por objetivos específico

3.5.1. Determinación de la cantidad de generación de residuos sanitarios en Kilogramos y caracterización

Previo a la recolección de datos se procedió a solicitar la autorización a los directores de los establecimientos de Salud identificados (C.S Belenpampa y C.S de San Jerónimo) para poder iniciar con la ejecución del estudio y tener accesos a

los diferentes áreas y servicios productores de estos residuos e identificar las fuentes principales de generación de residuos.

Para obtener la producción diaria en Kg. de residuos sólidos, se estimó determinando la cantidad de residuos sólidos en peso generados en cada área/unidad/servicio de los establecimientos identificados, los mismos que fueron categorizados en 3 tipos de residuos (Común A, Biocontaminado B y especial C) detallados a continuación, información que fue obtenida durante siete días, para luego sacar el promedio por día, según el cuadro adjunto:

Tabla 3

Promedio de residuos sólidos generados

Clase de residuo	Promedio día
Biocontaminados = Bc	$(Bc1+Bc2+Bc3+Bc4+Bc5+Bc6+Bc7)/7$
Comunes = C	$(C1+C2+C3+C4+C5+C6+C7) /7$
Especiales = E	$(E1+E2+E3+E4+E5+E6+E7) /7$

Norma Técnica de Salud N°144-2018-MINSA/DIGESA

Para ello se contó con la ayuda del personal responsable de saneamiento ambiental y personal de limpieza, quienes indicaron los puntos de generación de y acumulación de residuos durante las 24 horas, así como los horarios y las rutas respectivas. Para la ejecución del trabajo se consideró la totalidad de los ambientes y servicios generadores de residuos sólidos, como son: consultorios, sala de parto, farmacia, laboratorio, servicios higiénicos, áreas administrativas etc.

Para determinar el peso de los residuos se utilizó una balanza, bolsas de color (rojo, amarillo y negra) para la selección y una hoja estructurada para la recolección de datos, según lo establece la Norma Técnica de Salud: "Gestión Integral y Manejo de Residuos Sólidos en Establecimientos de Salud y Servicios Médicos de Apoyo y Centros de Investigación" (Anexo 1)

Durante siete días, se procedió a recolectar y seleccionar los residuos producidos cada día, en los diferentes áreas y servicios de los establecimientos de salud identificados, que producen residuos sólidos. Los horarios determinados para la recolección y la clasificación respectiva por tipo de residuos sólidos (biocontaminados, comunes y especiales) fue en los siguientes turnos 10.00 a.m,

13:00 hrs y 17:00 hrs para luego ser trasladados al lugar de almacenamiento final y finalmente a su disposición final, la empresa recolectadora de residuos especiales (ECO METROOLI S.R.L) recolectaba la basura, dos veces a la semana los días miércoles y viernes, para el caso del Centro de Salud de Belenpampa y los días martes y sábados en el Centro de Salud de San Jerónimo, para lo cual se contó con el apoyo del personal de limpieza de cada uno de los establecimientos. El cual fue registrado diario en la hoja estructurada de datos, según lo establece la Norma Técnica de Salud: "Gestión Integral y Manejo de Residuos Sólidos en Establecimientos de Salud y Servicios Médicos de Apoyo y Centros de Investigación" (Anexo 1).

Tabla 4
Características de residuos sólidos según peso por área, servicio o unidad

Día	Fecha	BIOCONTAMINAD O		ESPECIALES		COMUNES	
		Clase	Peso (kg)	Clase	Peso (kg)	Clase	Peso (kg)
1		A		B		C	
2		A		B		C	
3		A		B		C	
4		A		B		C	
5		A		B		C	
6		A		B		C	
7		A		B		C	
Total							

Norma Técnica de Salud N°144-2018-MINSA/DIGESA.

3.5.2. Identificación de los puntos críticos de riesgo de contaminación

La metodología utilizada para lograr el presente objetivo, se realizó a través de la técnica de la observación directa, monumental y la entrevista realizada a las autoridades, trabajadores de los Establecimientos de Salud en estudio, vinculados con el manejo de los residuos sólidos, aproximadamente durante un mes, según el instrumento la hoja estructurada de recolección de datos (Anexo 2).

Primero se realizó la identificación de los servicios, áreas que son generadoras de estos residuos y verificar la clase de residuo que generan cada una de ellas.

Se observó, verificó y evaluó las condiciones técnico operativas del manejo de los residuos sólidos, en las diferentes etapas establecidas como son: Acondicionamiento, segregación y almacenamiento primario, almacenamiento

intermedio, transporte o recolección interna, almacenamiento final, tratamiento y recolección externa, según la lista de cotejo establecido en la Norma Técnica de Salud para residuos sanitarios, El cual fue complementado con las entrevistas realizadas al personal de salud, personal de limpieza y otros.

En cada etapa se verificó su implementación y características en el manejo de los residuos sólidos, evaluando su cumplimiento o no. Según la siguiente codificación, según los estipulado en la Norma técnica:

- **SI CUMPLE:** Se hace, se tiene o se cumple según norma y tiene puntuación de 1
- **NO CUMPLE:** No tiene, no se hace o no cumple y se da la puntuación de 0

Luego del puntaje asignado según la observación y verificación realizada, estos puntajes se suman, para obtener un puntaje total, por cada una de las etapas identificadas y de acuerdo al puntaje obtenido se relacionaron con los siguientes criterios de valoración si el procedimiento es:

- ✓ Muy deficiente,
- ✓ Deficiente
- ✓ Aceptable

Posterior a la verificación del cumplimiento o no de los procedimientos requeridos en la normatividad para su cumplimiento, se totalizó el puntaje obtenido en cada una de las etapas identificadas y este valor se interpretó según el siguiente criterio de evaluación:

Tabla 5
Criterios de valoración

Etapas	Valoración	Puntaje	Significado
	Muy deficiente (MD)	Menor o igual a 1.	Se cumplen con pocos requisitos lo cual determina como muy DEFICIENTE posible la ocurrencia de accidentes de trabajo o contaminación al (MD) ambiente.
	Deficiente (D)	Entre 2 y 3	Aún existe incumplimiento significativo de los requisitos, lo cual (D) precisa ser corregido, la eficacia del conjunto de medida preventiva existente se ve reducido en forma apreciable.
1) Acondicionamiento.	Aceptable (A)	Mayor a 4	El riesgo de accidentes o daño al ambiente es tolerable, se cumple con todo o casi todos los

requisitos por lo cual la probabilidad de daños a las personas y al ambiente es mínima.

Etapas	Valoración	Puntaje	Significado
2) Segregación Y Almacenamiento primario.	Muy deficiente	Igual o menor a 1.	Se cumplen con pocos requisitos lo cual determina como muy DEFICIENTE posible la ocurrencia de accidentes de trabajo o contaminación al (MD) ambiente. Aún existe incumplimiento significativo de los requisitos, lo cual (D) precisa ser corregido, la eficacia del conjunto de medida preventiva existente se ve reducido en forma apreciable.
	Deficiente	Puntaje igual a 2	El riesgo de accidentes o daño al ambiente es tolerable, se cumple con todo o casi todos los requisitos por lo cual la probabilidad de daños a las personas y al ambiente es mínima.
	Aceptable	Puntaje igual a 3	

Etapas	Valoración	puntaje	Significado
3) Recolección y Transporte interno	Muy deficiente	Menor o igual a 1.	Se cumplen con pocos requisitos lo cual determina como muy DEFICIENTE posible la ocurrencia de accidentes de trabajo o contaminación al (MD) ambiente. Aún existe incumplimiento significativo de los requisitos, lo cual (D) precisa ser corregido, la eficacia del conjunto de medida preventiva existente se ve reducido en forma apreciable.
	Deficiente	Puntaje 2 y 3.	El riesgo de accidentes o daño al ambiente es tolerable, se cumple con todo o casi todos los requisitos por lo cual la probabilidad de daños a las personas y al ambiente es mínima.
	Aceptable	Mayor a 4	

Etapas	Valoración	Puntaje	Significado
4) Almacenamiento Final o central.	Muy deficiente	Menor o igual a 3	Se cumplen con pocos requisitos lo cual determina como muy DEFICIENTE posible la ocurrencia de accidentes de trabajo o contaminación al (MD) ambiente. Aún existe incumplimiento significativo de los requisitos, lo cual (D) precisa ser corregido, la eficacia del conjunto de medida preventiva existente se ve reducido en forma apreciable.
	Deficiente	Entre 4 o 5.	El riesgo de accidentes o daño al ambiente es tolerable, se cumple con todo o casi todos los requisitos por lo cual la probabilidad de daños a las personas y al ambiente es mínima.
	Aceptable	Mayor a 6	

Etapas	Valoración	Puntaje	Significado
	Muy deficiente	Menor o igual a 1	Se cumplen con pocos requisitos lo cual determina como muy

5) Tratamiento.	Deficiente	Puntaje 2	DEFICIENTE posible la ocurrencia de accidentes de trabajo o contaminación al (MD) ambiente. Aún existe incumplimiento significativo de los requisitos, lo cual (D) precisa ser corregido, la eficacia del conjunto de medida preventiva existente se ve reducido en forma apreciable.
	Aceptable	Puntaje 3	El riesgo de accidentes o daño al ambiente es tolerable, se cumple con todo o casi todos los requisitos por lo cual la probabilidad de daños a las personas y al ambiente es mínima.
Etapas	Valoración	Puntaje	Significado
6) Recolección y transporte externo y disposición final de los residuos sólidos.	Muy deficiente	Menor o igual a 1	Se cumplen con pocos requisitos lo cual determina como muy DEFICIENTE posible la ocurrencia de accidentes de trabajo o contaminación al (MD) ambiente. Aún existe incumplimiento significativo de los requisitos, lo cual (D) precisa ser corregido, la eficacia del conjunto de medida preventiva existente se ve reducido en forma apreciable.
	Deficiente	Puntaje 2	El riesgo de accidentes o daño al ambiente es tolerable, se cumple con todo o casi todos los requisitos por lo cual la probabilidad de daños a las personas y al ambiente es mínima.
	Aceptable	Mayor o igual a 3	

Norma Técnica de Salud N°144-2018-MINSA/DIGESA

Valores que permiten hacer un análisis y determinar los puntos más críticos, donde existen el mayor riesgo de accidentes de trabajo o daño al medio ambiente, utilizando para la recolección de datos la hoja estructurada ANEXO 2.

3.5.3. Análisis de las aguas residuales de los establecimientos de salud

Para el desarrollo de este objetivo se determinó los puntos de descarga de aguas residuales de los dos establecimientos de salud identificados, luego se efectuó la toma de muestra, en 4 oportunidades (2 muestras en los meses de enero y febrero del 2020) y por motivos de la pandemia del COVID -19, no se pudo tomar las 2 muestras siguientes en el mes de marzo, por el cierre de los establecimientos y estado de emergencia, el cual fue ejecutado en los meses de abril y mayo del 2021.



En razón que el caudal y composición de las aguas residuales es muy variable, se tomó la muestra durante el día en diferentes horarios, 9.00 a.m., 11:00 a-m y 13:00 hrs, horarios en los que existe mayor afluencia de pacientes y actividad en los establecimientos de salud, en envases limpios de polietileno, la muestra recolectada fue aproximadamente de 2 lit. Inmediatamente las muestras fueron trasladadas al laboratorio de control de calidad de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco y laboratorio Luis Pasteur, para el análisis correspondiente, datos que fueron recolectados en la Hoja estructurada del (Anexo 3).

Para el análisis de las aguas residuales se utilizó la técnica de a observación laboratorial, en el cual se comparó los resultados obtenidos con los parámetros ambientales establecidos en la normativa del D.S. 003 – 2010 – MINAM, para efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales o domésticas, con la finalidad de determinar el riesgo de daño a la salud humana o al ambiente, en caso de que los valores excedan los Límites Máximos Permitidos. (LMP), según se observa en la tabla 2.

El análisis y procesamiento de datos se llevó a cabo mediante técnicas estadísticas, como la, distribución de frecuencia, porcentajes análisis de la varianza (Anova), en base al programa Excel y programa estadístico R STUDIO.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Cantidad y características de la producción de residuos sólidos en los Centros de Salud

Tabla 6

Producción de residuos diaria por servicios en el Centro de Salud Belenpampa

<i>Servicio</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>P-Valor (Anova)</i>
Sala de partos	7	12,80	12,17	13,43	41,16	
Laboratorio	7	4,47	3,84	5,10	14,38	
Recién nacido, SIS y pasadizo	7	3,37	2,74	4,00	10,84	
Servicios h. de Sala de partos	7	2,00	1,37	2,63	6,43	
Odontología (consultorio)	7	1,99	1,36	2,61	6,38	0.0000
Consultorio niño sano (3)	7	1,93	1,30	2,56	6,20	
Obstetricia y ginecología (consultorio)	7	0,99	0,36	1,61	3,17	
Servicios h. Exteriores (público)	7	0,77	0,14	1,40	2,48	
Consultorio de medicina y Nutrición	7	0,69	0,06	1,31	2,20	
Farmacia	7	0,54	-0,08	1,17	1,75	
Consultorios y pediatría	7	0,50	-0,13	1,13	1,61	
Tópico	7	0,30	-0,33	0,93	0,96	
Ecografía	7	0,26	-0,37	0,88	0,83	
Servicios Higiénicos personal	7	0,21	-0,41	0,84	0,69	
Gerencia y rayos x	7	0,17	-0,46	0,80	0,55	
TBC	7	0,11	-0,51	0,74	0,37	
Total	112	30,99				

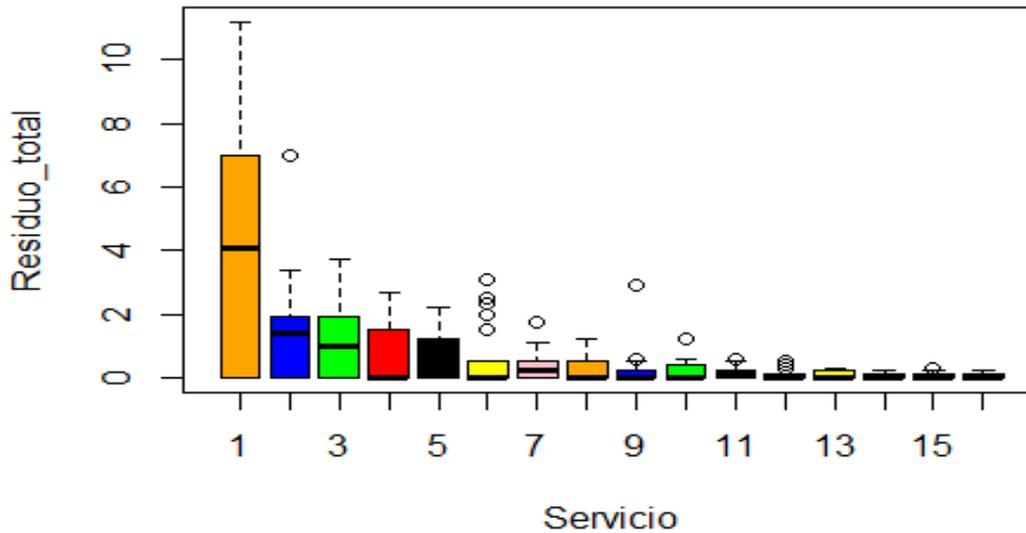


Figura 3. Producción diaria de residuos por servicios en el C.S de Belenpampa.

En el Centro de Salud de Belenpampa, se han identificado 16 áreas y servicios generadoras de residuos sólidos, obteniendo una producción total de residuos sólidos de 30,99 kg por día. Del análisis de varianza, se concluye que existe diferencias significativas en la producción de residuos sólidos por servicio ($p=0,0000<0,05$) observándose que el servicio que presenta la mayor producción de residuos es el servicio de sala de partos (41,16%), con una producción media por día de 12,80 kg, alternado entre (12,17;13,43) kg este servicio está destinado a la atención del parto eutócico, atención inmediata del recién nacido y emergencias que requieren hospitalización cuenta con 8 camas de hospitalización, ocupadas generalmente en un 88%, por tanto la producción Kg/día/cama es de 1,8, hallando principalmente los residuos biocontaminados el cual está compuesto por (gasas, sangre humana, placenta, apósitos, algodones, guantes, catéteres, toallas higiénicas, jeringas, ropa desechable, baja lengua, etc.) y en menor proporción los residuos comunes (restos de papel, plástico, restos de frascos de cloruros, agua, etc.) este alto porcentaje se debe a que el servicio de sala de partos, a diferencia de otros servicios, atiende todos los días las 24 horas incluido los domingos.

Entre los servicios que generan la menor cantidad de residuos están el área de Gerencia y rayos X y servicio de TBC y, con el 0,55% y 0,37 %, de la producción total de residuos respectivamente, el primer servicio se caracteriza por tener solo residuos comunes, como son papeles, cartones, plásticos, etc. y para el caso del servicio de TBC, solo existen los residuos biocontaminados, provenientes de la atención de paciente.

