

**EFFECTOS AMBIENTALES GENERADOS EN LAS CENTRALES DE
ESTERILIZACIÓN DE INSTITUCIONES HOSPITALARIAS
REVISIÓN DE LA LITERATURA.**

**JENNYFER DAYANA GÓMEZ GÓMEZ
ANDRES FERNANDO MORALES GUARNIZO**

**UNIVERSIDAD EL BOSQUE
FACULTAD DE MEDICINA
PROGRAMA DE INSTRUMENTACIÓN QUIRÚRGICA
BOGOTÁ. D.C.
2019**

**EFFECTOS AMBIENTALES GENERADOS EN LAS CENTRALES DE
ESTERILIZACIÓN DE INSTITUCIONES HOSPITALARIAS
REVISIÓN DE LA LITERATURA.**

**JENNYFER DAYANA GÓMEZ GÓMEZ
ANDRES FERNANDO MORALES GUARNIZO**

**Investigadora - Directora Temática
EDDNA BEATRIZ GALINDO GUTIERREZ**

**Investigadora - Directora Metodológica
NARDA CAROLINA DELGADO ARANGO**

**Investigador - Director Estadístico
EDGAR ANTONIO IBAÑEZ PINILLA**

**UNIVERSIDAD EL BOSQUE
FACULTAD DE MEDICINA
PROGRAMA DE INSTRUMENTACIÓN QUIRÚRGICA
BOGOTA, D.C.
2019**

PÁGINA DE APROBACIÓN

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Jurado

Bogotá, Mayo del 2019

NOTA DE SALVEDAD

"La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, UNIVERSIDAD EL BOSQUE solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia" (1).

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD EL BOSQUE

Por permitirme iniciar y terminar mi carrera con un muy buen nivel de calidad.

A LA FACULTAD DE MEDICINA

Por su responsabilidad e interés en la formación en los estudiantes enfocados en el área de la salud.

AL PROGRAMA DE INSTRUMENTACIÓN QUIRÚRGICA

Por permitirme ingresar al programa, por ayudarme a formar como un muy buen profesional y por su apoyo en situaciones del diario vivir.

A LA DOCTORA MARTHA LUCIA FORERO DE GUTIÉRREZ

Por su colaboración e interés en el crecimiento profesional de cada uno de sus estudiantes.

A LA DOCTORA EDDNA BEATRIZ GALINDO GUTIERREZ

Docente en investigación quien siempre estuvo en disposición, para guiarnos con su gran conocimiento en el trabajo de grado, además por su paciencia en la elaboración de cada documento.

A LA IQ. NARDA CAROLINA DELGADO ARANGO

Docente en investigación quien siempre estuvo en disposición, para guiarnos con su gran conocimiento en el trabajo de grado, además por su paciencia en la elaboración de cada documento.

A LA IQ. NAIDA LIZETH BELTRAN PEREZ

Docente quien siempre estuvo en disposición, para guiarnos con su gran conocimiento en el trabajo de grado, además por su paciencia en la elaboración de cada documento.

A EL INVESTIGADOR EDGAR ANTONIO IBAÑEZ PINILLA

Docente quien siempre estuvo en disposición, para guiarnos con su gran conocimiento en el trabajo de grado, además por su paciencia en la elaboración de cada documento.

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado a Dios en primera instancia ya que sin él nada hubiese sido posible ya que él nos da la sabiduría y entendimiento para realizar nuestros proyectos, metas y objetivos.

En segunda instancia a nuestras familias que nos han apoyado incansablemente por alcanzar este sueño y por último a la universidad el bosque y al plantel docente que ha estado en la ardua construcción de este proyecto.

JENNYFER DAYANA GOMEZ GOMEZ
ANDRES FERNANDO MORALES GUARNIZO

TABLA DE CONTENIDO

GLOSARIO	12
INTRODUCCIÓN	14
1. PROBLEMA.....	15
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.2 PREGUNTAS PROBLEMA	19
1.2.1 Pregunta General.....	19
1.2.2 Preguntas Específicas	19
2. JUSTIFICACIÓN	20
3. OBJETIVOS	21
3.1. OBJETIVOS GENERALES	21
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
4. MARCO TEÓRICO	22
4.1 CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN HOSPITALARIA.....	22
4.1.1 Infraestructura en una central de esterilización	23
4.1.2 Sistema de agua.....	25
4.1.3 Áreas de la central de esterilización.	25
4.1.4 Uso del agua en la central de esterilización	31
4.2 IMPACTO AMBIENTAL	33
4.2.1 Plásticos	34
4.2.2 Contenedores.....	35
4.2.3 Contaminación del recurso hídrico.....	38
4.2.3.1 Principales sustancias contaminantes del recurso hídrico: .	40
4.2.3.2 Principales contaminantes de agua en hospitales	42
4.3 MARCO LEGAL	43
4.3.1 Residuos hospitalarios	43
4.3.2 Decreto 351 del 2014.....	44
4.3.2.1 Clasificación de los residuos	44
4.3.2.2 Decreto 2676 del 2000 (diciembre 22)	47
4.3.2.3 Clasificación de los residuos hospitalarios y similares	47

4.4 RED GLOBAL DE HOSPITALES VERDES Y SALUDABLES	49
5. METODOLOGÍA.....	54
5.1. Tipo y Diseño General del estudio.....	54
5.2 Criterios de inclusión de población.....	54
5.3 Criterios de exclusión.....	55
5.4 Procedimiento para la recolección de información	55
5.4.1 Selección de palabras clave.....	55
5.4.2 Bases de datos	55
5.4.3 Selección de artículos.....	56
5.4.4 Instrumento.....	57
5.5 Variables Principales	57
5.6 Estrategia de Búsqueda:	57
5.7 Filtros de búsqueda	58
5.8 Tipos de publicaciones	58
5.9 Análisis	58
7. RESULTADOS	59
7.1 Descripción de Artículos encontrados	59
7.2 EFECTO AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS GENERADOS POR LOS PRODUCTOS DE PLÁSTICOS EN HOSPITALES	61
7.2.1 Efectos y consecuencias ambientales derivadas del uso de productos plásticos:	62
7.2.1.3. En relación a los procesos de disposición final de productos plásticos:	65
7.3 CANTIDAD DE AGUA UTILIZADA EN LOS HOSPITALES.	69
7.4 PRINCIPALES SUSTANCIAS CON POTENCIAL CONTAMINANTE EN EL AGUA DE LOS HOSPITALES	71
8. DISCUSIÓN.....	77
9. CONCLUSIÓN	81
10. RECOMENDACIONES	83
11. ANEXOS.....	91

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades del Glutaraldehído.....	28
Tabla.2 Dureza del agua e interpretación.....	31
Tabla.3 Principales contaminantes del agua hospitalaria.....	41
Tabla 4. Matriz revisión de artículos científicos.....	56
Tabla 5. Descripción de artículos.....	61
Tabla 6. Descripción de los efectos ambientales producidos por productos plásticos.....	67
Tabla 7. Cantidad de agua utilizada en los hospitales.....	71
Tabla 8. Principales sustancias con potencial contaminante en la disposición del agua de los hospitales.....	74
Tabla 9. Inventario de artículos analizados	91

LISTA DE DIAGRAMAS

Figura 1. Flujograma de la selección de artículos.....	60
Figura 2. Índice de valores del uso de agua por área.....	71

GLOSARIO

Todos los términos aquí descritos corresponden a copia textual de las fuentes de origen debido a que son definiciones y no pueden ser modificados.