Al comparar los resultados de producción diaria de residuos del presente trabajo, estos datos son inferiores a los encontrados por (Chambi y Larico, 2019) en un estudio realizado a 11 hospitales de la ciudad de Puno, con valores que van desde 257.30 kg/día hasta 16,75 Kg/día, también en Hospital Nuestra señora del Rosario de Cajabamba (Vilela, 2019), halló que tiene una producción diaria de 45,50Kg y según (Meo, *et al.*, 2014) determinaron que las tasas medias de producción de residuos por día estuvieron en los rangos de 28 a 234 kg/día y su correspondencia con la cantidad de camas fluctuó de 0,02 a 0,2/kg cama/día. No obstante estos valores son superiores a lo obtenidos en otro Centros de salud de igual categoría con promedio de 14,21kg/día (Vilela, 2019), estos comportamientos responden a la cantidad de pacientes que atienden, número de servicios, al nivel de complejidad y categoría del establecimiento de Salud.

Respecto a los resultados explicados por la OMS para América Latina el promedio que se estimó es de 3Kg/cama/día, estos valores no podemos contrastar con lo obtenido en nuestro trabajo, debido a que, sólo sala de partos y emergencias cuentan con sala de hospitalización y tienen entre ambos 8 camas.

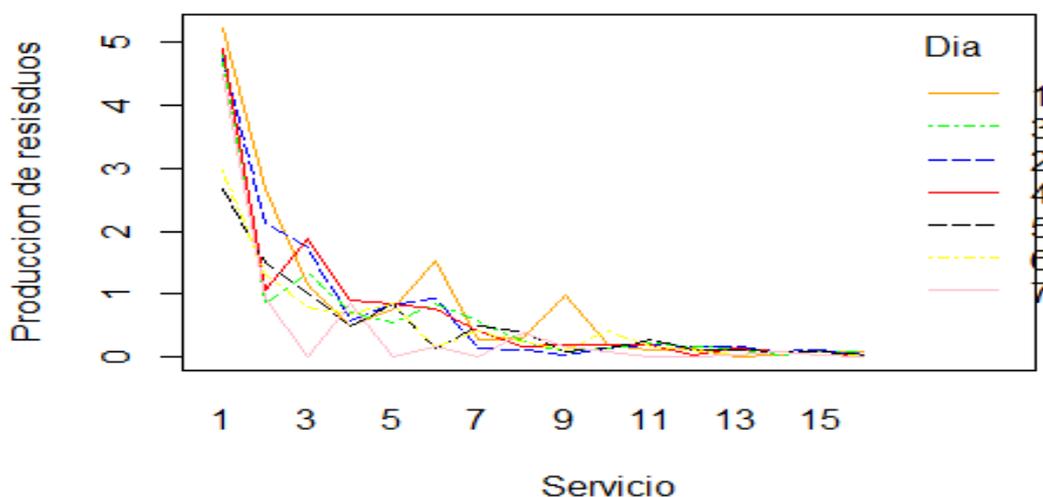


Figura 4. Producción total de residuos por día de la semana

Del análisis de varianza se concluye que la producción de residuos sólidos por días de la semana en el C.S de Belenpampa son similares (p -valor = 0.9288 $p > 0.05$). La producción de residuos el día lunes corresponde al (19,25%) de la producción semanal, el martes (16,67%) y finalmente el día domingo se registró el 9,88 %. Estos están relacionados con la cantidad de consultorios que atienden y la afluencia de los pacientes que acuden a los establecimientos de Salud.

Tabla 7

Tipo de residuos producidos en los servicios del C. S. de Belenpampa

SERVICIO	Tipo de residuo		Media en Kg por día	Inferior	Superior	Valor-P (Anova)
Sala de partos	Biocontaminado	7	8,69 (68,11%)	8,20 (55,24%)	9,18 (80,99%)	0.0000
	Comunes	7	4,11 (31,89%)	3,62 (19,01%)	4,60 (44,76%)	
	Especiales	7	0,00	0	0	
Laboratorio	Biocontaminado	7	2,64 (55,08%)	2,15 (42,20%)	3,13 (67,96%)	
	Comunes	7	1,83 (44,92%)	1,34 (32,04 %)	2,32 (57,80%)	
	Especiales	7	0,00	0	0	
Recién nacido, SIS y pasadizo	Biocontaminado	7	1,12 (28,60%)	0,63 (15,72%)	1,61 (41,48%)	
	Comunes	7	2,25 (57,16%)	1,76 (44,28%)	2,74 (70,03%)	
	Especiales	7	0,00	0	0	
Servicios h. de Sala de partos	Biocontaminado	7	2,00 (100,0%)	1,51 (87,12%)	2,49 (112,88%)	
	Comunes	7	0,00	0	0	
	Especiales	7	0,00	0	0	
Odontología (consultorio)	Biocontaminado	7	1,36 (58,91%)	0,87 (46,04%)	1,85	
	Comunes	7	0,63 (58,91%)	0,14 (46,04%)	1,12 (71,79%)	
	Especiales	7	0,00	0	0	
Consultorio niño sano (3)	Biocontaminado	7	1,60 (90,93%)	1,11 (78,05%)	2,09 (103,81%)	
	Comunes	7	0,00	0	0	
	Especiales	7	0,33 (9,07%)	0	0,82 (21,95%)	
Obstetricia y ginecología (consultorio)	Biocontaminado	7	0,43 (40,18%)	0	0,92 (53,06%)	
	Comunes	7	0,41 (31,25%)	0	0,90 (44,13%)	
	Especiales	7	0,13 (13,39%)	0	0,62 (26,27%)	
Servicios h. Exteriores (público)	Biocontaminado	7	0,77 (100,0%)	0,28 (87,12%)	1,26 (112,88%)	
	Comunes	7	0,00	0	0	
	Especiales	7	0,00	0	0	
Consultorio de medicina y Nutrición	Biocontaminado	7	0,69 (100,0%)	0,20 (87,12%)	1,18 (112,88%)	
	Comunes	7	0,00	0	0	
	Especiales	7	0,00	0	0	
Farmacia	Biocontaminado	7	0,00	0	0	
	Comunes	7	0,54 (100,0%)	0,05 (87,12%)	1,03 (112,88%)	
	Especiales	7	0,00	0	0	
Consultorios y pediatria	Biocontaminado	7	0,24 (43,78%)	0	0,73 (56,65%)	
	Comunes	7	0,26 (41,94%)	0	0,75 (54,82%)	
	Especiales	7	0,00	0	0	
Tópico	Biocontaminado	7	0,30 (85,71%)	0	0,79 (98,59%)	
	Comunes	7	0,00	0	0	
	Especiales	7	0,00	0	0	
Ecografía	Biocontaminado	7	0,14 (59,29%)	0	0,63 (72,16%)	
	Comunes	7	0,11 (26,43%)	0	0,60 (39,31%)	
	Especiales	7	0,00	0	0	
Servicios Higiénicos personal	Biocontaminado	7	0,17 (89,29%)	0	0,66 (102,16%)	
	Comunes	7	0,00	0	0,49	
	Especiales	7	0,00	0	0,49	
Gerencia y rayos x	Biocontaminado	6	0,00	0	0,53	
	Comunes	7	0,17 (100,0%)	0	0,66 (112,88%)	
	Especiales	7	0,00	0	0	
TBC	Biocontaminado	7	0,11 (85,71%)	0	0,60 (98,59%)	
	Comunes	7	0,00	0	0	
	Especiales	7	0,00	0	0	

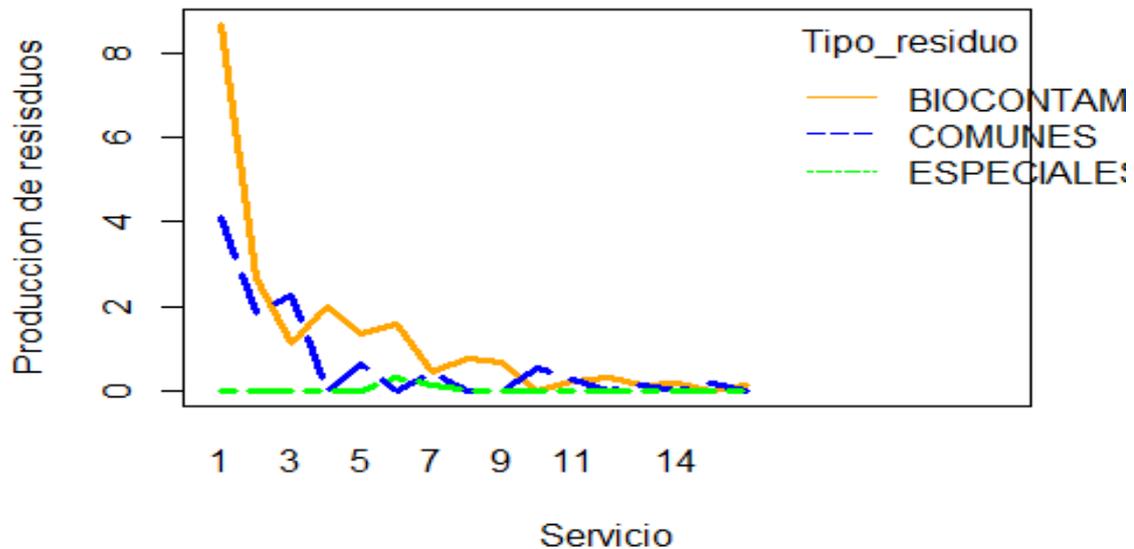


Figura 5. Tipos de residuos generados en los servicios del C.S. de Belenpampa.

Como se observa en la tabla 8 y figura 4, la producción de residuos presenta diferencias significativas según el tipo de residuo y los servicios del C.S de Belenpampa que lo generan, esto debido a que cada servicio tiene diferente naturaleza y realiza distintas actividades, el cual influye en las características de sus residuos.

En relación al servicio de sala de partos, se evidenció que es el servicio que produce la mayor cantidad de residuos biocontaminados y comunes, siendo la producción promedio de biocontaminados de 8,69 kg/día cuyo valor puede fluctuar entre (8,20; 9,18) kg el mismo que representa el 68,11% del servicio y para el caso de los residuos comunes se obtuvo que tiene una producción media de 4,11 kg/día que varía entre (3,62;4,60) y corresponde al 31,89 % del total del servicio, sin embargo a pesar que en este servicio se generan los residuos especiales (como restos de medicamentos) estos no son segregados ni cuentan con los depósitos para este tipo de residuos. Este servicio está destinado a la atención materno perinatal, atención de partos eutócicos, del recién nacido y emergencias, cuya atención es las 24 horas y todos los días de la semana, motivo por el cual este servicio produce la mayor cantidad de residuos biocontaminados compuestos fundamentalmente por (gasas, algodones, apósitos, catéteres, guantes, sondas, fluidos y tejidos corporales, ropas desechables, barbijos, jeringas, agujas, pañales etc.) y en menor cantidad los residuos comunes.

Estos resultados también son similares con el estudio de Vilela (2019), donde el área que comprende los servicios (sala de partos, puerperio, sala de operaciones y hospitalización) generan mayor cantidad de residuos biocontaminados (22,0 kg) y especiales (0,9Kg). Sin embargo (Meo *et al.*, 2014), reportó que el servicio de hemodiálisis era el mayor productor de residuos en un hospital de Pakistán.

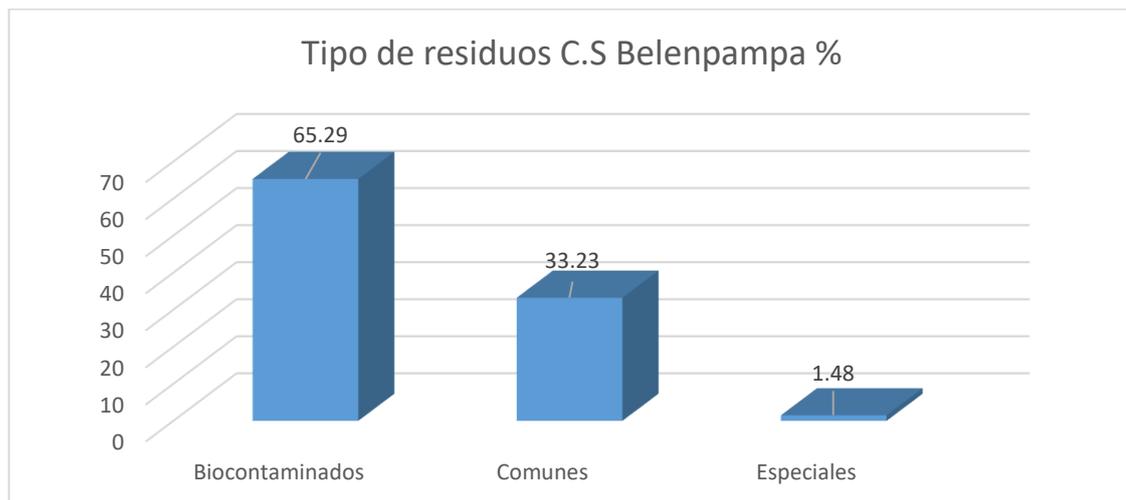


Figura 6. Porcentaje por tipo de residuos generados en los servicios del C.S. de Belenpampa. En la figura 5 se muestra que el 66,77 % (65,29+1,48) % de los residuos que se producen en el C.S de Belenpampa son peligrosos (biocontaminados y especiales), superior a la producción de residuos no peligrosos 33.23% (comunes), a la luz de los resultados se comprueba la hipótesis específica formulada.

Los residuos biocontaminados representan el mayor porcentaje 65,29 %, considerado como residuos peligrosos porque se forman en los procesos de atención a los pacientes, con agentes infecciones dentro los cuales los servicios de sala de partos y laboratorio son los que genera la mayor parte con 42% y 14% respectivamente, hallando principalmente los residuos de **tipo A1:** (residuos contaminados en contacto con secreciones y líquidos orgánicos, pañales) **A2: Biológicos** (cultivos, muestras biológicas etc.) **A3:** (materiales con sangre humana, plasma, papel, algodones, gasas entre otros) **A4:** (placenta, residuos con sangre humana) **A5:** los punzocortantes (agujas hipodérmicas, con y sin jeringas, bisturís, pipetas, lancetas, placas de cultivo, catéteres con agujas, equipos de venoclisis, frasco de ampollas rotas).

Los residuos comunes generados alcanzan un porcentaje de 33,23%, de los cuales el servicio de sala de partos y pasadizo de recién nacido y SIS, son los que producen los

porcentajes mayoritarios con el 41% y 23% respectivamente, por su naturaleza son considerados como los menos peligrosos, en vista que estos residuos no se han puesto en contacto con los pacientes o con sustancias contagiadas, son por lo general residuos formados en la parte administrativa, encontrando en este establecimiento los siguientes tipos C1: (papeles de la parte administrativa, cartón, cajas) C2: (vidrio, maderas, metales, frascos de suero que no haya entrado en contacto con los pacientes) C3: Restos de alimentos.

Finalmente, los residuos especiales, representan el 1,48 % de la producción total, correspondiendo a la producción semanal aproximada de 3,3 kg, considerados como residuos peligrosos, por tener características físicas y químicas, de naturaleza corrosiva, inflamable, tóxico, explosivo, reactivo y radioactivo. Encontrando este tipo de residuos sólo en los servicios de niño sano y consultorios de obstetricia y ginecología, en el cual se encontraron sobre todo residuos del tipo B2: frascos de Productos farmacéuticos usados parcialmente, frascos de vacunas, etc., no obstante a pesar que los servicios de sala de partos y laboratorio, generan estos residuos, estos no son segregados ni menos informados, fundamentalmente por desconocimiento del personal de salud y limpieza.

Estos resultados son similares a los hallados por Vilela (2019), quién reportó el mayor porcentaje para los residuos biocontaminados (54,10%) comunes (42,70%) y especiales (3,20%). En cambio, difieren a lo reportado por Santos (2016), el que obtuvo que un 71% de los residuos sólidos correspondían a los comunes y el 29% a los residuos biocontaminados y lo que estima la OMS (2017) que del total de los desechos sanitarios el 85% corresponde a residuos comunes y el otro 15% pertenecen a los peligrosos.

Según Hossain *et al.* (2011), como consecuencia del escaso financiamiento, la falta del personal clínico especializado y falta de conciencia, los residuos clínicos y comunes son mezclados previos a su eliminación; así también Ismark y González (2005), evidenciaron que el manejo de los residuos es inadecuado principalmente, por desconocimiento del personal de la institución. Todas estas deficiencias agudiza los efectos negativos en la salud y el medio ambiente, así como el incremento en los costos de eliminación de los residuos, por las características infecciosas que estos poseen (Hossain *et al.*, 2011). Estos valores difieren según la categoría del establecimiento y la naturaleza de los servicios que brinda o por una inadecuada segregación de los residuos sólidos.

Tabla 8
Producción de residuos diaria por servicios en el Centro de Salud de San Jerónimo

Servicio	Casos	Media kg/día	Límite Inferior kg/día	Límite Superior kg/día	Producción Porcentual (%)	Valor-P (Anova)
Sala de partos	7	5,07	4,62	5,52	20,20	0,0000
Pasadizos (salud escolar, TBC, visitantes) 3 tachos.	7	4,97	4,52	5,42	19,81	
Laboratorio	7	3,16	2,71	3,60	12,58	
Servicios higiénicos de pacientes	7	2,93	2,48	3,38	11,67	
Pasadizos (gerencia y auditorio) 2 tachos.	7	2,41	1,97	2,86	9,62	
Trauma shock	7	1,93	1,48	2,38	7,68	
Niño sano	7	1,06	0,61	1,50	4,21	
Farmacia	7	0,89	0,44	1,33	3,53	
Consultorio odontológico	7	0,63	0,18	1,08	2,50	
Consultorio obstetricia (4)	7	0,43	0,00	0,88	1,71	
Triaje	7	0,37	0,00	0,82	1,48	
Vacunas inmunización	7	0,34	0,00	0,79	1,37	
Salud Escolar	7	0,29	0,00	0,73	1,14	
Secretaria y gerencia	7	0,19	0,00	0,63	0,74	
Consultorio médico	7	0,17	0,00	0,62	0,68	
Servicio del personal	7	0,14	0,00	0,59	0,57	
IRA y EDA (consultorio)	7	0,13	0,00	0,58	0,51	
Total		24,98			100	

P- valor (Anova) = 0.0000 con 95% confianza

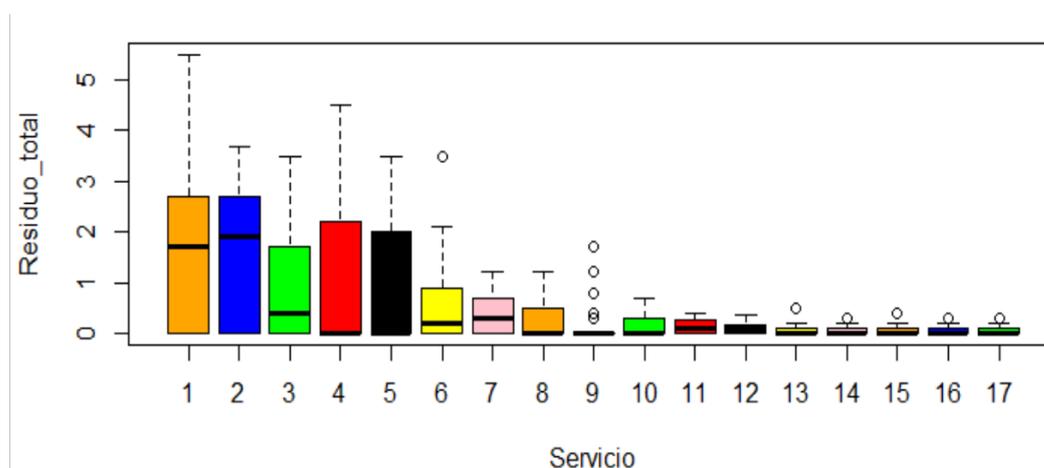


Figura 7. Producción diaria de residuos por servicios.

El Centro de Salud de San Jerónimo, tiene una producción total diaria de 24,98 kg, en los cuales se identificaron 17 áreas formadoras de residuos sólidos. Del análisis de varianza

se concluye que existe diferencias en la producción total de residuos sólidos por servicio en el C.S de San Jerónimo ($p= 0,0000 < 0,05$), sobresaliendo por la mayor cantidad de residuos los servicios de sala de partos y pasadizos (salud escolar, TBC y visitantes) con el 20,20% y 19,81% respectivamente, el promedio de producción por día para el servicio de sala de partos es de 5,07 kg y oscila entre (4,62;5,52) kg y para el área de pasadizos le corresponde la producción media por día de 4,97 Kg y fluctúa entre (4,52;5,42).

Este comportamiento se explica porque el servicio de sala de partos brinda atención de lunes a domingos, de forma ininterrumpida revelando su mayor producción, asimismo el área de pasadizo donde se encuentra los servicios de salud escolar, TBC y otros, es un área que también produce considerable porcentaje de residuos sólidos 19,81% del total, en esta área se encuentran varias oficinas administrativas y también existen tachos que están a disponibilidad del público que visita las instalaciones del establecimiento, razones que sustentan que este servicio genera la mayor cantidad de residuos, respecto a los otros servicios.

Por otro lado, el servicio higiénico del personal y consultorios de IRA y EDA y, son las áreas que menos residuos sólidos producen, con un porcentaje del 0.57% y 0.51% con respecto al total, estos servicios solo producen los residuos comunes, debido a que estas oficinas son de carácter administrativo y los residuos producidos son generalmente por el personal del establecimiento. Estos resultados varían según el número de atenciones de cada servicio, actividades que realiza el área y la complejidad del establecimiento.

Respecto a los resultados explicados por la OMS para América Latina el promedio que se estimó es de 3Kg/cama/día, estos valores no podemos contrastar con lo obtenido en nuestro trabajo, debido a que, sólo sala de partos y traumashock cuentan con sala de hospitalización y tienen entre ambos servicios 6 camas.

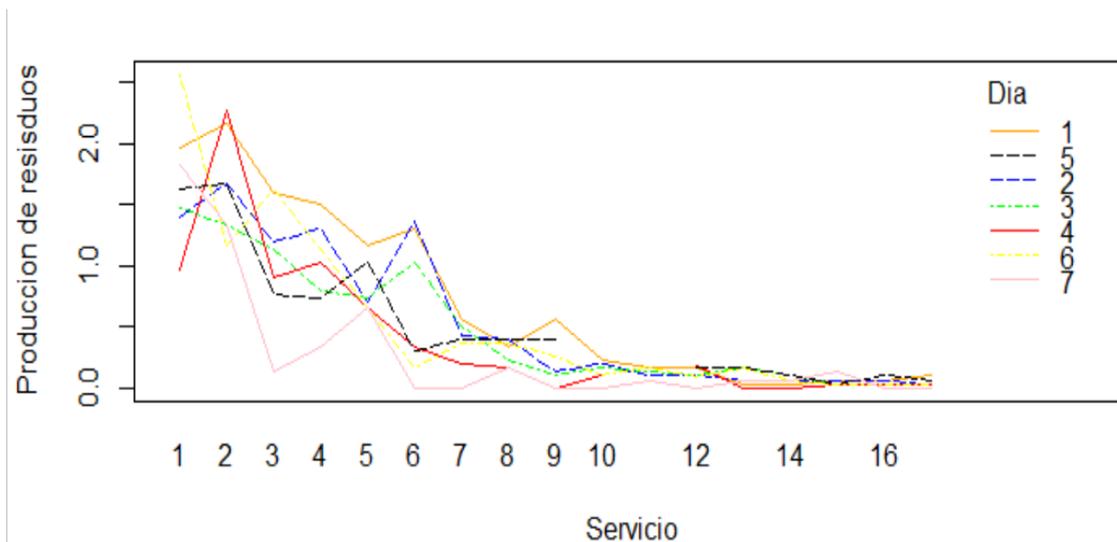


Figura 8. Producción total de residuos por día de la semana

Del análisis de varianza se concluye que la producción de residuos sólidos por días de la semana en el C.S de San Jerónimo son similares (p -valor = 0.5786 $p > 0.05$). La producción de residuos el día lunes es de (20,55%) de la producción semanal, el martes (15,88%) y finalmente el día domingo se registró el 8,20 %.

Este establecimiento atiende todos los días, partos y emergencias, incluyendo los días domingos, explicando que la producción de residuos no difiere en toda la semana. Estos resultados responden fundamentalmente a la cantidad de pacientes que se atienden y a la cantidad de servicios que brindan los establecimientos.

Tabla 9

Tipo de residuos producidos en los servicios del C. S. San Jerónimo

Servicio	Tipo residuo		Media en kg por día	Límite inferior	Límite superior	P-Valor (Anova)
Sala de partos	Biocontaminado	7	3,09 (60,68%)	2,76 (46,93 %)	3,42 (75,43%)	0,0000
	Comunes	7	1,99 (39,32 %)	1,66 (24,57%)	2,32 (54,07%)	
	Especiales	7	0,00	0	0	
Pasadizos (salud escolar, TBC,visitantes) 3 tachos.	Biocontaminado	7	2,26 (45,50%)	1,93 (30,75%)	2,59 (60,26%)	
	Comunes	7	2,71 (54,50%)	2,38 (39,74%)	3,04 (69,25%)	
	Especiales	7	0,00	0	0	
Laboratorio	Biocontaminado	7	2,13 (73,92 %)	1,80 (59,12 %)	2,46 (88,67 %)	
	Comunes	7	0,99 (24,42%)	0,66 (9,67%)	1,32 (39,17%)	
	Especiales	7	0,04 (1,66%)	0	0,37 (16,41%)	
Servicios higiénicos de pacientes	Biocontaminado	7	2,93 (100,0 %)	2,60 (85,25%)	3,26 (114,75%)	
	Comunes	7	0,00	0	0	
	Especiales	7	0,00	0	0	
Pasadizos (gerencia y auditorio) 2 tachos.	Biocontaminado	7	0,00	0	0	
	Comunes	7	2,41 (100,0%)	2,08 (85,25%)	2,74 (114,75%)	
	Especiales	7	0,00	0	0	
Trauma shock	Biocontaminado	7	0,44 (33,05%)	0,11 (18,30%)	0,77 (47,80 %)	
	Comunes	7	0,33 (11,02%)	0,00	0,66 (25,77 %)	
	Especiales	7	1,16 (41,65%)	0,83 (26,90%)	1,49 (56,40 %)	
Niño sano	Biocontaminado	7	0,61 (44,97%)	0,28 (30,21%)	0,94 (59,72 %)	
	Comunes	7	0,44 (40,75%)	0,11 (26,00 %)	0,77 (55,50 %)	
	Especiales	7	0,00	0	0	
Farmacia	Biocontaminado	7	0,00	0	0	
	Comunes	7	0,89 (100,0 %)	0,56 (85,25%)	1,22 (114,75 %)	
	Especiales	7	0,00	0	0	
Consultorio odontológico	Biocontaminado	7	0,63 (71,43%)	0,30 (56,68%)	0,96 (86,18 %)	
	Comunes	7	0,00	0	0	
	Especiales	7	0,00	0	0	
Consultorio obstetricia (4)	Biocontaminado	7	0,39 (78,57%)	0,06 (63,82 %)	0,72 (93,32%)	
	Comunes	7	0,04 (7,14%)	0	0,37 (21,89%)	
	Especiales	7	0,00	0	0	
Triaje	Biocontaminado	7	0,30 (83,57%)	0	0,63 (98,32%)	
	Comunes	7	0,07 (16,43%)	0	0,40 (31,18%)	
	Especiales	7	0,00	0	0	
Vacunas inmunización	Biocontaminado	7	0,10 (27,62%)	0	0,43 (42,37%)	
	Comunes	7	0,11 (32,38%)	0	0,44 (47,13%)	
	Especiales	7	0,14 (28,57%)	0	0,47 (43,32%)	
Salud Escolar	Biocontaminado	7	0,00	0	0	
	Comunes	7	0,29 (85,71%)	0	0,62 (100,47%)	
	Especiales	7	0,00	0	0	
Secretaria y gerencia	Biocontaminado	7	0,00	0	0	
	Comunes	7	0,19 (85,71%)	0	0,52 (100,47 %)	
	Especiales	7	0,00	0	0	
Consultorio médico	Biocontaminado	7	0,00	0	0	
	Comunes	7	0,17 (100,0 %)	0	0,50 (114,75 %)	
	Especiales	7	0,00	0	0	
Servicio del personal	Biocontaminado	7	0,00	0	0	
	Comunes	7	0,14 (85,71%)	0	0,47 (100,47%)	
	Especiales	7	0,00	0	0	
IRA y EDA (consultorio)	Biocontaminado	7	0,00	0	0	
	Comunes	7	0,13 (85,71%)	0	0,46 (100,47%)	
	Especiales	7	0,00	0	0	

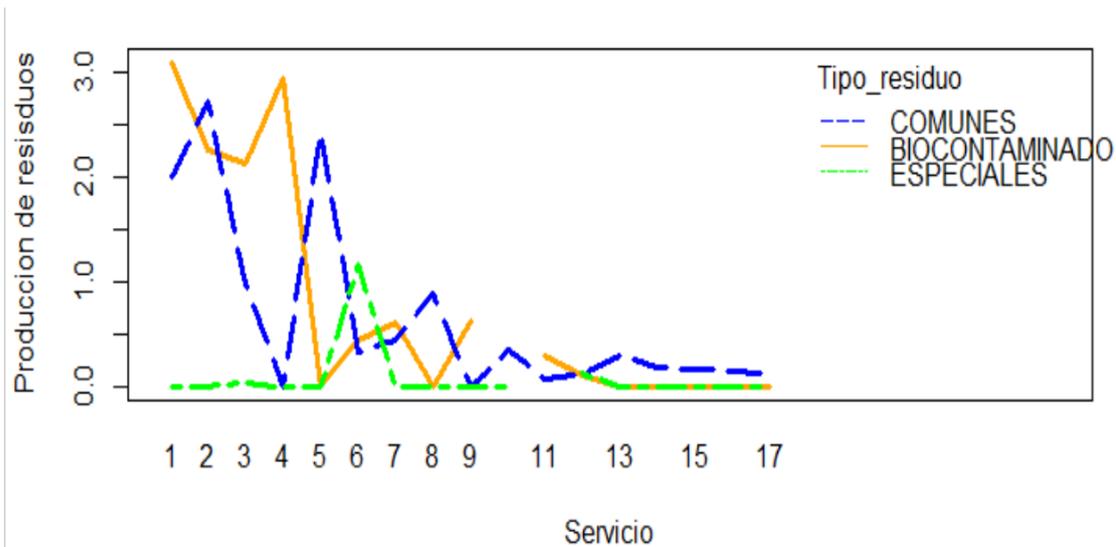


Figura 9. Tipos de residuos generados en los servicios del C.S. de San Jerónimo.

Según el tipo de residuos generados en los servicios del Centro de salud de San Jerónimo, se observa que existen diferencias respecto al tipo de residuos y entre los servicios que lo generan ($p=0,0000<0,05$), esto debido a que cada servicio tiene diferente naturaleza y realiza distintas actividades, el cual influye en las características de sus residuos.

Con respecto al servicio de sala de partos, se observa que la producción media por día de residuos biocontaminados es de 3,08 kg y fluctúa en el 95% de los días entre (2,74; 3,43) kg y representa el 60,68% de los residuos producidos en este servicio; en cambio la producción de residuos comunes en este servicio es de 1,98 kg (1,64; 2,33) y representa el 39,32%. Estas características se explica porque este servicio brinda atención en los partos, curetajes, entre otros, las 24 horas y todos los días, el cual genera la mayor cantidad de residuos biocontaminados a nivel de todos los servicios (gasas, algodones, apósitos, catéteres, guantes, sondas, fluidos y tejidos corporales, ropas desechables, barbijos, jeringas, agujas etc.) y en menor proporción los residuos comunes, sin embargo los residuos especiales no aparecen, porque estos son segregados, pero los trasladan al servicios de traumashock, donde tienen implementado el depósito de residuos especiales. Para el área de pasadizos (salud escolar, TBC, visitantes) se evidenció que la producción media diaria de los residuos biocontaminados es de 2,26 kg que corresponde al 45,50% del total del área, el cual oscila entre (1,93;2,59)kg y los residuos comunes tiene una producción media de 2,71Kg cuyo valor fluctúa entre los (2,38;3,04) kg, siendo el mayor productor de residuos comunes de todo el establecimiento, la naturaleza de esta área es mas de carácter administrativo, donde sólo se realiza labor de instrucción, monitoreo y

entrega de medicamentos a los pacientes, sin embargo por ser un área accesible a los pacientes y cercana a otros servicios los pacientes dejan residuos biocontaminados (pañales, pañitos, gasas, papeles, etc.) y también los comunes en menor cantidad (cáscara de frutas, botellas, restos de alimentos, bolsas, pales etc.)

Por otro lado el servicio de traumashock, es uno de los servicios que genera los 3 tipos de residuos, siendo el mayor productor de residuos especiales en todo el establecimiento con un promedio por día de 1,16 kg, que varía entre 0,83; 1,49) que corresponde al 41,65% del servicio, seguido de los residuos biocontaminados (33,5%) con una producción media diaria de 0,44 kg con valores que pueden variar de (0,11;0,77) kg y finalmente en menor cantidad los residuos comunes (11,02%), Esta particularidad se debe a que en este servicio se atiende a los pacientes en situaciones de emergencia, con hospitalización y también aplicación de inyectables.