- **CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN:** *"La Central de Esterilización es aquel lugar que recibe, acondiciona, procesa, controla y distribuye el material médico, textil e instrumental a todos los sectores del área hospitalaria, con el fin de que sea usado de manera segura con el paciente" (2).*
- **EFLUENTES:** *"La Real Academia Española (RAE), en su diccionario, define a un efluente como un fluido procedente de una instalación industrial. El término proviene del verbo efluir, que alude al escape al exterior de un gas o de un líquido" (3).*
- **IMPACTO AMBIENTAL:** *"Cualquier alteración sobre el medio ambiente (medios abiótico, biótico y socioeconómico), que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad" (4).*
- **RESIDUO PELIGROSO:** *"Es aquel residuo o desecho que, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas, puede causar riesgos o efectos no deseados, directos e indirectos, a la salud humana y el ambiente, Así mismo, se consideran residuos peligrosos los*

empaques, envases y embalajes que estuvieron en contacto con ellos" (5).

- **RESIDUOS O DESECHOS PELIGROSOS CON RIESGO BIOLÓGICO O INFECCIOSO:** Un residuo o desecho con riesgo biológico o infeccioso se considera peligroso, cuando contiene agentes patógenos como microorganismos y otros agentes con suficiente virulencia y concentración como para causar enfermedades en los seres humanos o en los animales (5).
- **RESIDUOS HOSPITALARIOS:** *"Se denomina residuo hospitalario al conjunto de residuos que genera un hospital durante la realización de sus actividades y que, de acuerdo a su origen dentro del establecimiento asistencial, son más o menos contaminantes"* (6).
- **RESIDUOS TÓXICOS:** *"factores (substancias o materia física, química, biológica o radiológica) que generan contaminación. Son materiales contaminantes del ambiente que pueden causar en organismos que la ingesta o los absorben, enfermedades, defectos al nacimiento y hasta la muerte. Los efectos pueden variar de acuerdo con las cantidades y la prolongación de la exposición"* (6).

INTRODUCCIÓN

Este documento corresponde a un trabajo de investigación que busca identificar por medio de la literatura científica el estado en el que se encuentra los efectos ambientales relacionados con el uso del agua, sustancias vertidas provenientes de Central de Esterilización; efectos de los plásticos provenientes de las Central de Esterilización; principales efectos de los componentes de los plásticos utilizados en Central de Esterilización hospitalarias.

En el desarrollo del trabajo se abordará el estado de los efectos ambientales en “las Áreas de lavado/desinfección y empaque de las centrales de esterilización hospitalarias según la literatura científica; teniendo en cuenta que la Central de Esterilización cumple funciones de limpieza, desinfección, empaque y esterilización de elementos médico-quirúrgicos” (2). El uso de agua y plásticos utilizados en central de esterilización son inherentes para sus procesos, pero, debido a la poca información que se encuentra en la literatura científica; fue necesario analizar el uso del agua y plástico en instituciones hospitalarias y de esta manera realizar un abordaje indirecto al tema de Centrales de Esterilización Hospitalarias.

Esta investigación es un estudio de revisión narrativa y con ello busca proponer una mejor práctica clínica en las centrales de esterilización hospitalarias para el manejo de residuos.

1. PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una de las áreas en las Instituciones Hospitalarias en las que se produce gran cantidad de residuos, que a su vez pueden poner en peligro el ambiente, "son las centrales de esterilización; en esta área se realiza el proceso de recibir, acondicionar, procesar, controlar, almacenar y distribuir diferente instrumental y demás equipos médicos ya estériles con el fin de garantizar la seguridad biológica de estos productos para ser utilizados en el paciente, este proceso se realiza en diferentes áreas definidas"(2). Una de las áreas es la del lavado y desinfección, también llamada área sucia; "en esta área se utilizan diferentes insumos como jabones, desinfectantes, lubricantes, compresores de aire y entre otros elementos que permiten un producto final adecuado. Los jabones utilizados en esta área deben ser del tipo enzimático ya que contienen ciertas enzimas como, Lipasa, Amilasa y proteasa que "degrada y remueve sangre, material orgánico y biofilm en instrumental y equipos quirúrgicos en general" (7), este jabón se encuentra empacado en contenedores de plástico, polipropileno y/o polietileno los cuales deben ser desechados al terminar su uso.

"Aproximadamente 140 millones de toneladas de plásticos se producen cada año" y grandes cantidades se encuentran en el ecosistema como residuos industriales Estos polímeros son extremadamente estables y no entran fácilmente en los ciclos de degradación de la biosfera. La contaminación ambiental por polímeros sintéticos, como los plásticos de

desecho y los polímeros sintéticos solubles en agua en las aguas residuales, ha sido reconocida como un gran problema" (8), "el 30% los plásticos se utilizan en todo el mundo para el envasado de alimentos, productos farmacéuticos, cosméticos, detergentes y productos químicos, y esto todavía se está expandiendo a una tasa alta del 12% anual" (9); debido al alto uso de estos contenedores en el área de lavado y desinfección en una central de esterilización hospitalaria, se debe tener en cuenta la disposición final de estos ya que el "mayor problema se evidencia en el manejo de residuos o subproductos, ya que menos del 4% de estos elementos son reciclados con un periodo de biodegradación superior a los 400 años". (10).

A su vez, es necesario tener en cuenta los subproductos de aguas en el momento del lavado, los jabones enzimáticos utilizados debido a que la mayoría de instrumentos, insumos y demás accesorios utilizados en el hospital deben ser tratados para disminuir la carga biológica; "Por ello la importancia del uso del agua en el lavado está en que la suciedad sea disuelta o que sea suspendida en el agua, para permitir la extracción de los residuos; una vez retirada la biocarga es necesario que estas aguas pasen por una etapa de tratamiento para que su disposición sea favorable para el medio ambiente y sea de tipo consumible para los humanos y animales" (11); actualmente la disposición que se maneja en el momento de las aguas desechadas por las centrales de esterilización son ineficientes y terminan en vertederos con diferentes sustancias contaminantes.

Según estadísticas presentadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para el año 2015 “se calcula que, de todos los residuos generados por las actividades de atención sanitaria, el 15% se considera material peligroso que puede ser infeccioso, tóxico o radioactivo, por lo que pueden generar daño indirecto afectando el agua para consumo humano y el aire, si no se realiza la disposición final de forma adecuada”(12); teniendo en cuenta que “las aguas negras, de estos centros según un artículo de opinión publicado en el 2011 por La Nación en Costa Rica se reporta la presencia de antibióticos, cistostáticos, anestésicos, desinfectantes, IMC (medios de contraste a base de yodo), mercurio, platino, estrógenos, antiepilépticos, carbamazepina, etc. Además, bacterias que cuentan con varios factores de virulencia y cepas resistentes a diferentes antibióticos” (13); Por otro lado, en Colombia según estadísticas dadas por el IDEAM para el 2013, “el 89% de los residuos generados en ese estado de la materia corresponden a las corrientes y desechos clínicos resultantes de la atención médica prestada en hospitales, centros médicos y clínicas” (14).

Debido a esto una de las mayores preocupaciones a nivel global es el agua potable ya que presenta un desafío para la salud ambiental, Más de mil millones de personas no tienen acceso a un suministro de agua potable “mejorado”, al tiempo que muchas más beben agua que está seriamente contaminada. (15), de acuerdo con una revisión realizada por Hospitales verdes y saludables "Cuando existe amplia disponibilidad de agua, los hospitales suelen ser voraces consumidores en varias facetas de sus

operaciones; En los Estados Unidos, por ejemplo, hasta el 70% del consumo hospitalario de agua se destina a procesos que van desde los relacionados con equipos mecánicos hasta el transporte de aguas servidas; aproximadamente el 30% se utiliza para beber, preparar alimentos, bañarse y lavarse las manos" (16).

Desafortunadamente, existen pocos parámetros de referencia globales confiables en cuanto al consumo de agua del sector de la salud específicamente en el área de central de esterilización Hospitalaria.

1.2 PREGUNTAS PROBLEMA

1.2.1 Pregunta General

¿Cuáles son los efectos ambientales generados por los residuos de las centrales de esterilización hospitalaria según la literatura científica?

1.2.2 Preguntas Específicas

1. ¿Cuál es el efecto ambiental derivado de los residuos generados por los productos plásticos o de polipropileno utilizados en el área de empaque en una Central de Esterilización hospitalaria que reporta la literatura?

2. ¿Cuáles son los volúmenes de uso de agua que con mayor frecuencia reportan las instituciones hospitalarias?

3. ¿Cuáles son las principales sustancias con potencial contaminante del agua secundaria al proceso de lavado y desinfección en las Centrales de Esterilización hospitalarios?

2. JUSTIFICACIÓN

Una de las mayores preocupaciones a nivel mundial son los efectos ambientales generados u ocasionados en las instituciones hospitalarias, por ello se realizó una revisión narrativa sobre el tema; el documento hará referencia sobre los productos plásticos provenientes de instituciones hospitalarias, que se utilizan en la central de esterilización.

Esta investigación puede ser útil para el personal no solo del área de la salud, sino para los profesionales de ingeniería ambiental, para favorecer la búsqueda de alternativas para disminuir el impacto que producen estos procesos y a su vez servirá para los diferentes programas de instrumentación Quirúrgica, teniendo en cuenta los lineamientos propuestos por hospitales verdes, en donde se resalta la problemática ambiental del uso excesivo de agua y de los generadores de residuos hospitalarios y así poder mitigar la huella ecológica.

Cabe resaltar la importancia de los productos plásticos provenientes de las instituciones hospitalarias como lo son las envolvederas, contenedores, envoltorios, papel grado médico, tyvek entre otros. Esto con el fin de dejar referencia de que estos elementos e insumos son hechos de plástico y sus derivados los cuales son utilizados a diario por las instituciones hospitalarias

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVOS GENERALES

Identificar los efectos ambientales producidos por los principales residuos generados en el área de lavado y desinfección en una central de esterilización hospitalaria según la literatura científica.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los efectos ambientales generados por los productos de plástico o polipropileno utilizados en el área de empaque en una central de esterilización Hospitalaria.
- Identificar los volúmenes de uso de agua que con mayor frecuencia reportan las instituciones hospitalarias.
- Identificar y describir las principales sustancias con potencial contaminante en el agua, secundario al proceso de lavado y desinfección en las centrales de esterilización.

4. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se describirán los diferentes aspectos que se tuvieron en cuenta para profundizar en los procesos de lavado, desinfección y empaque de las centrales de esterilización hospitalaria. Se describe a su vez cuales son los principales efectos ambientales, del consumo y residuos de las aguas y el manejo de biodegradación de los plásticos y sus derivados.

4.1 CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN HOSPITALARIA

En este capítulo se encontrará todo lo relacionado con el área de la central de esterilización y se abordarán temas de acuerdo a la normativa y leyes implementadas en una central de esterilización esto con el fin de brindar la seguridad del paciente y todos los procesos que se manejan como lo son el área de limpieza, desinfección, esterilización, almacenamiento, control, distribución de ropa, instrumental e insumos médico quirúrgicos. Además de su infraestructura, manejo de aire, fluido eléctrico y sistema de agua.

“La Central de Esterilización como centro productor del hospital, está sometida a diferentes normas y leyes, que garantizan la seguridad de los pacientes y la calidad de la atención sanitaria” (17). Según la resolución 2183 de 2004, “se determinan los lineamientos para diferentes procesos como: la limpieza, preparación, desinfección, almacenamiento, control, distribución de ropas, instrumental y material médico quirúrgico que requiere desinfección o esterilización” (18). “Una de las funciones principales de esta área es garantizar la seguridad y efectividad del

proceso de esterilización, mediante el control de la calidad de los procedimientos y la validación de procesos. Otros elementos a introducir son la trazabilidad, la gestión y análisis de efectos adversos por productos de la central” (19).

4.1.1 Infraestructura en una central de esterilización

Las centrales de esterilización cuentan con los siguientes ambientes y áreas señalizadas unidireccionales y de circulación restringida. “Según el manual de buenas prácticas de esterilización (Resolución 02183 de 2004) nos describe la central de esterilización como un área física exclusiva y de circulación restringida y debe estar ubicada de manera estratégica para atender los diferentes servicios de la institución, especialmente quirófanos y sala de partos” (18).

“Según el manual de buenas prácticas de esterilización dentro del diseño se deben tener en cuenta los siguientes aspectos” (18):

- “Los pisos deben ser construidos con materiales que resisten el lavado y la aplicación diaria de agentes químicos de limpieza; la utilización de alfombras o tapetes en las áreas de trabajo no es recomendada” (18).
- “Los cielos rasos de las áreas de trabajo deben ser de superficie plana, suave, sin porosidad; los tubos y otras instalaciones colgantes de los techos de las áreas de trabajo deben estar cubiertas por cielo rasos. Un cielo raso con instalaciones de techo

adecuadamente ocultas, limita la condensación, la acumulación de polvo y otras posibles fuentes de contaminación” (18).

- “La provisión de electricidad y las condiciones de iluminación, temperatura, humedad y ventilación deben ser tales que no influyan de manera negativa, directa o indirecta, en los elementos durante su esterilización y almacenamiento, en el funcionamiento apropiado de los equipos, la salud y seguridad del personal. Todas las áreas de trabajo deben tener una temperatura controlada entre 18 y 22°C y humedad relativa controlada entre 35 y 70%” (18).
- “Todas las cañerías y otros artefactos de servicios deben marcarse debidamente, y cuando se trate de gases y líquidos debe prestarse especial atención a que se empleen conexiones o adaptadores que no sean intercambiables entre sí. La cañería fija debe tener carteles que indiquen su contenido, y si es posible, la dirección del flujo” (18).
- “Las instalaciones deben ser diseñadas y equipadas de tal forma que ofrezcan la máxima protección contra el ingreso de insectos y animales” (18).
- “La separación de áreas "limpias" y de áreas "sucias", limita la contaminación ambiental, por ende, la biocarga de los objetos que deben ser esterilizados” (18).