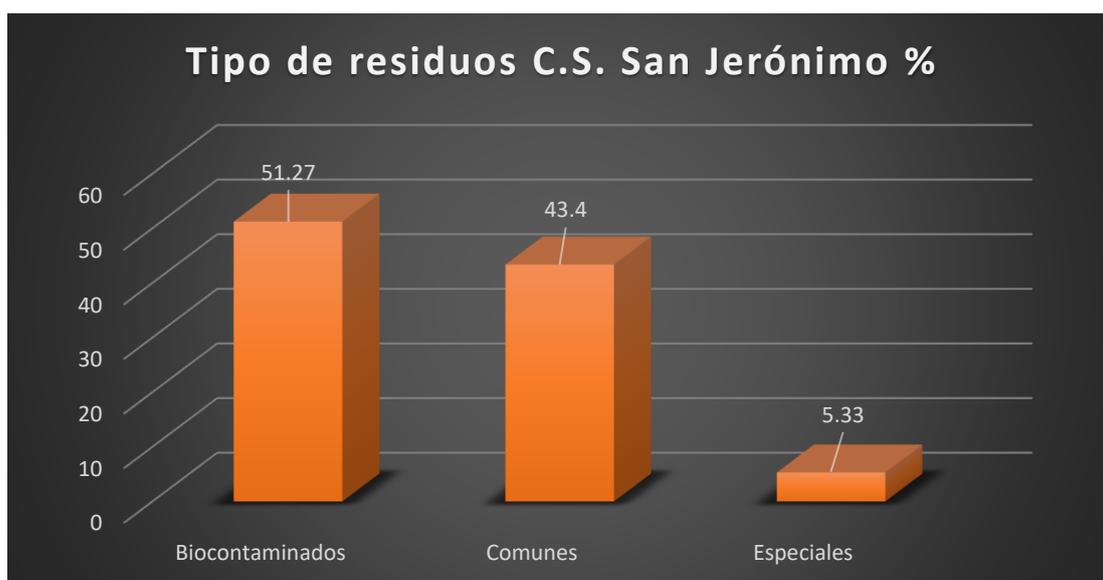


Figura 10. Porcentaje del tipo de residuos generados del C.S. de San Jerónimo

En la figura 10 se demuestra que el 56,6 % (51,27+5,33) % de los residuos que se producen en el C.S de San Jerónimo son peligrosos (biocontaminados y especiales), superior a la producción de residuos no peligrosos 43,4 % (comunes), sobre la base de los resultados, se confirma la hipótesis específica formulada.

De la totalidad de residuos generados en el Centro de Salud de San Jerónimo el porcentaje mayoritario es de los residuos biocontaminados con el 51,27 %, considerado como

residuos peligrosos porque se forman en los procesos de atención a los pacientes, con agentes infecciones dentro los cuales los servicios de sala de partos, servicio higiénico de pacientes y pasadizo de TBC, salud escolar y visitantes, corresponde a los mayores productores, encontrando principalmente los residuos de **tipo A1:** (residuos contaminados en contacto con secreciones y líquidos orgánicos, pañales) **A2: Biológicos** (cultivos, muestras biológicas etc.) **A3:** (materiales con sangre humana, plasma, papel, algodones, gasas entre otros) **A4:** (placenta, residuos con sangre humana) **A5:** los punzocortantes (agujas hipodérmicas, con y sin jeringas, bisturís, pipetas, lancetas, placas de cultivo, catéteres con agujas, equipos de venoclisis, frasco de ampollas rotas).

Los residuos comunes generados alcanzan un porcentaje de 43,4% siendo las áreas de pasadizo de TBC, salud escolar y visitantes y pasadizo de gerencia y auditorio y visitantes, los que generan la mayor cantidad de residuos obteniendo, por su naturaleza son considerados como los menos peligrosos, en vista que estos residuos no han entrado en contacto con pacientes o con sustancias contaminantes, son por lo general residuos formados en la parte administrativa, encontrando en este establecimiento los siguientes tipos C1: (papeles de la parte administrativa, cartón, cajas, espuma de vidrio, restos de tecnopor) C2: (vidrio, maderas, metales, frascos de suero que no haya entrado en contacto con los pacientes) C3: Restos de alimentos.

Por último, los residuos especiales, representan el 5,33 % de la producción total, considerados como residuos peligrosos, por tener características físicas y químicas, de naturaleza corrosiva, inflamable, tóxico, explosivo, reactivo y radioactivo. Encontrando este tipo de residuos sólo en los servicios de traumashock, inmunizaciones y laboratorio, en el cual se encontraron sobre todo residuos del tipo B2: frascos de Productos farmacéuticos usados parcialmente, frascos de vacunas, etc.

Estos resultados al comparar con otros estudios se corroboran lo obtenido en nuestro estudio como Vilela (2019), que determinó que los residuos biocontaminados se encuentran en (54,10%), los comunes en (42,70%) y especiales con un (3,20%). Pero son diferentes a los encontrados por Abd (2010), quién sostiene que la cantidad de residuos clínicos de 8 hospitales fueron de 1.249 toneladas/día, correspondiendo aproximadamente dos tercios a los residuos comunes y la diferencia (38,9%) a residuos peligrosos. Estas variaciones son atribuidas a la categoría del establecimiento, su complejidad y la naturaleza de cada uno de los servicios que presta, así como por la inadecuada segregación



de estos residuos. Chambi y Larico (2019), evidenciaron que, de los 11 hospitales estudiados en la región de Puno, algunos establecimientos reportan mayor cantidad de residuos comunes puesto que no tienen los depósitos para almacenar los residuos biocontaminados (bolsa roja y tacho rojo) depositando los residuos biocontaminados en bolsas negras, ocasionando que aparentemente exista mayor cantidad de residuos comunes, según concluyeron Tsakona *et al.* (2007), lo que produce el mayor incremento en los volúmenes de residuos y por tanto la elevación de los costos para su eliminación, son fundamentalmente el inadecuada segregación de estos residuos, según concluyeron Castaño *et al.* (2015) los países de Latinoamérica presentan falencias en el cumplimiento de los protocolos establecidos, lo que lleva a una manipulación inadecuada de los residuos, pudiendo generar graves riesgos en la salud de los pacientes y personal de salud. Esto se presenta como resultado de la falta de educación y falta de conciencia del personal responsable del manejo de residuos, sobre el riesgo que puede ocasionar estos residuos, por el nivel de peligrosidad que estos presentan (Galeano, 2020).

4.2. Identificación los puntos críticos de riesgo de contaminación, en el manejo de residuos sólidos

Tabla 10

Evaluación de la etapa de acondicionamiento C. S. de Belenpampa y San Jerónimo

1. Acondicionamiento					
C. S. de Belenpampa			C. S. de San Jerónimo		
Servicio de apoyo	Puntaje	Criterio de valoración	Servicio de apoyo	Puntaje	Criterio de valoración
Sala de partos y S. higiénicos	3	Deficiente	Sala de partos	4	Aceptable
Laboratorio	1	Muy deficiente	Pasadizo (salud escolar, TBC, visitantes,) 3 tachos.	4	Aceptable
Recién nacido, SIS y pasadizo	3	Deficiente	Laboratorio	4	Aceptable
Odontología	4	Aceptable	Servicios higiénicos de pacientes	1	Muy deficiente
Niño sano	2	Deficiente	Pasadizos (gerencia, mesa de partes y auditorio)2 tachos	4	Aceptable
Consultorio (obstetricia y ginecología)	2	Deficiente	Trauma shock	4	Aceptable
Servicios higiénicos Exteriores (público)	3	Deficiente	Niño sano	2	Deficiente
Consultorio de medicina y Nutrición	4	Aceptable	Farmacia	5	Aceptable
Farmacia	5	Aceptable	Consultorio odontológico	4	Aceptable
Consultorio pediatría	4	Aceptable	Consultorio obstetricia (4)	3	Deficiente
Tópico	3	Deficiente	Triaje	4	Aceptable
Ecografía y rayos x	5	Aceptable	Vacunas inmunización	5	Aceptable
Servicios Higiénicos personal	5	Aceptable	Salud Escolar	4	Aceptable
Gerencia y mesa de partes	4	Aceptable	Gerencia y secretaria	5	Aceptable
TBC	4	Aceptable	Consultorio médico	4	Aceptable
			Servicio H. del personal	4	Aceptable
			IRA y EDA (consultorio)	5	Aceptable
Muy Deficiente puntaje menor o igual a 1		Deficiente Puntaje entre 2 y 3	Aceptable mayor a 4		

Tabla 11

Frecuencia de la evaluación de la etapa de Acondicionamiento C.S de Belenpampa y San Jerónimo

Centro de Salud.		Muy deficiente	Deficiente	Aceptable	Total	Puntaje Promedio
Belenpampa	Frecuencia	1	6	8	15	3.2
	Porcentaje	6,7%	40,0%	53,3%	100,0%	
San Jerónimo	Frecuencia	1	2	14	17	3.9
	Porcentaje	5,9%	11,7 %	82,4%	100,0%	
Total	Frecuencia	2	8	22	32	
	Porcentaje	6,3%	25,0%	68,7%	100,0%	

Respecto al acondicionamiento y preparación de los servicios para la manipulación de los residuos sólidos, en el Centro de salud de Belenpampa sólo 8 servicios y áreas están en el rango aceptable (53,3%), un 40 % están como deficientes en el cual se identificaron al servicio de sala de partos, consultorios de obstetricia, ginecología, el servicio recién nacido, niño sano y tópico, los cuales no han acondicionado los recipientes para residuo especiales (depósitos color amarillo) residuos que son manejados en estos servicios (restos de medicamentos, vacunas en los viales, etc.) y en el consultorio de obstetricia no se cuenta con depósitos para residuos comunes, además los recipientes casi en su totalidad se encuentra sin tapa, siendo considerado como un incumplimiento significativo a lo establecido en la norma, además que es un peligro a la salud pública puesto que, estos residuos al estar expuesto, atraen a los insectos y animales, convirtiéndose en transmisores de enfermedades. Finalmente el 6,7% de los servicios están en un cumplimiento **Muy deficiente**, es decir que su acondicionamiento es **CRITICO**, donde se observó que el servicio de laboratorio, no tiene implementado recipientes para depositar los residuos especiales generados (sustancias químicas), el recipiente de punzocortantes es insuficiente, en ocasiones se halló residuos punzocortantes en la bolsa de biocontaminados porque rebasaron la capacidad del depósito de punzocortantes, además considerar que este servicio genera residuos peligrosos, los cuales ponen en riesgo la posibilidad de que ocurra accidentes de trabajo o contaminación ambiental. En términos generales este establecimiento tiene un puntaje de 3,2 que equivale a un manejo deficiente. Estas deficiencias en la etapa de acondicionamiento se explican, porque el personal de salud y los responsables de los establecimientos desconocen la clase de residuos que se producen y la forma adecuada de manejarlos, además de no contar con diagnóstico inicial real que permita identificar las características, cantidades, tipo de residuo y las condiciones operativas del manejo de estos residuos, según lo establece la

normativa. Además, que no se cuenta con la logística suficiente para proveer con los insumos adecuados para el manejo adecuado de los residuos.

Por otro lado, en el Centro de salud de san Jerónimo se constata un mejor acondicionamiento, existiendo 14 servicios (82,4%) con un cumplimiento aceptable en su acondicionamiento, no obstante se identificaron 2 servicios (11,7%) que tiene un deficiente acondicionamiento, como son el servicio de niño sano que no cuenta con depósitos para residuos biocontaminados, solo existen bolsas de plástico y en el servicio de obstetricia los tachos son reducidos para almacenar los residuos biocontaminados generados. El área **crítica** son los servicios higiénicos de los pacientes, con Muy deficiente cumplimiento de la norma a causa de que, no se ha implementado el depósito de residuos biocontaminados, son confundidos con comunes, además que no son adecuados para este tipo de residuos por ser muy pequeños y estar desprotegidos, sin tapa. El mismo que representa un riesgo y la posibilidad de que ocurra accidente de trabajo o contaminación ambiental. La calificación general de este establecimiento es de Aceptable (puntaje 3,9) existiendo muy pocos ambientes en los cuales aún falta mejorar con la implementación de depósitos para los residuos sólidos. Los cuales se debe fundamentalmente a una falta de capacitación al personal de limpieza y que en el establecimiento no se cuenta con la logística necesaria para el acondicionamiento y manejo adecuado de los residuos.

En un estudio realizado Carril y Vásquez (2015), calificaron como aceptable las etapas de acondicionamiento y segregación, de dos centros de salud de Tumbes. En cambio Vilela (2019), determinó que el acondicionamiento, segregación y almacenamiento primario de los C. S Cajabamba y San Marcos es inadecuado, así como Miranda (2020), concluyó en su estudio que el control y manejo de los desechos sólidos en los C.S de la Red Contumazá es deficiente, esto significa que los trabajadores desconocen las técnicas adecuada de la manipulación de residuos.

Tabla 12
Evaluación de la etapa de segregación y almacenamiento primario C. S. de Belenpampa y San Jerónimo

Servicio de apoyo	Evaluación				Criterio de valoración
	C.S de Belenpampa		C.S de San Jerónimo		
	Puntaje	Criterio de valoración	Servicio de apoyo	Puntaje	
Sala de partos y S. higiénicos	3	Deficiente	Sala de partos	3	Deficiente
Laboratorio	1	Muy deficiente	Pasadizo (salud escolar, TBC, visitantes,) 3 tachos.	4	Aceptable
Recién nacido, SIS y pasadizo	3	Deficiente	Laboratorio	4	Aceptable
Odontología	4	Aceptable	Servicios higiénicos de pacientes	1	Muy deficiente
Niño sano	1	Muy deficiente	Pasadizos (gerencia, mesa de partes y auditorio)2 tachos	4	Aceptable
Consultorio (obstetricia y ginecología)	3	Deficiente	Trauma shock	4	Aceptable
Servicios higiénicos Exteriores (público)	4	Aceptable	Niño sano	4	Aceptable
Consultorio de medicina y Nutrición	4	Aceptable	Farmacia	4	Aceptable
Farmacia	4	Aceptable	Consultorio odontológico	4	Aceptable
Consultorio pediatría	4	Aceptable	Consultorio obstetricia (4)	3	Deficiente
Tópico	2	Deficiente	Triaje	4	Aceptable
Ecografía y rayos x	4	Aceptable	Vacunas inmunización	4	Aceptable
Servicios Higiénicos personal	4	Aceptable	Salud Escolar	4	Aceptable
Gerencia y mesa de partes	4	Aceptable	Gerencia y secretaria	4	Aceptable
TBC	4	Aceptable	Consultorio médico	4	Aceptable
			Servicio H. del personal	4	Aceptable
			IRA y EDA (consultorio)	4	Aceptable
Muy Deficiente puntaje menor a 2	Deficiente Puntaje 2 y 3		Aceptable Puntaje mayor a 4		

Tabla 13

Frecuencia de la evaluación de la etapa de segregación y almacenamiento primario

Centro de Salud		Muy deficiente	Deficiente	Aceptable	Total	Puntaje promedio
Belenpampa	Frecuencia	2	4	9	15	3,3
	Porcentaje	13,3%	26,7%	60,0%	100,0%	
San Jerónimo	Frecuencia	1	2	14	17	3,7
	Porcentaje	5,9%	11,8%	82,4%	100,0%	
Total	Frecuencia	3	6	23	32	
	Porcentaje	9,4%	9,4%	18,8%	71,8%	100,0%

Referente a la selección y almacenamiento primario de los residuos sólidos en el Centro de Salud de Belenpampa, el 60,0% de sus servicios (9) cumple de forma aceptable la normatividad, 4 del total de servicios (26,7%) segregan de forma Deficiente, destacando los servicios de sala de partos, recién nacido, consultorio de obstetricia y tóxico, debido a que no segregan los residuos especiales (residuos de medicamentos y vacunas) ni depositan en sus depósitos adecuados, también en los tachos de residuos comunes del servicio de obstetricia y sala de partos, se halló toallas higiénicas, jeringas con agujas usadas, el cual es una amenaza para la salubridad de las personas y medio ambiente dado que, estos residuos son considerados como biocontaminados y su destino final podría ser el carro basurero del municipio. Asimismo se tiene que existen 2 servicios (13,3%) que segregan de manera muy deficiente los residuos, considerados **CRITICOS**, como son el servicio de laboratorio y niño sano, donde tampoco se segregan los residuos especiales, ni depositan en los depósitos adecuados, en el servicio de laboratorio las placas petri de procedimientos microbiológicos usados, agujas sin capuchón son eliminadas en tachos de color rojo sin que previamente sean tratadas, igualmente en los envases de punzocortantes en varias oportunidades se encontró tubos de ensayo con sangre el cual no corresponde, lo que hace muchas veces que el depósito de punzocortantes rebase su capacidad obligando a almacenar estos materiales punzocortantes en depósitos no adecuados, más aun considerando que este tipo de residuos son peligrosos y pueden generar accidentes de trabajo o contaminación ambiental. La calificación general de todo el establecimiento en esta etapa es 3,3 considerado como deficiente, dentro de los principales motivos que causan la inadecuada segregación de residuos son, la falta de sensibilización y capacitación de todo el personal que manipula estos residuos y las escasas acciones de supervisión y control por parte de las autoridades de salud.

Por otro lado el C.S de San Jerónimo, sólo los servicios higiénicos muestra un manejo muy deficiente en la segregación de residuos sólidos, no tiene tachos para residuos biocontaminados, estos los confunden y segregan como comunes, además que son insuficientes para la cantidad de residuos generados, se pudo observar residuos derramados en el piso, asimismo el servicio de sala de partos, no segregan los residuos anatomo- patológicos y fluidos orgánicos, son eliminados directamente al sistema de alcantarillado, sin que previamente ser tratados, generando la contaminación de sus aguas residuales, de forma general este establecimiento tiene un puntaje promedio de 3.7 que equivale a una calificación de Aceptable, lo que significa que el personal del establecimiento segrega de forma adecuada los residuos sólidos a excepción del servicio de sala de partos y del personal de limpieza, por falta de capacitación.

Estos resultados también son corroborados por otros estudios, Chambi y Larico (2019), observaron en una valoración realizada a 11 hospitales de la región de Puno, que todas las etapas del manejo de residuos sólidos son MUY DIFICIENTES, fundamentalmente por falta de recipientes y bolsas según la clase de residuos que se genera, lo que ocasiona una mala segregación en la fuente generadora.