“Son necesarios estos controles, ya que, todo material que se recibe en central de esterilización es contaminado, por lo tanto: el control de temperatura y de humedad relativa minimiza el riesgo de aparición de nuevos microorganismos; al igual que en el recambio de aire disminuye el nivel de saturación de microorganismos en el ambiente, evita la contaminación de los materiales y minimiza el riesgo de inhalación de material biológico para los operativos” (18).

4.1.2 Sistema de agua

“Debe estar ubicada muy cerca de los puntos de uso. En relación con la calidad microbiológica del agua debe cumplirse con los niveles de exigencia establecidos por los organismos de salud. El agua utilizada en el esterilizador debe especificar y verificar que no contamine el producto si se aplica” (20).

4.1.3 Áreas de la central de esterilización.

- **Área de limpieza y descontaminación (área sucia):**

“En esa área se realiza todo el proceso de lavado y desinfección de los equipos e insumos para la reducción de su carga microbiana y el material orgánico que este pueda traer de los procesos quirúrgicos en salas de cirugía o de otras áreas hospitalarias que requieran de este equipo médico quirúrgico” (18).

Los requisitos de infraestructura mínimos de esta área son fundamentales para no alterar el flujo de aire que se maneja en la

Central de esterilización; por ello esta debe estar separada por una barrera física debido a la necesidad de evitar el transporte de aerosoles, micro gotas y partículas de polvo a otras áreas de la institución prestadora de salud; también debe contar con un corredor al exterior con fácil acceso. “En cuanto a los pisos, techo y paredes deben tener ciertas características en su material de construcción para que pueda soportar todo tipo de limpieza y condiciones de humedad” (18).

El monitoreo de la efectividad de los procesos de limpieza de dispositivos médicos es altamente recomendado, garantizando un entorno para la preparación, montaje y empaquetado de dispositivos médicos y el manejo limpio de los artículos esterilizados es crucial para lograr el objetivo de dispositivos médicos seguros (21).

“Debe contar con presión de aire negativa con respecto a las áreas adyacentes. Debe poseer un extractor de aire funcionando permanentemente mientras se trabaja en el área (a razón de 10 cambios La humedad relativa ambiente debe ser de entre el 35-50%)” (20).

- **Desinfección:** teniendo en cuenta el manual de buenas prácticas, este se puede definir como el “proceso físico o químico que extermina o destruye la mayoría de los microorganismos patógenos y no patógenos, pero rara vez elimina las esporas. Por esto los objetos que se van a desinfectar, se les debe evaluar previamente el nivel de desinfección que requieren para lograr destruir los

microorganismos que contaminan los elementos” (21). “La desinfección se emplea cuando se tratan los instrumentos de uso médico, utensilios, lencería, paredes y pisos de las habitaciones de los enfermos, etc., con el propósito de evitar una posible infección” (22).

“Para realizar este proceso se usan agentes químicos (desinfectantes) o procesos físicos como el calor” (22). “El término sanitización usualmente se refiere al proceso empleado para reducir el contenido de microorganismos viables remanentes en una superficie limpia” (23). “En la industria se emplea este término cuando se tratan, con agentes químicos o físicos, las áreas de producción y los equipos empleados en la elaboración de productos, con el propósito de reducir el contenido microbiano hasta niveles bajos” (21).

Y a su vez estos desinfectantes se pueden encontrar en subcategorías para cada uno de sus usos:

- **Desinfectante de alto nivel:** “Destruye todos los microorganismos, con la excepción de las esporas. Algunos desinfectantes de alto nivel pueden aniquilar un gran número de esporas resistentes en extremas condiciones de prueba, pero el proceso requiere hasta 24 horas de exposición al desinfectante” (18).

- **Desinfectante de nivel intermedio:** "Inhibe generalmente, y en condiciones muy controladas destruye las bacterias tuberculosas, elimina a la mayoría de las bacterias vegetativas (dependiendo de la biocarga), a la mayoría de los hongos (fundamentalmente los levaduriformes) y a la mayoría de los virus, pero no necesariamente a las esporas bacterianas" (18).

- **Desinfectante de bajo nivel:** "Es aquella que solo es activa frente a virus lipídicos de tamaño medio, bacterias en forma vegetativas y hongos. Puede inhibir o destruir (generalmente) a la mayoría de las bacterias en su estado vegetativo, algunos hongos y virus. Este procedimiento es poco confiable si se desconoce la biocarga o el riesgo" (18).

Teniendo en cuenta que uno de los desinfectantes químicos que más se evidencia en la literatura que puede producir un cambio en el medio ambiente es el glutaraldehído

"Los aldehídos (glutaraldehído) son compuestos intermedios entre los alcoholes y ácidos. Derivados de los alcoholes primarios por oxidación y eliminación de átomos de hidrógeno y adición de átomos de oxígeno. En la siguiente tabla se describen las principales propiedades de este desinfectante" (24).

Tabla 1. Propiedades del Glutaraldehído.

	GLUTARALDEHIDO
Composición Química	C ₅ H ₈ O ₂
Peso Molecular	100,12
Descripción	Solución incolora o casi incolora, de olor picante.
Densidad	1.055 – 1065 g/ml
pH	7,5-8,5
Solubilidad	Soluble en agua

Fuente: Ávila L, Castillo L; Caracterización de los efectos en los trabajadores de la salud por exposición al glutaraldehído. Revisión narrativa. Bogotá, 2014

- **Área de empaquetamiento, preparación y esterilización del material:**

“En esta área ingresarán los objetos completamente limpios y secos. Aquí, el instrumental y los equipos son revisados para velar por su limpieza, integridad y funcionalidad. El tránsito de las personas será estrictamente controlado, y solo el personal adecuadamente vestido ingresará al área. Los dispositivos médicos, las cajas de instrumentos, la ropa, etc. Son preparados para el proceso de esterilización” (21).

A continuación, se describe los tipos de empaques utilizados para el almacenamiento de instrumental quirúrgico el cual debe tener unas características especiales y además debe incluir protocolos para el manejo adecuado de estos y el condicionamiento de un buen empaque para implementarse en el proceso ideal.

Por ende, se cuenta con ciertas indicaciones básicas las cuales se explican a continuación una de ellas es la fecha de vencimiento, “el

viraje del indicador químico y la compatibilidad con el método para esterilizar ideal el cual se va a emplear en el proceso” (25).

- Bolsa auto sellante
- Papel grado médico
- Papel crepado
- Polipropileno y policarbonatos
- Poliamida
- Tyvek
- “Cajas o envases metálicos con tapa hermética” (25).
- “Cajas organizadoras metálicas con perforaciones” (25).
- “Cajas organizadoras metálicas con filtro” (25).
- “Cajas plásticas con perforaciones y termo resistentes” (25).
- “Cajas organizadoras plásticas con filtro y termo resistentes” (25).
- “Frascos de vidrio con tapa hermética” (25).
- “Frascos y tubos de vidrio con tapón de gasa y papel” (25).

“Estos tipos de empaques mencionados cada uno son utilizados en un proceso de esterilización específico los cuales son” (24).:

- Calor húmedo
- Calor seco
- Óxido de etileno
- Formaldehído
- Plasma peróxido de hidrógeno

“Importante también contar con una buena capacitación por parte del personal para empacar todo el instrumental quirúrgico ya que con una

buena técnica de empaque va a garantizar una buena esterilización y además de ello el ahorro en el gasto de material de empaque lo cual beneficia directamente al hospital en cuanto al tema costo-beneficio e indirectamente al ambiente al disminuir el gasto de los diferentes tipos de empaque existentes” (25).

- **Área de almacenamiento (área estéril):**

“En el área de almacenado del material estéril ingresará únicamente el equipo o instrumental estéril, envuelto, para ser colocado en estantes abiertos o armarios cerrados. Esta área debe ser ventilada con al menos 2 cambios de aire por hora, con una temperatura entre 18°C-25°C, y una humedad relativa ambiente entre 35-50%. Todos los paquetes estériles deben ser almacenados a una distancia mínima de 30 centímetros del piso. El tránsito de las personas está prohibido, y solo el personal autorizado y adecuadamente vestido ingresará al área” (21).

4.1.4 Uso del agua en la central de esterilización

“Teniendo en cuenta que el agua es un recurso que se puede considerar como renovable solo si se controla de manera cuidadosa en su uso, circulación y tratamiento. La calidad biológica del agua está dada por diferentes microorganismos, bacterias, virus, protozoos, algas y demás, las cuales producen compuestos de olor y sabor, en cuanto a la calidad físico-química una de las calidades más importantes es la dureza la cual

viene determinada por contenidos de cloruros, sulfatos, bicarbonatos, carbonatos” (3).

Tabla.2 Dureza del agua e interpretación

Dureza como CaCO₃	Interpretación
0 - 75	Agua suave
75 - 150	Agua poco dura
150 - 300	Agua dura
>300	Agua muy dura

“El agua potable, de consumo humano, el límite máximo permisible es de 300 mg/L” (2).

“Para el tratamiento en la calidad Físico-Químico se da por medio de la Descalcificación el cual está formado por un depósito que contiene una resina de intercambio catiónico, y un depósito de sal para su regeneración. O por la Ósmosis inversa la cual consiste en quitar las sales y la materia orgánica disuelta en el agua mediante una membrana permeable” (26).

A partir de esto la calidad requerida para “el lavado en las centrales de esterilización cuenta con parámetros que gobierna la termo-desinfección que han sido definidos en el estándar EN-ISO 15883, publicada en 2006, teniendo en cuenta, la norma se puede definir como, el proceso de extracción de la suciedad y de los agentes contaminantes adheridos sobre las superficies, hendiduras y juntas de los instrumentos mediante la acción mecánica de un fluido, con la adición o no de agentes químicos, en las fases en que estos sean necesarios” (27).

“Por ello la importancia de la calidad del agua en un adecuado lavado está en que la suciedad sea disuelta o que sea suspendida en el agua, para permitir la extracción de los residuos; cuando existen concentraciones elevadas de sustancias minerales, como Cal, se producen manchas de agua, en el instrumental quirúrgico” (27).

La disposición que se maneja en el momento de las aguas desechadas por las centrales de esterilización son ineficientes, la mayoría de insumos que llegan a la central para el proceso de lavado y desinfección contienen diferentes residuos de material biológico o medicamentoso, según un artículo de opinión publicado en el 2011 por La Nación “las aguas negras de estos centros se reporta la presencia de antibióticos, cistostáticos, anestésicos, desinfectantes, IMC (medios de contraste a base de yodo), mercurio, platino, estrógenos, antiepilépticos, carbamazepina, etc. Además, bacterias que cuentan con varios factores de virulencia y cepas resistentes a diferentes antibióticos (12); una de las mayores preocupaciones a nivel global es el agua potable ya que presenta un desafío para la salud ambiental, más de mil millones de personas no tienen acceso a un suministro de agua potable “mejorado”, al tiempo que muchas más beben agua que está seriamente contaminada” (15).

4.2 IMPACTO AMBIENTAL

Es la acción generada por el individuo dada de manera directa e indirecta lo que causa modificaciones en el sistema. “Las acciones de las personas sobre el medio ambiente siempre provocarán efectos colaterales sobre éste. La preocupación por los impactos ambientales abarca varios tipos de acciones, como la contaminación de los mares con petróleo, los

desechos de la energía radioactiva, las enfermedades que se pueden propagar por los residuos generados en los hospitales o sus similares” (23). Según la OMS “la eliminación de los desechos sanitarios no tratados en los vertederos puede conducir a la contaminación del agua potable, superficial y subterránea, si dichos vertederos no están contruidos correctamente” (22).

“La incineración de desechos se ha practicado ampliamente, pero la incineración inadecuada o de materiales no debidos da como resultado la liberación de contaminantes al aire y la generación de residuos de cenizas” (22).

“Las alternativas a la incineración como autoclave, microondas, tratamiento de vapor integrado con mezcla interna, que minimizan la formación y liberación de químicos o emisiones peligrosas deben ser consideradas en entornos donde hay recursos suficientes para operar y mantener dichos sistemas y eliminar los desechos tratados. Solo los incineradores modernos que operan a 850-1100 ° C y equipados con un equipo especial de limpieza de gas pueden cumplir con las normas internacionales de emisión de dioxinas y furanos” (22).

4.2.1 Plásticos

“Inicialmente la creación de los polímeros era algo muy remoto ya que se veía como algo imposible o muy lejano de alcanzar y producir” (28). “El hombre descubrió polímeros naturales los cuales son el ámbar, el hasta natural, la goma laca y la gutapercha esto fueron los primeros polímeros los cuales iban a hacer un cambio para la humanidad inigualable” (28).

“Después de ello surge el estireno luego el poliestireno y finalmente el poliéster. Al transcurrir del tiempo la química revolucionó dando creación a los plásticos sintéticos modernos para la época. Los primeros productos que se fabricaron con este tipo de plástico fueron carcasas de teléfonos y de radios, ceniceros y artículos de escritorio” (28). Como dato relevante se descubre “en 1.928 nuevos polímeros como las poliamidas el cual es denominado nylon. Después aparecen otros como el teflón y su revolución dada de las mezclas de químicos en la cual reducían cada vez más el tiempo de preparación y producción” (28).

“Durante la segunda guerra mundial surgen nuevos polímeros como lo es el polipropileno también Bayer descubre los poliuretanos. En 1.953 aparece el polietileno como otro gran descubrimiento de polímeros” (28).