El punto de origen de los problemas técnicos en el manejo de los residuos sólidos, es la mala segregación de los desechos peligrosos, por la poca capacitación del personal encargado de su manejo, el cual forma un elemento peligroso que fluctúa en un rango de 10 a 40% del total pudiendo ser menor, por otro lado también la inadecuada disposición de los punzocortantes puede causar lesiones en el personal que opera estos residuos (Cantanhede, 1999). Así también (Oweis *et al.*, 2005), hallaron que pese a que el manejo de los residuos sólidos era aceptable, existían muchos vacíos importantes: como una segregación eficiente, acciones de monitoreo y sensibilización al personal de salud. En un estudio ejecutado en 8 hospitales en Egipto demostraron que la segregación de residuos era inadecuada, nada consistente con las normas, evidenciando que cierta cantidad de residuos médicos fueron eliminados con los residuos comunes (Abd El, 2010) y en 120 Centros de atención primaria en salud de Irán, en todos se realizó casi por completo la selección de los objetos cortantes, sin embargo sólo en el 25% de los establecimientos se segregaron los residuos peligrosos (Mesdaghinia *et al.*, 2009), según Hernández y Gálvez (2005), sostienen que, los peligros a los que están propensos el personal de salud y

usuarios, son originados principalmente por una mala segregación de los residuos peligrosos.

Tabla14

Evaluación de la etapa de recolección y transporte interno CS Belenpampa y San Jerónimo

Evaluación de las etapas del manejo de residuos sólidos				
4. Recolección y transporte interno	C.S. Belenpampa		C.S. San Jerónimo	
	Evaluación			
	Si	No	Si	No
4.1. Cuenta con coches o tachos de rueda	1		1	
4.2. El transporte de residuos sólidos se realiza en los horarios establecidos.	1			0
4.3. Cuenta con rutas debidamente señalizada para el transporte de residuos sólidos.		0		0
4.4. Al final de cada jornada laboral se realiza la limpieza y desinfección o vehículo de transporte interno.	1		1	
4.5. Los coches o tachos de transporte de residuos sólidos no pueden ser usado para ningún otro propósito.		0	1	
Total	3		3	
Muy Deficiente puntaje menor a 2	Deficiente Puntaje 2 y 3		Aceptable Puntaje mayor a 4	

En la etapa de recolección y transporte interno como se muestra en, ambos establecimientos obtuvieron el puntaje de 3, estimado como deficiente, por no cumplir con algunos ítems requeridos, como el no tener rutas señalizadas para el transporte de residuos, en el C.S de Belenpampa se observó que los tachos eran utilizados por el personal para depositar ropas y en el C.S de san Jerónimo los residuos no se traslada en un horario fijo, sino en horarios que disponga tiempo el personal, incluso cuando había afluencia de pacientes, esto es porque el personal de limpieza cumplía muchas funciones y no permite realizar de forma adecuada la recolección y transporte de los residuos. También se observó que un personal de limpieza vacía de una bolsa a otra los residuos recolectados, el cual es una práctica muy riesgosa, por el peligro de contaminación.

Según Chambi y Larico (2019), los hospitales de la región Puno no superan el 37.5% de cumplimiento de la normatividad y un máximo de 25 % incumple con los parámetros de evaluación en el traslado de desechos, con rutas marcadas y equipo de seguridad, reportando un bajo desempeño, puesto que, los hospitales no tienen con rutas señalizadas

y el personal no tiene los implementos de seguridad. En un Hospital de Grecia, se identificaron prácticas inadecuadas en la recolección y transporte de los residuos peligrosos, que implicaron la seguridad del personal sanitario y de los pacientes (Tsakona et al., 2007).

Tabla 15

Evaluación de la etapa de Almacenamiento Central en los C.S de Belenpampa y San Jerónimo.

Evaluación de las etapas del manejo de residuos sólidos				
5. Almacenamiento Central	C. S. Belenpampa		C. S. San Jerónimo	
	Si	No	Si	No
5.1. El EESS cuenta con un ambiente de almacenamiento final o central donde almacena las 3 clases de residuos sólidos		0	1	
5.2. El almacenamiento final o central está correctamente delimitado y señalizado.		0		0
5.3. Se encuentra ubicado en zona de fácil acceso, que permita la maniobra y operación del vehículo colector externo y los coches de recolección interna.		0	1	
5.4. Revestido internamente (piso y paredes) con material liso, resistente, lavable, impermeable y de color claro y contar con canaletas de desagüe de ser el caso.		0		0
5.5. La ubicación del almacenamiento central de RR. SS está alejada de los servicios de atención médica y de alimentación.		0	1	
5.6. El almacenamiento central se encuentra revestido internamente (piso y paredes) con material liso, resistente, lavable, impermeable y de color claro y cuenta con canaletas de desagüe.		0		0
5.7. Personal de limpieza que realiza actividades en el almacenamiento final o central, cuenta con indumentaria de protección personal necesaria.	1		1	
5.8. Los residuos se encuentran almacenados en sus áreas correspondientes según su clase.		0		0
5.9. Los residuos sólidos biocontaminados permanecen en el almacenamiento central, por un máximo de 48 hrs.		0		0
Puntaje Total		1		4
Muy Deficiente puntaje menor a 4	Deficiente Puntaje 4 y 5		Aceptable Puntaje mayor a 5	

Según se aprecia en la tabla, en la etapa de almacenamiento central el C.S de Belenpampa presenta un manejo CRITICO, por ser calificado como muy deficiente, sólo cumple un ítem de lo exigido en la norma, el almacén final no está debidamente delimitado a la intemperie, ubicado cerca de lavandería y del comedor de nutrición, los residuos no son almacenados en los tachos están amontonados en bolsas sin ninguna protección, permaneciendo en este lugar más de 48 horas en vista que el carro recolector de residuos

peligrosos pasa 2 veces a la semana (martes y sábado) a cargo de la empresa Eco Metrópoli, obligando a almacenar los residuos de forma inadecuada, incrementado el riesgo por la posible presencia de roedores e insectos. También se observó que un personal de limpieza dejaba los residuos recolectados en los pasadizos o cerca del baño de pacientes durante el día, luego estos ya eran trasladados en la tarde al almacén central, ocasionando posibles riesgos en la salud de las personas y contaminación al medio ambiente.

Por su parte el C. S de San Jerónimo tiene una calificación de 4 equivalente a un manejo deficiente, las observaciones más destacables que podrían generar riesgo son: que el almacén no está delimitado a cielo abierto, ni tiene señalización y que los residuos permanecen más de 48 horas, el recojo es dos veces a la semana (lunes y jueves) su infraestructura no cumple con las exigencias de la norma. Puntos que deben ser corregidos para evitar cualquier accidente o contaminación.

Estos hallazgo también fueron constatados en otros estudios Chambi y Larico (2019), quienes reportaron como muy deficiente la etapa de almacenamiento final, tratamiento de residuos sólidos y recolección en hospitales de la Región Puno, lo cual indica la posibilidad de accidente de trabajo o contaminación ambiental.

Por otra parte el MINSA (2012), en el escrito "Plan Nacional de Gestión de Residuos Sólidos en Establecimientos de Salud y Servicios Médicos de Apoyo 2010-2012" verificó que en lo referente al almacenamiento final, los 70 establecimiento de salud estudiados, no cuenta con un almacén que cumplan con los requisitos estipulados en la normativa, los cuales generan riesgo de contaminación, como proliferación de vectores, malos olores, etc., por estar almacenados al aire libre y expuestos a los animales, en situaciones sanitarias inadecuadas.

Tabla 16

Evaluación de la etapa de tratamiento C. S. Belenpampa y San Jerónimo

6. Tratamiento	Evaluación de las etapas del manejo de residuos sólidos			
	C. S de Belenpampa		C. S. San Jerónimo	
	Evaluación		Evaluación	
	Si	No	Si	No
6.1. El EE. SS realiza algún tipo de tratamientos para residuos sólidos o cuenta con una EO-RS debidamente registrada y autorizada.	1		1	
6.2. El sistema de tratamiento cuenta con las aprobaciones y autorizaciones correspondientes.	1		1	
6.3. El sistema de tratamiento se encuentra detallado en el plan de manejo de los RR. SS de EE. SS	1		1	
6.4. El establecimiento cumple con los compromisos ambientales asumidos en su IGA		0		0
TOTAL	3		3	
Muy Deficiente menor o igual a 1	Deficiente Puntaje 2	Aceptable Puntaje mayor a 3		

Los dos establecimientos de salud obtienen la calificación de aceptable, cuentan como empresa operadora de los residuos sólidos peligrosos a Eco Metrópoli S.R.L responsables del recojo externo (2 veces por semana) y disposición final, sin embargo, en ambas fuentes generadoras internamente no se realiza ningún tratamiento previo a su disposición final, específicamente para los procedentes de análisis clínico, hemoterapia y de microbiología, a pesar que esto lo establece la norma.

Estas deficiencias también fueron identificados por Vilela (2019), quién sostiene que los C.S Centro Materno Infantil de San Marcos y Hospital Nuestra Señora del Rosario de Cajabamba no realiza ningún tratamiento a los residuos biocontaminados y especiales antes de su disposición final. En otro estudio se reportó que, de los 120 establecimientos de salud los residuos peligrosos fueron tratados a través incineración, combustión temporal y técnicas de quema a cielo descubierto en 32.5, 8.3 y 42.5%, correspondientemente (Mesdaghinia *et al.*, 2009). También en el Hospital de EsSalud Tumbes el tratamiento final se hace por incineración; práctica que ya no es recomendada y los otros 4 establecimientos de salud restantes, echan sus residuos hospitalarios al basurero Municipal (Carril y Vásquez, 2015).

El tratamiento de los residuos hospitalarios, es muy importante realizarlos por las siguientes razones: quitar antes de su disposición final su riesgo infeccioso, disminuir su volumen e imposibilitar la reutilización inadecuada de estos residuos (Cantanhede, 1999).

Tabla 17

Evaluación de la etapa de recolección y transporte externo y disposición final C. S. Belenpampa y San Jerónimo

Evaluación de las etapas del manejo de residuos sólidos				
7. Recolección y transporte externo y disposición final de residuos sólidos	C. S. Belenpampa		C. S. San Jerónimo	
	Evaluación		Evaluación	
	Si	No	Si	No
7.1. Cuenta con contrato vigente de recolección de residuos sólidos peligrosos con EO-RS o municipalidad registrada y autorizada por la autoridad competente.	1		1	
7.2. Los manifiestos de Residuos Sólidos son devueltos en los plazos establecidos en la normatividad por la EO-RS y cuenta con firmas y sellos correspondientes.		0		0
7.3. Cuenta con el registro diario de Residuos Sólidos		0		0
7.4. La disposición final de residuos sólidos se realiza en un relleno sanitario con celdas de seguridad o en un relleno de seguridad registrado y autorizado por la autoridad.	1		1	
Puntaje Total	2		2	
Muy Deficiente menor o igual a 1	Deficiente	Acceptable		
	Puntaje 2 y 3	Puntaje mayor a 3		

En la tabla se verifica que ambos establecimientos, logran obtener un puntaje de 2 considerado como Deficiente, entre las principales observaciones se halla que estos establecimientos no cumplen con llevar un registro diario de los residuos sólidos generados, a pesar que ambos establecimientos presentan el informe final de residuos sólidos, también los manifiestos de residuos sólidos por la empresa Eco Metrópoli S.R.L, no se devuelven inmediatamente estos demoran 3 meses aproximadamente debido a que, en Cusco no se contaba con relleno sanitario autorizado y estos eran trasladados a la ciudad de Lima donde se procede a su tratamiento y destino final.

Sin embargo, un personal de limpieza del C. S. de Belenpampa en una ocasión se evidenció que arrojó a un botadero de basura cercano al establecimiento los residuos sólidos. El cual es una falta muy grave, porque el destino final de estos residuos por el Municipio no tiene ningún tratamiento previo a su destino final, más aún cuando estos no son adecuadamente seleccionados y mezclan los residuos comunes con los biocontaminados.



En otros estudios se demostraron que los establecimientos de salud generadoras de residuos sólidos, no realizan en tratamiento respectivo antes de sus disposición final, ni cuentan con una empresa Operadora de Residuos Sólidos Vilela (2019) en el Centro Materno Infantil de San Marcos y Hospital Nuestra Señora del Rosario de Cajabamba. También Chambi y Larico (2019), valoraron las etapas de almacenamiento final, tratamiento de residuos sólidos y recolección externa en todos los hospitales de las redes de salud de la región Puno como **MUY DEFICIENTES**. En 4 establecimientos hospitalarios de Pakistán, se determinaron que la eliminación de los residuos médicos todavía es inadecuada y es importante mejorar la concientización sobre los problemas relacionados a su manejo (Anwar y Asim, 2017).



4.3. Análisis de las aguas residuales de los Centros de Salud

Tabla 18

Evaluación de las aguas residuales de los Centros de salud

Parámetro	C.S de Belenpampa				C.S De San Jerónimo				Unidad	LMP
	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4		
Aceites y grasas	21.4	26.6	0.82	10.5	21.8	20.5	10.5	5.8	mg/ml	20mg/ml
Coliformes totales	240000000	17000000	220000	700000	550000000	16000000	35000000	1.8	NPM/100ml	10000NPM/100
DBO5	72.6	57.2	10.7	20.2	66.2	57.7	51.6	46	mg/ml	100mg/ml
DQO	521.3	566.4	513.03	458.05	1441.58	1425.27	1205.61	758	mg/ml	200mg/ml
Solidos suspendidos	70.46	31.3	10.6	25.3	79.4	55.4	49.3	44	mg/ml	150mg/ml
Ph	8.65	7.64	8.22	8.12	7.82	7.92	7.95	6.7		6.5 a 8.5
Temperatura	12	13	13	15	15	12	12	13	°C	<35 °C

Tabla 19
Valores de la temperatura de aguas residuales del C.S Belenpampa y San Jerónimo

Centro de Salud	Media	Intervalo de confianza	P-valor	LMP
Belenpampa	13,25	[11,2478; 15,2522]	0,800514	< 35°C
San Jerónimo	13,0	[10,7497; 15,2503]		

La temperatura del agua residual en el centro de salud de Belenpampa es en promedio 13,25 y fluctúa entre [11,2478; 15,2522]; en cambio en Centro de Salud de San Jerónimo es de 13 y fluctúa entre [10,7497; 15,2503], estos valores están dentro de los límites máximos permitidos para este tipo de agua. Estos valores son similares en ambos establecimientos. a pesar que la M1 y M2, fueron tomadas entre los meses enero y febrero del 2020 época de lluvias en Cusco, considerando que la temporada de lluvias puede influenciar en la baja de la temperatura del agua. Por otro lado, las muestras M3 y M4 fueron tomadas en los meses de mayo y junio del 2021, estación de otoño que se caracteriza por tener un clima seco, soleado y con bajas temperaturas, el cual también puede influenciar en bajar la temperatura de las aguas residuales. La comprensión de las temperaturas durante todo el año, es importante para el diseño de las PTAR, porque esta repercute en la biodegradabilidad de materia orgánica debido a que, favorece los procesos cinéticos, químicos y biológicos, cuando las temperaturas de aguas residuales se encuentran debajo de los 10°C generan que el crecimiento microbiológico sea más prolongado, se considera que la temperatura óptima para el crecimiento microbiano es de 25-35°C (Lazcano, 2016). Por tanto, estas aguas no favorecen el desarrollo de otros organismos ni en la aceleración de procesos de putrefacción.

Tabla 20
Valores de pH de las aguas residuales de los C.S de Belenpampa y San Jerónimo.

Centro de Salud	media	intervalo de confianza	p-valor	LMP
Belenpampa	8,1575	[7,49778; 8,81722]	0,160056	6.5 -8.5
San Jerónimo	7,58	[6,6423; 8,5177]		

En cuanto a los valores del pH obtenidos en las aguas residuales, se muestra que los valores presentan semejanzas, las aguas del C.S de Belenpampa están ligeramente fuera del rango, con una media de 8,2 con intervalos de [7,5;8,8] en cambio para el C.S de San Jerónimo los valores se encuentran dentro de los LMP con un promedio de 7,6 y valores que oscilan entre [6,6-8,6] este indicador es de mucha importancia puesto que, los rangos fuera de estos valores dificultan el tratamiento biológico, cuando el pH es alcalino resulta venenoso para la vida acuática, que aumenta con la presencia de amoníaco (NH_3) (Lazcano, 2016) y cuando presenta un pH ácido afecta a la biomasa de la fuente de agua, el cual es influenciada por la presencia de sustancias químicas como hidrocarburos (Castro, 2021).

Estos valores de pH en las aguas residuales hospitalarias, también fueron encontrados en otros estudios similares realizado por Ramos (2008), en hospitales de la ciudad de la Habana. Por el contrario, en un estudio realizado en un hospital de Buenos Aires el pH hallado fue de 5.5, posiblemente porque se trató de una sola muestra (Paz *et al.*, 2004). Estas diferencias por lo general están relacionadas con el tipo de sustancias que son vertidos al sistema de desagüe, el cual es muy variada según la actividad y complejidad de los centros hospitalarios.