“Cabe resaltar la importancia de los plásticos ya que a raíz de esto se han generado miles de productos los cuales han aportado a la simplicidad de las tareas y trabajos, pero esto con una consecuencia grave la cual es su gran contaminación e impacto directo que ocasiona al ambiente al tardar tanto tiempo en degradarse” (28)

4.2.2 Contenedores

En este capítulo se describe la participación de los contenedores en la problemática del medio ambiente, para ello es necesario conocer, la función que estos desempeñan, el material del que está compuestos, como también describir los principales factores responsables de la gran cantidad de volumen desechada de estos residuos sólidos.

Principales materiales utilizados para contenedores o embalajes: estos materiales se encuentran divididos en 6 categorías donde se hará una breve descripción del uso de cada uno:

- Metales: "Para empacar alimentos, el acero y el aluminio son los metales más utilizados" (29).
- Vidrio: las botellas y frascos para alimentos, bebidas
- Papel y Cartón: "estos son producido con materiales celulósicos, de grandes variedades" (29).
- Plásticos: "está compuesto por seis resinas (de un total de más de 50 que hay en el mercado) representan aproximadamente el 95% de los plásticos usados para envases, contenedores y embalajes, tanto en presentación rígida como flexible" (29).
 - PET: Polietilen Tereftalato
 - PEAD: poli-clorurode vinilo
 - PEBD: Polietileno de baja densidad
 - PP: polietileno
 - PS: Poliestireno

Funciones de los contenedores o embalajes: la función principal de un buen contenedor está en:

- Mantener las propiedades nutricionales y sensoriales de los productos
- Reducir las pérdidas del producto
- Protegerlo contra la descomposición
- Disminuir el costo de distribución e incrementar la eficiencia en el manejo, transporte y almacenamiento
- Reducir los posibles impactos negativos del producto sobre el medio ambiente.

En cuanto a los problemas ambientales “es necesario que estos contenedores protejan el contenido de los mismos para efectos colaterales, desde el lugar y tiempo de consumo o uso” (29). “La interacción del producto con el entorno podría tener como consecuencia la ruptura, la contaminación, la descomposición, la oxidación, la adquisición o pérdida de humedad, el robo y muchos otros daños más de tipo mecánico, químico o biológico” (29).

Cadena De Envasado: “Para la producción de estos productos es necesario tener en cuenta diferentes factores para un resultado final óptimo tanto para el consumidor como para el ambiente; por ello es necesario considerar los diferentes requerimientos de energía de ambos sistemas, desde la extracción y procesamiento de las materias primas, la manufactura de las botellas, el llenado y la distribución de las mismas” (29). “El objetivo que las industrias tienen en el momento de la cadena de envasado se concentra en la disminución de recursos naturales no renovables, en que produzca el menor o que no produzca ningún tipo de contaminación al agua, aire y suelo, que no produzca una contribución negativa al calentamiento global, que el consumo de energía sea el menor

posible y que la presión sobre los sistemas de gestión de los desechos sólidos sea mínima” (29).

“Las industrias en el momento de realizar estudios de impacto ambiental también llamados eco balances, analizan el ciclo de vida de estos contenedores, realizando las condiciones particulares de una determinada ciudad la cual pueda aportar información objetiva para establecer los impactos ambientales que causan los diferentes sistemas” (29).

Volumen de producción y Disposición: “Uno de los aspectos importantes a tener en cuenta para el medio ambiente es la cantidad de materiales utilizados” (28). “Desafortunadamente en muy pocos países se conocen los tonelajes precisos de producción” (28). “De acuerdo con un análisis de la industria americana de plástico el 32.5% de los plásticos utilizados fue de PRBD, 30.6% de PEAD, 10.6% de PS, 10.0% PP, 7.02% de PET, 4.8% PVC y 4.1% fue de diversos polímeros” (29).

4.2.3 Contaminación del Agua.

“El agua es uno de los recursos fundamentales para la vida en la tierra, siendo el componente básico de los ciclos ecológicos” (30). “La cuestión de la disponibilidad de agua para el consumo humano en el mundo, es un tema que hoy provoca discusión, aunque existe unanimidad en cuanto a la necesidad de su gestión y racionalización” (30). “El vertiginoso crecimiento de las actividades humanas, acompañado por el crecimiento poblacional, por el consumo para la producción de bienes y por la

contaminación generada, ha comprometido la disponibilidad de ese recurso" (30).

"Los recursos hídricos se enfrentan a una multitud de amenazas graves, todas ellas originadas principalmente por las actividades humanas, como la contaminación, el cambio climático, el crecimiento urbano y cambios en el paisaje como la deforestación" (31). "Cada una de ellas tienen un impacto específico, por lo general directamente sobre los ecosistemas y, a su vez, sobre los recursos hídricos" (31).

"Actualmente, en muchas áreas del planeta no se cumplen las pautas sostenibles para el desarrollo y uso del recurso hídrico" (32). "La creciente demanda del recurso, así como la reducción de los caudales en ríos con sus graves consecuencias para usuarios y ecosistemas, la sobreexplotación de acuíferos a tasas superiores a la reposición natural, los problemas de contaminación y degradación de la calidad de las aguas, las dificultades de acceso al recurso para satisfacer necesidades básicas de un alto porcentaje de la población, son desafíos que demandan con urgencia estrategias que permitan resolver las numerosas tareas pendientes en cuanto a la utilización de los recursos hídricos" (32).

"La contaminación puede dañar los recursos hídricos y los ecosistemas acuáticos. Los principales contaminantes son, por ejemplo, la materia orgánica y los organismos patógenos contenidos en las aguas residuales, los fertilizantes y pesticidas procedentes de las tierras agrícolas, la lluvia ácida provocada por la contaminación del aire, y los metales pesados liberados por las actividades mineras e industriales" (33).

4.2.3.1 Principales sustancias contaminantes del recurso hídrico:

“Los contaminantes de recurso hídrico en las diferentes industrias provienen de diferentes compuestos, los cuales se pueden dividir en 8 categorías que fueron descritas en una revisión narrativa realizado en Colombia en el año 2014” (24):

- **Nutrientes vegetales inorgánicos:** “Nitratos y fosfatos son sustancias solubles en agua que las plantas necesitan para su desarrollo, si se encuentran en altas cantidades inducen el crecimiento desmesurado de algas y otros organismos provocando la eutrofización de las aguas. Cuando estas algas y otros vegetales mueren, al ser descompuestos por los microorganismos, se agota el oxígeno y se hace imposible la vida de otros seres vivos” (24).
- **Compuestos orgánicos:** “Muchas moléculas orgánicas como petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes, detergentes, etc. Acaban en el agua y permanecen, en algunos casos, largos períodos de tiempo, al ser productos fabricados por el hombre, tienen estructuras moleculares complejas difíciles de degradar por los microorganismos” (24).
- **Sedimentos y materiales suspendidos:** “Muchas partículas arrancadas del suelo y arrastradas a las aguas, junto con otros materiales que hay en suspensión en las aguas, son, en términos de masa total, la mayor fuente de contaminación del agua. La turbidez que provocan en el agua dificulta la vida de algunos organismos, y los sedimentos que se van acumulando destruyen sitios de alimentación, obstruyendo canales, ríos y puertos” (24).

- **Sustancias radiactivas:** "Isótopos radiactivos solubles pueden estar presentes en el agua permitiendo en ocasiones, acumularse en las cadenas tróficas, alcanzando concentraciones considerablemente más altas en algunos tejidos vivos" (24).
- **Contaminación térmica:** "El agua caliente liberada por centrales de energía o procesos industriales eleva, en ocasiones, la temperatura de ríos o embalses con lo que disminuye su capacidad de contener oxígeno y afecta la vida de los organismos" (24).
- **Microorganismos Patógenos:** "Son los diferentes tipos de bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades como el cólera, tifus, gastroenteritis, diversas hepatitis, etc. En los países en vías de desarrollo las enfermedades producidas por estos patógenos son uno de los motivos más importantes de muerte prematura" (24).
- **Desechos orgánicos:** "Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, animales, etc. Incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos con consumo de oxígeno" (24).
- **Sustancias químicas inorgánicas:** "En este grupo están incluidos ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo. Si se encuentran en cantidades altas pueden causar graves daños a los seres vivos, disminuir los rendimientos agrícolas y corroer los equipos que se usan para trabajar con el agua" (24).

4.2.3.2 Principales contaminantes de agua en hospitales

“En cuanto a los contaminantes que se encuentran principalmente en las aguas residuales de las instituciones hospitalarias debido a las diferentes actividades de los servicios que prestan, (Residuos de laboratorio, actividades de investigación...), por ello es que uno de las principales problemáticas es provocado por los efluentes hospitalarios los cuales son descargados en las alcantarillas urbanas” (23). “La contaminación generada a los cuerpos de agua causada por un mal tratamiento a la hora de su disposición final genera alertas por los efectos adversos que estos pueden producir al medio ambiente” (23).

Tabla.3 Principales contaminantes del agua hospitalaria.

Grupo	Definición	Sustancia
Fármacos parcialmente consumidos, vencidos, deteriorados, alterados y/o Excedentes	Son aquellos medicamentos vencidos, deteriorados, alterados y/o excedentes de las sustancias que han sido empleadas en cualquier tipo de procedimiento. Dentro de estos se encuentran los residuos producidos en laboratorios farmacéuticos que no cumplen los estándares de calidad y sus empaques o por productores de insumos médicos.	Todo tipo de fármaco vencido.
Citotóxicos	Son los excedentes de fármacos provenientes de tratamientos oncológicos y elementos utilizados en su aplicación.	Jeringas, guantes, frascos, batas, bolsas de papel absorbentes y demás material usado en la aplicación del fármaco
Metales pesados	Son cualquier objeto, elemento o restos de éstos	estaño, vanadio, zinc, mercurio

	Plomo, cromo, cadmio, antimonio, bario, níquel, 35 en desuso, contaminados o que contengan metales pesados.	
Reactivos	Son aquellos que por sí solos y en condiciones normales, al mezclarse o al entrar en contacto con otros elementos, compuestos, sustancias o residuos, generan gases, vapores, humos tóxicos, explosión o reaccionan térmicamente, colocando en riesgo la salud humana o el medio ambiente.	Formaldehído, Glutaraldehído, Soluciones de peróxido, Soluciones de hipoclorito.

Fuente: Ávila L, Castillo L; Caracterización de los efectos en los trabajadores de la salud por exposición al glutaraldehído. Revisión narrativa. Bogotá, 2014

4.3 MARCO LEGAL

4.3.1 Residuos hospitalarios

“Son aquellos residuos producidos por el generador con alguna de las siguientes características infecciosas combustibles inflamables entre otras los cuales pueden causar daño a la salud humana o al medio ambiente” (5).

“Todos los servicios que se prestan en los centros hospitalarios tienen como objetivo proteger, restaurar la salud y salvar vidas” (5). Pero, todos los desechos y subproductos que se generan en los mismos, “según la OMS el 85% son residuos generales no peligrosos comparables a los desechos domésticos, y el 15% restante se considera material peligroso que puede ser infeccioso, químico o radioactivo” (12).

4.3.2 Decreto 351 del 2014

“Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en la atención en salud y otras actividades” (5).

“El ámbito de aplicación de este decreto hace referencia a las disposiciones establecidas que aplican a las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas que generen, identifiquen, separen, empaquen, recolecten, transporten, almacenen, aprovechen, traten o dispongan finalmente los residuos generados en desarrollo de las actividades” (5).

4.3.2.1 Clasificación de los residuos: “Los residuos generados en la atención en salud y otras actividades de qué trata el presente decreto se clasifican en” (5).

- **Residuos no peligrosos:** “Son aquellos producidos por el generador en desarrollo de su actividad, que no presentan ninguna de las características de peligrosidad establecidas en la normativa vigente” (5).
- **Residuos o desechos peligrosos con riesgo biológico o infeccioso:** “un residuo o desecho con riesgo biológico o infeccioso se considera peligroso, cuando contiene agentes patógenos como microorganismos y otros agentes con suficiente virulencia y concentración como para causar enfermedades en los seres humanos o en los animales; Los residuos o desechos peligrosos con riesgo biológico o infeccioso se sub clasifican en” (5):

- **Biosanitarios:** “son todos aquellos elementos o instrumentos utilizados y descartados durante la ejecución de las actividades señaladas en el artículo 2 de este decreto que tienen contacto con fluidos corporales de alto riesgo, tales como: gasas, apósitos, aplicadores, algodones, drenes, vendajes, mechas, guantes, bolsas para transfusiones sanguíneas, catéteres, sondas, sistemas cerrados y abiertos de drenajes, medios de cultivo o cualquier otro elemento desechable que la tecnología médica introduzca” (5)

- **Anatomopatológicos:** “Son aquellos residuos como partes del cuerpo, muestras de órganos, tejidos o líquidos humanos, generados con ocasión de la realización de necropsias, procedimientos médicos, remoción quirúrgica, análisis de patología, toma de biopsias o como resultado de la obtención de muestras biológicas para análisis químico, microbiológico, citológico o histológico” (5).

- **Corto-punzantes:** “Son aquellos que por sus características punzantes o cortantes pueden ocasionar un accidente, entre estos se encuentran: limas, lancetas, cuchillas, agujas, restos de ampollitas, pipetas, hojas de bisturí, vidrio o material de laboratorio como tubos capilares, de ensayo, tubos para toma de muestra, láminas portaobjetos y laminillas cubreobjetos, aplicadores, cito cepillos, cristalería entera o rota, entre otros” (5).

- **De animales:** "Son aquellos residuos provenientes de animales de experimentación, inoculados con microorganismos patógenos o de animales portadores de enfermedades infectocontagiosas. Se incluyen en esta categoría los decomisos no aprovechables generados en las plantas de beneficio" (5).
- **Residuos o desechos radiactivos:** "Se entiende por residuo o desecho radiactivo aquellos que contienen radio nucleídos en concentraciones o con actividades mayores que los niveles de dispensa establecidos por la autoridad reguladora o que están contaminados con ellos" (5).
- **Otros residuos o desechos peligrosos:** "Los demás residuos de carácter peligroso que presenten características de corrosividad, explosividad, reactividad, toxicidad e inflamabilidad generados en la atención en salud y en otras actividades, de acuerdo con lo establecido en la normatividad vigente" (5).