Del análisis de estos resultados se puede deducir que en especial las aguas emanadas por en C.S. de Belenpampa, requiere una adecuación del pH previa para su ingreso a las PTAR, sin embargo, se recomienda realizar un monitoreo por un tiempo más prolongado.

Tabla 21

Valor de aceites y grasas de aguas residuales de los C.S de Belenpampa y San Jerónimo

Centro de Salud	media	intervalo de confianza	p-valor	LMP
Belenpampa	14,83	[0; 33,1285]	0,897871	20mg/ml
San Jerónimo	13,4339	[0,441084; 27,3089]		

Los valores de aceites y grasas hallados en las aguas residuales, son similares entre ambos Establecimientos, con una media de 14,8 para el C.S de Belenpampa y 13,43 para el C.S de San Jerónimo, en los dos establecimientos se presentan resultados fuera de los LMP (20mg/ml) sobre todo en los puntos de muestra M1 y M2, muestras que corresponden a los meses de enero y febrero del 2020 antes de la pandemia del COVID-19, cuando las atenciones eran normales en los establecimientos de salud y había mayor afluencia de pacientes, dando a entender que los establecimientos no cuentan con trampa de grasa. La existencia de grasas produce perjuicio en las tuberías, causan malos olores, efervescencias e impiden el desarrollo de microorganismos y está condicionado con la presencia de materia orgánica (Lazcano, 2016).

Tabla 22

Valores de coliformes totales de las aguas residuales de los C.S de Belenpampa y San Jerónimo.

Centro de Salud	media	intervalo de confianza	p-valor
Belenpampa	8,1575	[7,49778; 8,81722]	
San Jerónimo	2,00333E8	[0; 5,9396E8]	0,359283

Respecto a los resultados de coliformes totales, se aprecia que los dos establecimientos rebasan los valores permitidos, este indicador de contaminación revela la presencia de contaminación fecal de origen humano o animal puesto que, las deposiciones contienen coliformes termo tolerantes que existe en el microbiota intestinal destacando principalmente E. Coli con el 90-100%, en tanto que aguas contaminadas se encuentra en un 59% (Carrillo, 2008), son de gran utilidad en el monitoreo de la calidad de las aguas y para evaluar la eficiencia de plantas de tratamiento (Larrea *et al.*, 2013). Cuando estas descargas son evacuadas al sistema de desagüe sin previo tratamiento o deficiente tratamiento, constituye una fuente de contaminación del medio ambiente y riesgo sobre

todo a la salud pública, por la presencia de agentes patógenos que pueden ocasionar enfermedades muy graves.

Tabla 23

Valores de sólidos totales suspendidos de aguas residuales de los C.S de Belenpampa y San Jerónimo

Centro de Salud	Media	Intervalo de confianza	p-valor	LMP
Belenpampa	34,415	[0; 75,0788]	0,180691	150 mg/ml
San Jerónimo	57,075	[32,297; 81,853]		

Los sólidos totales presentes en las aguas residuales de los establecimientos en estudios están dentro de los parámetros permitidos hasta 150mg/l, presentando semejanzas en ambos establecimientos, con un promedio de 34,42 mg/ml en el C.S de Belenpampa y para C.S de San Jerónimo de 57,08 mg/ml, estos valores reflejan la presencia de partículas de material sólido orgánico e inorgánico, sedimento etc., en las aguas residuales, correspondiendo a la principal fuente de contaminación acuática (Castro, 2021).

También Escobar y Córdova (2019), en el Hospital Nacional Rosales San Salvador obtuvieron valores que se encuentran dentro de los parámetros permitidos, En cambio, Alvariño (2012), en el hospital de la Habana, obtuvo valores fuera del rango permitido y valores altos.

Tabla 24

Valores DBQ₅ en aguas residuales de los C.S de Belenpampa y San Jerónimo

Centro de Salud	Media	Intervalo de confianza	p-valor	LMP
Belenpampa	40,175	[0; 87,10]	0,359035	100mg/ml
San Jerónimo	55,425	[41,7674; 69,0826]		

Los valores obtenidos de DBO₅ en los establecimientos de salud investigados, refleja que sus aguas residuales presentan valores dentro de los límites máximos permitidos en la normativa (100mg/ml) ambos establecimientos tienen similares resultados, Este es un indicador de contaminación orgánica, existe más contaminación de las aguas cuando las concentraciones de esta sustancia sean mayores y está en proporción directa a la cantidad de materia orgánica.

Los resultados obtenidos también se mostraron similares en otros estudios en un Hospital de Buenos Aires por (Paz et al., 2004). En cambio, en otros trabajos se hallaron que los valores excedían los valores permitidos, en el área de laboratorio clínico de un hospital de Guayaquil, con un promedio de DBO 4545,97 mgO₂/l reportado por (Herrera, 2020). La diferencia frente a nuestro trabajo es que todos los establecimientos mencionados son hospitales de mayor complejidad, categoría, con más cantidad de servicios y tamaño frente a los establecimientos estudiados, lo que significa que los establecimientos que tienen los valores dentro de los LMP, demuestran la eficiencia de sus plantas de tratamiento, por el contrario, los que están fuera de este rango no realizan tratamiento o son deficientes.

Tabla 25

Valores DQO en aguas residuales de los C.S de Belenpampa y San Jerónimo

Centro de Salud	Media	Intervalo de Confianza	p-valor	LMP
Belenpampa	514,695 mg/ml	[443,959; 585,431]		
San Jerónimo	1207,62 mg/ml	[700,856; 1714,37]	0,00503874	200mg/ml

En cuanto a los resultados de DQO se demuestra que los valores en los dos establecimientos y son diferentes y están por encima de los LMP (200mg/ml). En el C.S de San Jerónimo presenta los valores más altos, lo que demuestra que las aguas residuales de este establecimiento están más contaminadas frente a las Aguas del C.S de Belenpampa, esta diferencia se deba posiblemente a que el Centro de salud de San Jerónimo, vierte muchos residuos sobre todo el de sala de partos al sistema de alcantarillado, al igual que el servicio de laboratorio que elimina los productos y subproductos hemoderivados, son eliminados al desagüe, también está relacionado con la cantidad de desinfectantes utilizados.

Estos resultados fueron corroborados con otros estudios en los que se obtiene valores fuera de los rangos permitidos para DQO, como lo obtenido en el estudio ejecutado en la unidad de laboratorio clínico de un hospital de Guayaquil con promedio de 6235,43 mgO₂/l de DQO muy por encima de los LMP presentado por (Herrera, 2020). Importante mencionar que en el estudio realizado por Tsakona *et al.* (2007), en las aguas residuales de un hospital, determinaron valores de DQO y DBO, fueron de los límites permitidos, concluyendo que la toxicidad encontrada en todas las muestras procedió principalmente del servicio de laboratorio.

Este indicador es muy utilizado para evaluar la calidad de agua, cuanto mayor sea su valor significa que hay mayor de oxígeno en el contenido orgánico del agua residual. De acuerdo con Hernández y Gálvez (2005), afirma que DQO muestra la cantidad de materia orgánica no biodegradable presente en la muestra.

Tabla 26

Tipo de biodegradabilidad según la relación DBO /DQO

Relación DB05/DQO							
C.S. Belenpampa	Media	intervalo de confianza	C.S. San Jerónimo	Media	intervalo de confianza	p-valor	tipo de biodegradabilidad
0.14			0.05			0,363174	baja
0.10	0,075	[0; 0,162638]	0.04	0,0475	[0,03227; 0,06274]		baja
0.02			0.04				baja
0.04			0.06				baja

DBO /DQO menores a 0.2 (baja biodegradabilidad) DBO/DQO > 0,2 (alta biodegradabilidad)

Se refleja que las aguas residuales de ambos establecimientos son similares p-valor (0.363174) y en todas las muestras tomadas presentan una baja biodegradabilidad, este indicador es importante para determinar el método de tratamiento de las aguas residuales (Rodier *et al.*, 2010), cuando la relación DBO/DQO es menor a 0,2 las aguas contienen sustancias inorgánica, se considera de baja biodegradabilidad sin embargo, si el valor es mayor a 0,6 se estima que el efluente es orgánico biodegradable, es decir alta biodegradabilidad (Castro, 2021). Por lo tanto, estas aguas antes de ser vertidas al sistema de alcantarillado, requieren tratamiento y según el tipo de biodegradabilidad requeriría un tratamiento físico-químico, por contener posiblemente sustancias recalcitrantes.

Estos resultados tienen relación con el estudio realizado por Aguilar (2018), en aguas residuales hospitalarias, obteniendo que el mayor porcentaje de 78 hospitales tienen una biodegradabilidad baja, en cambio la menor proporción posee alta biodegradabilidad, siendo el tratamiento a realizar el biológico. Según Al-ajlouni *et al.* (2016), la mayor parte de los análisis biológicos y fisicoquímicos demostraron que todos los hospitales de la ciudad de Amman Jordán, habían excedido los límites máximos permitidos por las legislaciones ambientales Jordanas. También Meo *et al.*, (2014) realizaron el análisis de aguas residuales en tres hospitales de la ciudad de Lahore, reflejando que los valores de DBO, DQO y cadmio fueron mayores que los límites permisibles prescritos en la



normatividad, además que ninguno cuenta con una planta de tratamiento, igualmente Penagos *et al.* (2012) observó el valor de la relación DQ/DBO5 en un agua residual hospitalaria, concluyendo que esta presenta características recalcitrante, por lo que debe ser tratada por un proceso de oxidación avanzada. Debe considerarse que los valores son muy diferentes, ya que está supeditado a la clase de actividad y de la intensidad con que estas se realicen.

Las aguas servidas de los hospitales cuando son vertidas al sistema de alcantarillado, pueden causar problemas de contaminación ambiental, los cuales difieren de acuerdo a la actividad, naturaleza del hospital, tamaño de las aguas residuales y su ubicación (Ibeh y Omoruyi, 2011) y causar graves daños al medio ambiente, por ser muy tóxico frente a las aguas domésticas (Emmanuel *et al.*, 2009).

CONCLUSIONES

- Los residuos sólidos en los Centros de Salud del primer nivel de atención en la ciudad de Cusco tienen un manejo deficiente, puesto que no cumplen con los procedimientos establecidos en la NORMA TÉCNICA DE SALUD (“GESTIÓN INTEGRAL Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD, SERVICIOS MÉDICOS DE APOYO y CENTROS DE INVESTIGACIÓN 2018”) principalmente por el desconocimiento de los procedimientos para su manejo adecuado, por parte del personal de la institución. Asimismo, tres parámetros ambientales en el manejo de sus aguas residuales, exceden los límites permitidos en la normatividad (D.S. 003-2010-MINAN) fundamentalmente por la inexistencia de acciones de control y fiscalización de las autoridades regionales y locales.
- El establecimiento que produce la mayor cantidad de residuos sólidos es el C. S de Belenpampa con una media de 30,33 kg/día, en cambio el C.S de San Jerónimo tiene una producción media de 24,98 kg/día. En ambos establecimientos se producen en mayor porcentaje los residuos peligrosos (66,77 % para el C. S de Belenpampa y 56,6 % para el C.S de San Jerónimo). Existe diferencias significativas en la producción total de residuos por cada servicio, siendo el servicio de sala de partos el mayor productor de residuos, en ambos establecimientos (41,16% promedio C.S de Belenpampa y C.S de San Jerónimo 20,20%).
- Los puntos críticos identificados en el C.S de Belenpampa, en la etapa de acondicionamiento corresponde al servicio de laboratorio, en la etapa de segregación a los servicios de niño sano y laboratorio y en la etapa almacenamiento final; todos ellos presentan un manejo muy deficiente con el grave riesgo de que ocurran accidentes de trabajo o contaminación ambiental. Por otro lado, en el C.S de San Jerónimo, sólo el área de servicios higiénicos de pacientes representa un punto crítico, puesto que, muestra un manejo muy deficiente en las etapas de acondicionamiento y selección de los residuos sólidos.



- Algunos parámetros ambientales identificados en las aguas residuales de los dos centros de salud evaluados, superaron los límites Máximos Permitidos, por el D.S. 003-2010-MINAN, como son: las grasas y aceites, coliformes termo tolerantes y demanda química de oxígeno DQO. Asimismo, se determinó que las aguas residuales presentan una baja biodegradabilidad, por tanto, se requieren métodos de tratamiento fisicoquímicos, por contener sustancias recalcitrantes.

RECOMENDACIONES

- A las autoridades y responsables de la gestión de residuos sólidos de los establecimientos de salud, elaborar y ejecutar un plan de manejo de residuos sólidos, con el fin de determinar las características de la problemática en cada uno de los servicios y establecer políticas institucionales para su eficiente manejo, de tal manera que se reduzcan los riesgos de contaminación ambiental.
- A las autoridades del establecimiento de salud y de la Gerencia General de Salud Cusco, programar y ejecutar eventos de capacitación y sensibilización a todo el personal vinculado con el manejo de residuos sólidos de los establecimientos de salud, respecto a lo establecido en la NORMA TÉCNICA DE SALUD: "GESTIÓN INTEGRAL Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD, SERVICIOS MÉDICOS DE APOYO y CENTROS DE INVESTIGACIÓN, a través de talleres de capacitación fundamentalmente en los procesos de acondicionamiento, segregación, tratamiento entre otros, para mejorar el manejo de los residuos en sus diferentes procesos.
- A las autoridades del establecimiento de salud y de la Gerencia Regional de Salud Cusco, determinar un espacio adecuado para el almacén central de residuos sólidos y señalar las rutas para el transporte de los residuos según normativa, implementar sistemas de tratamiento para residuos biocontaminados en el área de laboratorio y destinar un equipo autorizado para el almacenamiento de los residuos anatómicos patológicos provenientes de sala de partos, previo a su tratamiento y destino final, para asegurar el manejo adecuado de residuos sólidos y prevenir los riesgos sanitarios y ambientales, en el personal de salud y pacientes que acuden a los establecimientos de salud.
- A las autoridades sanitarias de la Gerencia regional de Salud Cusco desarrollar acciones de supervisión, monitoreo y control, en la gestión de los residuos sólidos en los establecimientos de salud, con la finalidad de que los establecimientos cumplan con los lineamientos y procedimientos establecidos en la norma de manejo de residuos sólidos, de esta forma reducir los impactos negativos en la salud pública y ambiental.
- A las autoridades Regionales y Locales encargadas de la fiscalización ambiental del manejo y disposición de aguas residuales, realizar acciones de evaluación, control y



fiscalización en el cumplimiento de la norma ambiental, principalmente en los establecimientos de salud, a fin de identificar las fuentes de contaminación ambiental que excedan los parámetros ambientales permitidos y obligarlos a implementar sistema de tratamiento de aguas residuales, según lo estipula la normatividad, a fin de prevenir la contaminación de los ecosistemas y la aparición de puntos infecciosos que dañen la salud de la población.

BIBLIOGRAFÍA

- Abd El, M. (2010). Hospital waste management in El-Beheira Governorate, Egypt. *Journal of Environmental Management*, 91. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2009.08.012>
- Aguilar, S. (2018). Characterization of hospital wastewaters. *Dinamica Ambiental*, 2(2), 6.
- Al-ajlouni, K., Shakhathreh, S., Ibraheem, N. A., & Jawarneh, M. (2016). *Evaluation of Wastewater Discharge from Hospitals in Amman -JORDAN. August 2013.*
- Alvariño, R. (2012). Comportamiento de los indicadores sanitarios y ecotoxicológicos de las aguas residuales con trazas de medicamentos. *Revista Cubana de Química*, 25, 180-205.
- Amábile, C. F. (2008). Antibiotics and antibiotic resistance in water environments. *ELSEIVER, VOL 19(3)*, 260-265.
- Anwar, O., & Asim, M. (2017). *Evaluation of Hospital Waste Management in Public and Private Sector Hospitals of Faisalabad City , Pakistan Evaluation of Hospital Waste Management in Public and Private Sector Hospitals of Faisalabad City , Pakistan. July 2013.* <https://doi.org/10.5901/ajis.2013.v2n2p161>
- Arias, A., Gonzalez, C., Krastz, D., & Sánchez, M. (2011). *Factores que influyen en que se realice una inadecuada disposición de residuos hospitalarios y similares que consecuencias se han generado en la Universidad católica de Manizales -2011.*
- Artunduaga, M. T., Salazar, G. M. L., & García, T. F. (2015). Impacto en la salud por el inadecuado manejo de los residuos peligrosos. *Ing. USBMed*, 6(2), 46-50.
- Ashouri, A., & Sadhezari, B. (2016). Study on the effects of hospital waste on surface. *Proceedings of ISER 17th International Conference, January.*
- Benitez, F. J., Acero, J. L., Real, F. J., & Roldán, G. (2009). Ozonation of pharmaceutical compounds: Rate constants and elimination in various water matrices. *Chemosphere*, 77(1), 53-59. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2009.05.035>
- Cantanhede, Á. (1999). La gestión y tratamiento de los residuos generados en los centros

- de atención de salud. *Repertorio Científico*, 5, 13-18. <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsars/e/fulltext/centros/centros.pdf%0Ahttp://www.bvsde.ops-oms.org/bvsare/e/cr/repertorio/02-reper.pdf>
- Carraro, E., Bonetta, S., & Bonetta, S. (2017). *Hospital Wastewater: Existing Regulations and Current Trends in Management*. <https://doi.org/10.1007/698>
- Carril, V., & Vásquez, A. (2015). Evaluación de los procesos de gestión ambiental de residuos sólidos hospitalarios en el Departamento de Tumbes. *Manglar*, 10(2), 67-76. <http://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/6>
- Carrillo EM, L. A. (2008). *Carrillo EM, Lozano AM. Validación del método de detección de coliformes totales y fecales en agua potable utilizando Agar Chromocult*.
- Castaño, A., Cruz, Y., & Parra, L. (2015). Residuos hospitalarios en algunos países de Latinoamérica. *Fundación Universitaria del área andina*.
- Castro, H. . (2021). *Química ambiental básica*. . (Editorial CORHUILA (ed.)).
- Chambi, B., & Larico, C. (2019). Diagnosis of the management of solid hospital residues in the health networks of the Puno region. *Revista de Investigación Científica para el Desarrollo Sustentable*, 1(1), 59-74. <https://revistas.uancv.edu.pe/index.php/ISA/article/view/761/659>
- Diaz, L. F. (2008). *Characteristics of healthcare wastes*. 28, 1219-1226. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2007.04.010>
- Dursun, S. (2013). *Hospital Solid Wastes and Its Effect on Environment Analysis of climatic changes based on indicators of temperature extremes in the Balkan and in the Mediterranean region View proj ... January*.
- Emmanuel, E., Perrodin, Y., & Vermande, P. (2002). *Effects of hospital wastewater on aquatic ecosystem*. June 2014.
- Emmanuel, E., Pierre, M. G., & Perrodin, Y. (2009). Groundwater contamination by microbiological and chemical substances released from hospital wastewater: Health risk assessment for drinking water consumers. *Environment International*, 35(4), 718-726. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2009.01.011>

- Escobar, G. Y., & Córdova, M. (2019). "Diagnóstico de las plantas de tratamiento por lodos activados de las aguas residuales generadas en el hospital Nacional Rosales, municipio de San Salvador, Departamento San Salvador, periodo de octubre 2017 a octubre de 2018". *Biomass Chem Eng.*
http://journal.stainkudus.ac.id/index.php/equilibrium/article/view/1268/1127%0Ahttp://publicacoes.cardiol.br/portal/ijcs/portugues/2018/v3103/pdf/3103009.pdf%0Ahttp://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-75772018000200067&lng=en&tlng=
- Frías, T. D. M. Q., & Montilla, L. C. (2016). "Evaluación De Los Parámetros Físicos, Químicos Y Microbiológicos En El Sector Puerto De Productores Río Itaya, Loreto – Perú 2014 -2015. *Psiquiatría clínica*, 44(Publicado), 72-80.
- Galeano, D. (2020). *Descripción de la Información bibliográfica sobre el manejo de los residuos hospitalarios o de la atención en salud en seis países latinoamericanos en el período de 2002 a 2018*. Universidad de Antioquía.
- Gobierno Regional del Cusco. (2012). «*Plan Operativo Institucional 2012*» *Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente*.
- Gomes, K., & Ebrary, I. (2009). Wastewater management: A UN-Water Analytical Brief. *UN Water*, 55.
http://ubc.summon.serialssolutions.com/link/0/eLvHCXMwY2BQSDMwA_b-TZITLcxTTQyN0kySDRMNjQyTzYHVq7F5kinKuhyk0txNiEpNU-UQcrNNcTZQ7c0KTkeOoYRDzpnY8zE0lCMgTcRtPI7rwS8QyxFnIE1DRhNqeKgolMcaIw4A0eEpVGQX4RlAIQrBOPqFY03MekVlogDS2pwLOsa6pkCAL7IKcY
- Hernández, C., & Gálvez, R. (2005). Caracterización de la gestión de residuos hospitalarios y similares en Cami, Vista Hermosa, Bogotá. *respuesta*, 21.
- Hossain, M, Santhanam, A., Nik, N. A., & Omar, A. (2011). Clinical solid waste management practices and its impact on human health and environment – A review. *Waste Management*, 31.
- Meo, M. I., Haydar, S., Nadeem, O., Hussain, G., & Rashid, H. (2014). Characterization of hospital wastewater, risk waste generation and management practices in Lahore.

- Proceedings of the Pakistan Academy of Sciences*, 51(4), 317.
- Mesdaghinia, A., Naddafi, K., Mahvi, A. H., & Saeedi, R. (2009). *Waste Management & Research*. May. <https://doi.org/10.1177/0734242X09335693>
- Ministerio del Ambiente. (2014). *Sólidos De La Gestión Del Ámbito Municipal Y No Municipal 2013*.
- Ministerio del Ambiente -MINAN. (2010). *Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales*.
- NORMA TÉCNICA DE SALUD: «GESTIÓN INTEGRAL Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD, SERVICIOS MÉDICOS DE APOYO y CENTROS DE INVESTIGACIÓN», (2018).
- MINSA. (2010). *Informe N° 001860-2010/DEPA-APRHI/DIGESA «Evaluación de los resultados de los monitoreos realizados a los Recursos Hídricos en la cuenca del río Rímac, en el marco del Convenio N° 002-2009/MINSA, correspondiente al periodo de agosto a diciembre de 2009»*.
- MINSA. (2012). *“Plan Nacional de Gestión de Residuos Sólidos en Establecimientos de Salud y Servicios Médicos de Apoyo 2010-2012”*.
- Miranda, J. O. (2020). *Modelo de gestión pública de tratamiento de residuos sólidos en establecimientos de red de salud Contumazá- Cajamarca*. Universidad César Vallejo.
- Municipalidad Provincial del Cusco. (2013). *Plan de Desarrollo Urbano Cusco al 2023*.
- Neveu, A., & Matus, P. (2007). Residuos hospitalarios peligrosos en un centro de alta complejidad. *Revista Medica de Chile*, 135(7), 885-895.
- Núñez, Fraile, L. (2009). Microorganismos patógenos del agua. Estudio de Molinayo Erreka. Meridies. *Revista en Internet*], (13), 69-76.
- OEFA. (2014). Fiscalización ambiental en residuos sólidos de gestión provincial. *Oefa*, 1-100.
- OMS/UNICEF. (2015). *Water, sanitation and hygiene in health care facilities Status in*

low- and middle-income countries and way forward.

OMS. (1999). *Safe management of wastes from health-care activities.*

OMS. (2004). *Desechos generados por la atención de salud.*

OMS. (2017). Safe management of wastes from health - care activities A summary*. Geneva, WHO/FWC/WSH/17.05, 1-24.
<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259491/WHO-FWC-WSH-17.05-eng.pdf;jsessionid=BE197A8BAB73EC864CA3573E15D4F0E6?sequence=1>

Organización Panamericana de la Salud. (2011). Agua y saneamiento: Evidencias para políticas públicas con enfoque en derechos humanos y resultados en salud pública. En *Twenty-third Street, N.W. Washington, D.C. 20037, E.U.A.*

Oweis, R., Al-Widyan, M., & Al-Limoon, O. (2005). *Medical waste management in Jordan : A study at the.* 25, 622-625. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2005.03.011>

Paz, M, Magdaleno, A., Tornello, C., & Balbis, Natalia y Moretton, J. (2008). Genotoxicidad y determinación de compuestos tóxicos en un residuo líquido hospitalario de Buenos Aires Argentina. *Rev. Int. Contam. Ambient.*, 24(2), 79-87.

Paz, Marta, Muzio, H., Gemini, V., Magdaleno, A., Rossi, S., Korol, S., & Moretton, J. (2004). Aguas residuales de un Centro Hospitalario de Buenos Aires, Argentina: Características químicas, biológicas y toxicológicas. *Higiene y Sanidad Ambiental*, 4, 83-88.

Penagos, D. G., López, J. O., & Chaparro, T. R. (2012). Removal of organic matter and toxicity in hospital wastewaters by ozone. *Dyna*, 79(173), 109-115.

Pépin, J., Chakra, C. N. A., Pépin, E., Nault, V., & Valiquette, L. (2014). Evolution of the global burden of viral infections from unsafe medical injections, 2000-2010. *PLoS ONE*, 9(6), 1-8.

Pratibha, S., Mathur, N., Singh, A., & Bhatnagar, P. (2014). Physico-chemical assement of hospital wastewater quality. *International Journal of Development Research*, 4.

Ramos, C. (2008). Aguas residuales generadas en hospitales. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, XXIX(2), 56-60.

- Rodier, J., Legube, B., & Merlet, N. y colaboradores. (2010). *Analisis de agua* (E. Omega (ed.); 9na. Edici).
- Ryder, G. (2017). Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos, 2017. Aguas residuales: el recurso no explotado. En *Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura* (Vol. 3). http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf
- Sanchez, R. (2013). *Evaluacion Del Manejo De Residuos Solidos Hospitalarios Y Residuos Citostaticos En El Hospital Nacional Adolfo Guevara Velasco*. 156.
- Santos, P. A. (2016). Plan de gestión ambiental de residuos sólidos hospitalarios del centro de salud zorritos, tumbes 2015. *Universidad Nacional de Trujillo*. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3648>
- Sapkota, B., Gupta, G. K., & Mainali, D. (2014). Impact of intervention on healthcare waste management practices in a tertiary care governmental hospital of Nepal. *BMC Public Health*, 14(1), 1-8. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-1005>
- Soria, A. R. (2018). *Situación actual del manejo y conocimientos de los residuos citostáticos y de antibióticos betalactámicos en los departamentos de oncología, pediatría y neonatología del hospital de contingencia Antonio Lorena-Cusco*. UNSAAC.
- Suleman, Y. (2016). Solid Waste Disposal and Community Health Implications in Ghana: Evidence from Sawaba, Asokore Mampong Municipal Assembly. *Journal of Civil & Environmental Engineering*, 05(06). <https://doi.org/10.4172/2165-784x.1000202>
- Tadesse, M., & Kumie, A. (2014). *Healthcare waste generation and management practice in government health centers of Addis Ababa, Ethiopia*.
- Tsakona, M., & Anagnostopould, E. & Gidaracos, E. (2007). Gestión de residuos hospitalarios y evaluación de toxicidad: un estudio de caso. *ELSEIVER*, 27, 912-920.
- Vilela, L. A. (2019). Gestión de los residuos sólidos en los establecimientos de salud de San Marcos y Cajabamba. En *Universidad Nacional de Cajamarca*.



- http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1009%0Ahttp://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2987/Tesis_completa_Ronald_Romero.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Voudrias, E. A. (2018). Healthcare waste management from the point of view of circular economy. *Waste Management*, 75. <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2018.04.020>
- World Health Organisation, Emmanuel, J., Pieper, U., Rushbrook, P., Stringer, R., Townend, W., Wilburn, S., & Zghondi, R. (2014). *Safe management of wastes from health-care activities*. 329. http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/85349/1/9789241548564_eng.pdf
- Zaman, A. U. (2016). A comprehensive study of the environmental and economic benefits of resource recovery from global waste management systems. *Journal of Cleaner Production*.

ANEXOS

Anexo 1

Hoja estructurada de recolección de datos para:

Características de Residuos Sólidos por peso por área, servicio o unidad.

Servicio.....
Generador.....
Responsable.....

Día	Fecha	BIOCONTAMINADO		ESPECIALES		COMUNES	
		Clase	Peso (kg)	Clase	Peso (kg)	Clase	Peso (kg)
		A		B		C	
		A		B		C	
		A		B		C	
		A		B		C	
		A		B		C	
		A		B		C	
		A		B		C	
		A		B		C	
Total							

Anexo 2:

Hoja estructurada de recolección de datos

Identificación de puntos críticos en el manejo de los Residuos sólidos en Establecimientos De Salud.

ESTABLECIMIENTO DE SALUD
SERVICIO/DEPARTAMENTO: FECHA:.....
SALA /ÁREA:.....

ETAPAS DE MANEJO PARA MEJORAMIENTO	SERVICIOS				PUNTAJE	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
ACONDICIONAMIENTO						
1.1. Se cuenta con recipientes acordes a sus necesidades.						
1.2. Los recipientes utilizados para residuos comunes, biocantaminados o especiales cuentan con tapa.						
1.3. Se cuentan con bolsas de colores (negro, rojo y amarillo) según el tipo de residuos a eliminar en cada recipiente						
1.4. El recipiente de residuos punzocortantes es rígido cum ple con las especificaciones técnicas de la norma						

1.5. Las áreas administrativas o de uso exclusivo del personal del EE. SS, cuenta con recipientes y bolsa de color negro para el depósito de los residuos comunes.						
1.6. Los servicios higiénicos que son de uso compartido o exclusivo de pacientes cuentan con bolsas rojas.						
Puntaje						
	Muy Deficiente		Deficiente		Aceptable	
	Menor o igual a 1.		Entre 2 y 3		Mayor a 4	
2. SEGREGACIÓN Y ALMACENAMIENTO PRIMARIO						
2.1. Se disponen los residuos en el recipiente correspondiente según su clase.						
2.2. Los residuos punzocortantes se segregan en los recipientes rígido según lo establecido por la Norma Técnica.						
2.3. las Bolsas y recipientes rígidos se retiran una vez alcanzados las 2/3 partes de su capacidad.						
Puntaje.						
	Muy Deficiente		Deficiente		Aceptable	
	Igual o menor a 1.		Puntaje igual a 2		Puntaje igual a 3	
3. RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE INTERNO.	SI	NO	SI	NO	Observaciones	
3.1. Cuenta con coches o tachos de rueda						
3.2. El transporte de residuos sólidos se realiza en los horarios establecidos.						
3.3. Cuenta con rutas debidamente señalizada para el transporte de residuos sólidos.						
3.4. Al final de cada jornada laboral se realiza la limpieza y desinfección o vehículo de transporte interno.						
3.5. Los coches o tachos de transporte de residuos sólidos no pueden ser usado para ningún otro propósito.						
Puntaje						
	Muy Deficiente		Deficiente		Aceptable	
	Igual o menor a 1.		Puntaje 2 y 3		Mayor a 4	

4. ALMACENAMIENTO FINAL O CENTRAL.	SI	NO	OBSERVACION
4.1. El EESS cuenta con un ambiente de almacenamiento final o central donde almacena las 3 clases de residuos sólidos			
2. El almacenamiento final o central está correctamente limitado y señalizado.			
4.3. Se encuentra ubicado en zona de fácil acceso, que permita la maniobra y operación del vehículo colector externo y los coches de recolección interna.			
4.4. Revestido internamente (piso y paredes) con material liso, resistente, lavable, impermeable y de color claro y contar con canaletas de desagüe de ser el caso.			

4.5. La ubicación del almacenamiento central de RR. SS está alejada del servicio de atención médica y de alimentación.			
4.6. El almacenamiento central se encuentra revestido internamente (piso y paredes) con material liso, resistente, lavable, impermeable y de color claro y cuenta con canaletas de desagüe.			
4.7. Personal de limpieza que realiza actividades en el almacenamiento final o central, cuenta con indumentaria de protección personal necesaria.			
4.8. Los residuos se encuentran almacenados en sus áreas correspondientes según su clase.			
4.9. Los residuos sólidos biocontaminados permanecen en el almacenamiento central, acorde a lo establecido en la normatividad.			
Puntaje			
	Muy Deficiente	Deficiente	Aceptable
	Menor igual a 3 ^o	Entre 4 y 5	Mayor a 6
5. TRATAMIENTO.	SI	NO	
5.1. El EE. SS realiza algún tipo de tratamientos para residuos sólidos o cuenta con una EO-RS debidamente registrada y autorizada.			
5.2. El sistema de tratamiento cuenta con las aprobaciones y autorizaciones correspondientes.			
5.3. El sistema de tratamiento se encuentra detallado en el plan de manejo de los RR. SS de EE. SS			
Puntaje.			
	Muy Deficiente	Deficiente	Aceptable
	Menor igual a 1 ^o	Puntaje 2	Puntaje 3
6. RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE EXTERNO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.	SI	NO	
6.1. Cuenta con contrato vigente de recolección de residuos sólidos peligrosos con EO-RS o municipalidad registrada y autorizada por la autoridad competente.			
6.2. Los manifiestos de Residuos Sólidos son devueltos en los plazos establecidos en la normatividad por la EO-RS y cuenta con firmas y sellos correspondientes.			
6.3. Cuenta con el registro diario de Residuos Sólidos			
6.4. La disposición final de residuos sólidos se realiza en un relleno sanitario con celdas de seguridad o en un relleno de seguridad registrado y autorizado por la autoridad.			
Puntaje.			
	Muy Deficiente	Deficiente	Aceptable
	Menor igual a 1 ^o	Puntaje 2	Puntaje 3



Anexo 3

Hoja estructurada para recolección de datos. Análisis de aguas residuales.

Establecimiento de salud.....

fecha	Parámetro	M1	M2	M3	M4
	Aceites y grasas				
	Coliformes totales				
	DBO5				
	DQO				
	Solidos suspendidos				
	Ph				
	Temperatura				

Anexo 4 Documento de Autorización de los Establecimientos de salud.

Cusco, 17 de Setiembre del 2018

SEÑORA
Dr. Patricia Amalia Tupayachi Velarde.
Directora Ejecutiva de la Red de Servicios de Salud Cusco Norte.

MINISTERIO DE SALUD
DIRECCION DE SALUD CUSCO
Red de Servicios de Salud Cusco Norte
AREA DE TRAMITE DOCUMENTARIO
Registro N° 11965
Fecha 23 SEP 2018
Hora 12:23

Solicita: Autorización para realización de trabajo de investigación

De mi mayor consideración:

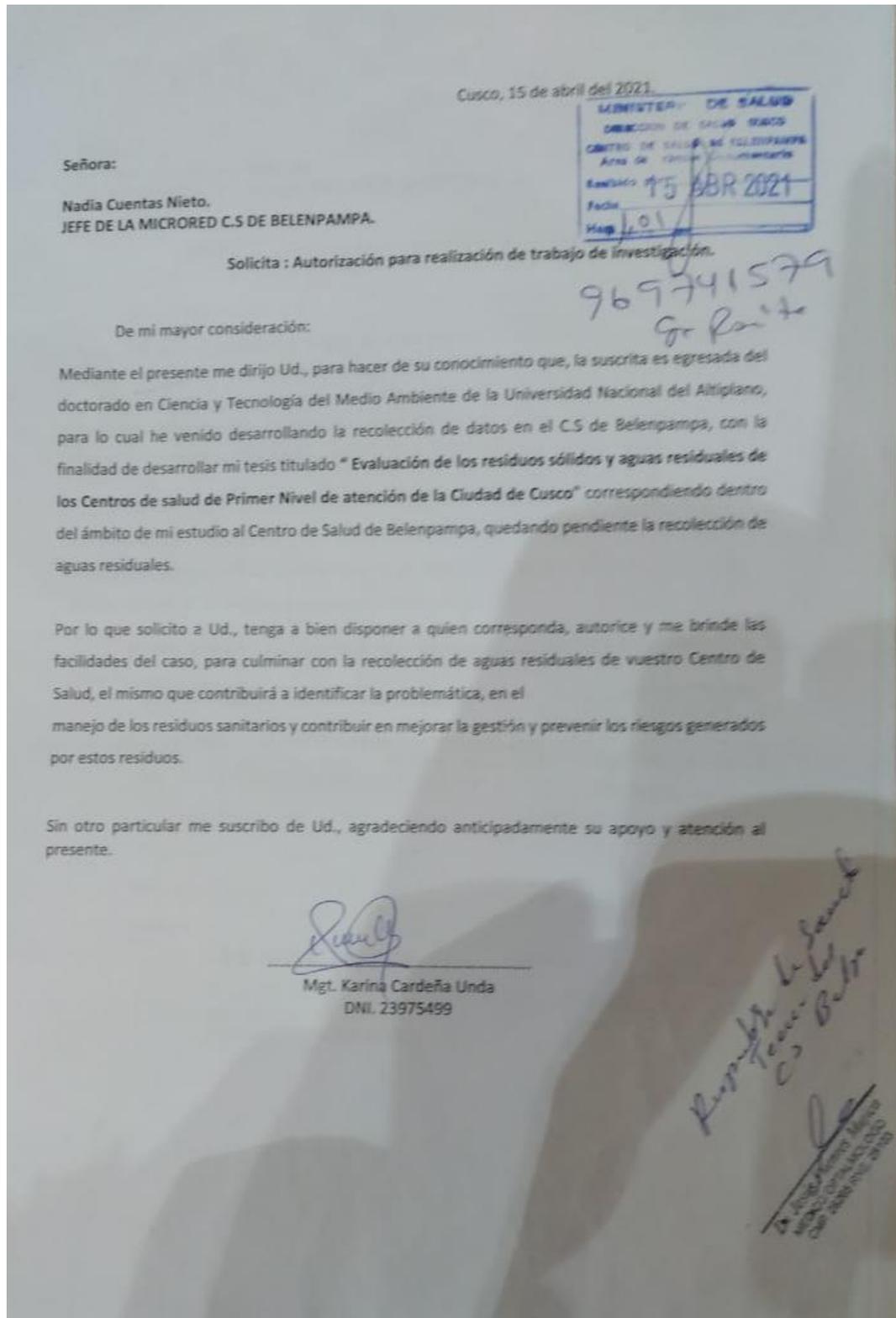
Mediante el presente me dirijo a Ud., para hacer de su conocimiento que, la suscrita es egresada del Doctorado en Ciencia y Tecnología del Medio Ambiente de la Universidad Nacional del Altiplano, para lo cual pretendo desarrollar el tema de tesis "Riesgo Ambiental de los Residuos Sanitarios de los Centros de Salud de Primer Nivel de Atención de la Ciudad de Cusco" correspondiendo dentro del ámbito de mi estudio al Centro de Salud de Belempampa.

Por lo que solicito a Ud., tenga a bien disponer a quién corresponda, autorice y brinde las facilidades para la ejecución del presente trabajo de investigación, el mismo que contribuirá a identificar la problemática, en el manejo de los residuos sanitarios y contribuir en mejorar la gestión y prevenir los riesgos generados por estos residuos.

Sin otro particular me suscribo de Ud., agradeciendo anticipadamente la atención al presente.

Atentamente,


Mgt. Karina Cardena Unda,
DNI 23975499



Anexo 5 Galerías Fotográficas



Foto 1. Papeles almacenados con residuos biocontaminados y agujas, punzocortantes en contenedor de biocontaminados evidencia mala segregación de residuos, en el C.S de Belenpampa.



Foto 2. Ampollas rotas, viales restos de medicamentos, en contenedor de biocontaminados evidencia mala segregación de residuos, en el C.S de Belenpampa.



Foto 5. Residuos peligrosos almacenados en el pasadizo del C.S de Belenpampa, y personal de limpieza trasladando sin la protección necesaria, genera riesgo de accidentes de trabajo y contaminación ambiental.



Foto 6. Agujas y jeringas, almacenados en bolsas de residuos comunes, evidenciando la mala segregación de residuos sólidos, pudiendo generar accidentes de trabajo, en el C.S de San Jerónimo.



Foto 7. Área niño sano sin contenedor para almacenar residuos biocontaminados. C.S de San Jerónimo.



Foto 8. Almacén central de residuos sólidos, ubicado a la entrada del C.S de San Jerónimo, sin señalización al descubierto.

Anexo 6. Resultados del análisis de aguas residuales de los establecimientos de salud.

LABORATORIO LOUIS PASTEUR

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-042

INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayos
Acreditado

Registro N° LE - 042

INFORME DE ENSAYO
LLP-1959-2021
SO-0565-2021

Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE
Solicitante: Karina Cardena Unda
Dirección Legal: Av. Jose Gabriel Cosio 415 – Urb. Magisterial - Magisterio

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA
Nombre del Producto: Agua residual
Matriz microbiológica: Agua residual industrial
Fecha de Ingreso de Muestra: 2021/05/26

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA Y REPORTE DE RESULTADOS
Toma de muestra realizada por: Sr. Miguel Angel Campos Marcavillaca
Fecha de Toma de Muestra: 2021/05/26
Procedencia de la Muestra: Centro de Salud Belenpampa.
Cantidad y Descripción de la Muestra: Frasco de polietileno de 250ml esteril, Frascos de polietileno de 250ml.
transportado en cadena de frío.
Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2021/05/31

Datos declarados por el cliente
Referencia: Nro. De Cotización: 69-04-2021
La toma de muestra fue realizada según el instructivo:
LLP-MP14-101: Instructivo Toma-Preservación de Muestras de alimentos y Aguas Laboratorio Microbiológico.

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Coliformes Fécenes	NMP/100ml	22x10 ⁵

Métodos de Referencia:
Coliformes Fecales (NMP) SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 9221 E-1, 23rd (2017)

Biga Mercedes Mariza Cuzpe Flores

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.

RP17-F02 VER 09 NOVIEMBRE 2019
Velasco Astete D-18-B Wanchaq - Cusco Telefax: 084-234727 - 771906 Cel. 975713500 - 974787
laboratoriolouispasteur@yahoo.es www.lablouispasteur.pe

LABORATORIO LOUIS PASTEUR

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-04 CON REGISTRO N° LE-042

INACAL
EN - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado
Registro N° LE - 042

INFORME DE ENSAYO
LLP-0362-2019
SO-0096-2019

Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE
Solicitante: Karina Cardena Unda
Dirección Legal: Av. Jose Gabriel Cosio N°415 - Urb. Magisterial - Cusco

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA
Nombre del Producto: Agua residual
Matriz química: Agua residual
Fecha de Ingreso de Muestra: 2019/12/10
Fecha de Ensayo: 2020/02/12

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA Y REPORTE DE RESULTADOS
Toma de muestra realizada por: Srta. Yurico Ameo Palomino
Fecha de Toma de Muestra: 2019/12/10
Hora de toma de muestra: 13:00
Procedencia de la Muestra: Centro de Salud Balempampa
Cantidad y Descripción de la Muestra: Frasco de vidrio de 1000ml
Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2019/12/19

Datos declarados por el cliente
Referencia: No. De Cobertura: 50-12-2019
Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

RESULTADOS QUÍMICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
DQO	mg/L	521.30

Métodos de Referencia:
Demanda Química de Oxígeno (DQO): SMEWW-APHA-APMA-WDF Part 5220-C, 23rd Ed. (2017)

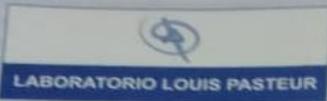
Rosa Luz Pacheco Venero
Dra. Rosa Luz Pacheco Venero
CBP. N° 15

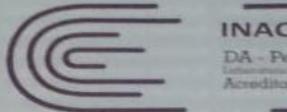
LABORATORIO LOUIS PASTEUR S.R.L. - CUSCO

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.

LLP-MP17-732 VER 09 NOVIEMBRE 2015

rb. Velasco Astete D-18-B Wanchaq - Cusco Telefax: 084-234727 - 771906 Cel. 975713500 - 974787151
laboratoriouloupasteur@yahoo.es www.labloupasteur.pe

 LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-042

 INACAL-DA - Pe
Laboratorio
Acreditado

Registro N°LE - 042

INFORME DE ENSAYO
LLP-1973-2021
SO-0572-2021

Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE
Solicitante: Karina Cardeña Unda
Dirección Legal: Av. Jose Gabriel Cosio 415 – Urb. Magisterial - Magisterio

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA
Nombre del Producto: Agua residual
Matriz microbiológica: Agua residual industrial
Fecha de Ingreso de Muestra: 2021/05/27
Fecha de Ensayo: 2021/05/27

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA Y REPORTE DE RESULTADOS
Toma de muestra realizada por: Sr. Miguel Angel Campos Marcavillaca.
Fecha de Toma de Muestra: 2021/05/27
Procedencia de la Muestra: Desague Principal del Centro de Salud de Belen Pampa.
Cantidad y Descripción de la Muestra: Frasco de polietileno de 250ml esteril; transportado en cadena de frío.
Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2021/06/02

Datos declarados por el cliente
Referencia: Nro. De Cotización: 89-04-2021
La toma de muestra fue realizada según el instructivo:
LLP-MP14-101: Instructivo Toma-Preservación de Muestras de alimentos y Aguas Laboratorio Microbiológico.

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Coliformes Fécenes	NMP/100ml	35x10 ²

Métodos de Referencia:
Coliformes Fecales (NMP) SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 9221 E-1, 23rd (2017)


Biga Mercedes Marín Ouspé Flórez
C. B. P. 4117
DIRECTORA GENERAL DE CALIDAD



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.

17-F02 VER 09 NOVIEMBRE 2019

Lasco Astete D-18-B Wanchaq - Cusco Telefax: 084-234727 - 771906 Cel. 975713500 - 9747
laboratoriolouispasteur@yahoo.es www.lablouispasteur.pe

LABORATORIO LOUIS PASTEUR

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-042

INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado

Registro N° LE - 042

INFORME DE ENSAYO
LLP-1960-2021
SO-0565-2021

Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE
Solicitante: Karina Cardaña Unda
Dirección Legal: Av. Jose Gabriel Cosio 415 – Urb. Magisterial - Magisterio

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA
Nombre del Producto: Agua residual
Matriz microbiológica: Agua residual industrial
Fecha de Ingreso de Muestra: 2021/05/26
Fecha de Ensayo: 2021/05/26

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA Y REPORTE DE RESULTADOS
Toma de muestra realizada por: Sr. Miguel Angel Campos Marcavillaca.
Fecha de Toma de Muestra: 2021/05/26
Procedencia de la Muestra: Centro de Salud Belenpampa
Cantidad y Descripción de la Muestra: Frasco de polietileno de 250ml esteril, Frascos de polietileno de 250ml; transportado en cadena de frío.
Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2021/05/31

Datos declarados por el cliente
Referencia: Nro. De Cotización: 69-04-2021
La toma de muestra fue realizada según el instructivo:
LLP-MP14-101: Instructivo Toma-Preservación de Muestras de alimentos y Aguas Laboratorio Microbiológico.

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Coliformes Fécales	NMP/100ml	70x10 ⁴

Métodos de Referencia:
Coliformes Fecales (NMP) SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 9221 E-1, 23rd (2017)

Biga Mercedes Mercedes Chupe Flores
DIRECTOR DEL SERVICIO DE CALIDAD

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.

LLP-MP17-F02 VER 09 NOVIEMBRE 2019
Urb. Velasco Astete D-18-B Wanchaq - Cusco Telefax: 084-234727 - 771906 Cel. 975713500 - 974787151
laboratoriolouispasteur@yahoo.es www.lablouispasteur.pe

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**
FACULTAD DE CIENCIAS
Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú

**UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO**
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA
INFORME DE ANÁLISIS
Nº00078-21-LAQ

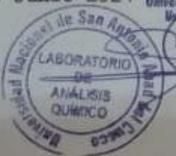
SOLICITANTE: KARINA CARDEÑA UNDA
MUESTRA : AGUA
FUENTE : RESIDUAL/ CENTRO DE SALUD BELEN PAMPA
DISTRITO : SANTIAGO
PROVINCIA : CUSCO
REGION : CUSCO
FECHA A. : C/26/05/2021

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

pH	8.22
Solidos suspendidos ppm	10.60
Aceites y Grasas ppm	0.82
DBO5 ppm	10.70

* ANALISIS DEL AGUA, JEAN RODIER. 9ª EDICION
Cusco, 04 de Junio 2021


Mariquides Herrera Ariellca
RESPONSABLE DEL LABORATORIO
DE ANALISIS QUIMICO



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**
FACULTAD DE CIENCIAS
Av. de la Cultura, 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú

UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA
INFORME DE ANÁLISIS
N00088-20-LAQ

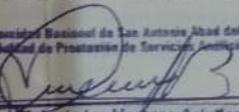
SOLICITANTE: KARINA CARDEÑA UNDA
MUESTRA : AGUA
FUENTE : RESIDUAL, CENTRO DE SALUD BELEN PAMPA
RECOLECCION: DE 11:00 Hs HASTA 12:37 Hs
DIA : 12/02/2020
DISTRITO : SANTIAGO
PROVINCIA : CUSCO
REGION : CUSCO
FECHA : C/12/02/2020

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:
=====

pH	7.64
DBO ₅ ppm	57.20
Aceites y Grasas ppm	26.60
Solidos suspendidos ppm	31.30

=====

* ANALISIS DEL AGUA , JEAN RODIER , 9ª EDICION.
Cusco, 19 de Febrero 2020


Laboratorio de Análisis Químico
Miguelinos Herrera Arteaga
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-842

INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado

Registro N° LE - 842

LABORATORIO LOUIS PASTEUR

INFORME DE ENSAYO
LLP-1965-2021
SO-0562-2021

Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE
Solicitante: Karina Cardaña Urda
Dirección Legal: Av. Jose Gabriel Cosío 415 – Urb. Magisterial - Magisterio

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA
Nombre del Producto: Agua residual
Matriz química: Agua residual
Fecha de Ingreso de Muestra: 2021/05/27
Fecha de Ensayo: 2021/05/27

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA Y REPORTE DE RESULTADOS
Toma de muestra realizada por: Sr. Miguel Angel Campos Marcavillaca.
Fecha de Toma de Muestra: 2021/05/27
Procedencia de la Muestra: Centro de Salud Belenpampa
Cantidad y Descripción de la Muestra: Frasco de polietileno de 250ml esteril, Frascos de polietileno de 250ml, transportado en cadena de frío.
Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2021/06/01
Datos declarados por el cliente

Referencia: Nro. De Cotización: 69-04-2021
La toma de muestra fue realizada según el instructivo:
LLP-MP14-101. Instructivo Toma-Preservación de Muestras de alimentos y Aguas Laboratorio Microbiológico.

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

RESULTADOS QUÍMICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
DQO	mg O ₂ /L	458,05

Métodos de Referencia:
Demanda Química de Oxígeno (DQO) SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 C, 23rd Ed. (2017)

LABORATORIO LOUIS PASTEUR S.R.L.
BIOLOGÍA Y QUÍMICA
C. S. P. S. S. CALIDAD

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.

LLP-MP17-F02 VER 09 NOVIEMBRE 2019
Urb. Velasco Astete D-18-B Wanchaq - Cusco Telefax: 084-234727 - 771906 Cel. 975713500 - 974787151
laboratorioulouispasteur@yahoo.es www.lablouispasteur.pe