NOTA: "Todo residuo generado en la atención en salud y otras actividades, que haya estado en contacto o mezclado con residuos o desechos con riesgo biológico o infeccioso que genere dudas en su clasificación, incluyendo restos de alimentos parcialmente consumidos o sin consumir, material desechable, entre otros, que han tenido contacto con pacientes considerados potencialmente infectantes o generadas en áreas de aislamiento deberán ser gestionados como residuos peligrosos" (5).

4.3.3 Decreto 2676 del 2000 (diciembre 22)

“Este decreto tiene por objeto reglamentar ambiental y sanitariamente, la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares que son generados ya sea por personas naturales o jurídicas que presten el servicio de salud ya sea a humanos, animales o aquellas entidades o personas que generen, identifiquen, separen, desactiven, empaquen, recolecten, transporten, almacenen, manejen, aprovechen, recuperen, transformen, traten y/o dispongan finalmente los residuos hospitalarios y similares en desarrollo de las actividades, manejo e instalaciones relacionadas” (6).

4.3.2 Clasificación de los residuos hospitalarios y similares

“Según la resolución 1164 de 2002 Por la cual se adopta el Manual de Procedimientos para la Gestión Integral de los residuos hospitalarios y similares, se pueden clasificar los residuos hospitalarios en 2 grandes grupos; los Residuos peligrosos y los no peligrosos” (34).

4.3.3 Residuos no peligrosos: “Son aquellos originados por el generador en cualquier lugar y en desarrollo de su actividad, que no presentan ningún riesgo para la salud humana” (34).

Los residuos no peligrosos se clasifican en:

- **Biodegradables:** “Son aquellos restos químicos o naturales que se descomponen fácilmente en el ambiente. Entre estos restos se encuentran los vegetales, residuos alimenticios, y detergentes

biodegradables, madera entre otros residuos que puedan ser transformados fácilmente en materia orgánica” (6).

- **Reciclables:** “Son aquellos que no se descomponen fácilmente y pueden volver a ser utilizados en procesos productivos como materia prima. Entre estos se encuentran: papel, plástico, chatarra y telas” (6).
- **Inertes:** “Son aquellos que no permiten su descomposición, ni su transformación en materia prima y su degradación natural requiere grandes períodos de tiempo. Entre estos se encuentran: el icopor y los plásticos” (6).
- **Ordinarios:** “Son aquellos generados en el desempeño normal de las actividades. Estos residuos se producen en oficinas, pasillos, entre otros” (6).

4.3.4 Residuos químicos: “Son los restos de sustancias químicas los cuales, dependiendo de su concentración y tiempo de exposición pueden causar la muerte, lesiones graves o efectos adversos a la salud y al medio ambiente” (35).

“Por ello los Residuos peligrosos biológico-infecciosos en los países desarrollados tienen diferentes aspectos en este tema tale como el centro de control de enfermedades de Atlanta CDC, La agencia para el control ambiental EPA, El grupo de trabajo para el tratamiento de los residuos hospitalarios MWTA” (35). “La definición de residuo infeccioso dada por

estas instituciones es aquella que puede producir alguna enfermedad infecciosa generando una baja visión de los residuos generados en hospitales” (35).

4.3.6 Residuos radiactivos: “Son las sustancias emisoras de energía predecible y continúa en forma alfa, beta o de fotones, cuya interacción con la materia, puede dar lugar a la emisión de rayos x y neutrones” (35).

“Debido a la alta cantidad de microorganismos dañinos que puede afectar a los pacientes, trabajadores de los centros de salud y la comunidad en general produciendo cierta resistencia hacia el sistema inmunológico, otros riesgos asociados a la atención en salud son: las lesiones causadas por objetos corto punzantes, exposición tóxica de productos farmacéuticos como antibióticos y fármacos Citotóxicos como el mercurio o dioxinas que son liberados en el medio ambiente circundante; también una de las más frecuentes son las quemaduras químicas producidas en las actividades de esterilización, desinfección o tratamientos de desechos” (35).

4.4 RED GLOBAL DE HOSPITALES VERDES Y SALUDABLES

Debido a los diferentes cambios climáticos negativos que se han presentado en el planeta por la contaminación y los diferentes factores que contribuyen a su aceleración se lanzó en octubre de 2011 “un marco integral de salud ambiental para hospitales y sistemas de salud, el cual tiene como objetivo promover la sostenibilidad y salud ambiental del sector salud fortaleciendo los sistemas de salud a nivel mundial” (37).

Una de las maneras para combatir y disminuir el impacto ambiental según Sandra Rojas en su artículo “Hospitales Reformando al Mundo Verde es con actividades como el reciclaje de basuras, el manejo de los residuos hospitalarios en forma apropiada, el fomento de la biodiversidad, la iniciación de hospitales y terrazas buscan proteger el medio ambiente, disminuir los riesgos de la salud de las personas y, por ende, la prevención de la enfermedad , cumpliendo de esta manera con los 17 Objetivos para el Desarrollo Sostenible (ODS), dentro de los cuales se cuenta: erradicar la pobreza, combatir la desigualdad, promover la prosperidad, el saneamiento, el consumo de agua limpia y disminuir la contaminación, entre otros, con el propósito de contribuir a la protección del medio ambiente” (38).

“En caso de no existir una norma específica para validación de los sistemas de esterilización, se tomará como referencia la norma ISO 14937, El agente esterilizante, los controles del sistema, la instalación, el impacto ambiental y seguridad del operador y el paciente y todo otro aspecto contemplado por la norma” (39).

“En Colombia se cuenta con una red de Hospitales que integran este marco a beneficio del ambiente, empleados y pacientes; tales como el hospital San Vicente Fundación en Medellín; Hospital de Suba, Hospital de San Cristóbal, Hospital de Tunjuelito, Hospital Pablo VI en Bosa y Hospital la Victoria. Cada uno de ellos implementando estrategias como las que describe La Alcaldía Mayor de Bogotá en el año 2014” (40).

Hospital de Suba

- **Calentador solar de agua:** “se redujo el consumo de gas a cero, gracias a la implementación de la tecnología de calentador de panel solar” (40).
- **Sanitario ecológico:** “el Hospital de Suba solo utilizaba sanitarios tradicionales de fluxómetro. Un sanitario ecológico utiliza 1.0 litro por descarga, solo se requieren 90 litros diarios por sanitario, permitiendo la reducción de 450 litros/día de agua” (40).
- **Orinal Seco:** “su instalación generó un ahorro de 630 litros diarios de agua potable. Con ambas tecnologías se generó un ahorro total de 1.080 litros/día” (40).

Hospital San Cristóbal

- “En los meses comprendidos entre diciembre de 2013 y febrero de 2014 se disminuyó en 29% el consumo de agua, debido a la sustitución del 95% de los inodoros tradicionales del hospital” (40).

Hospital Tunjuelito

- “Se sistematizó el área de RAYOS X, permitiendo la eliminación del uso de líquidos reveladores y fijadores. Ahora los usuarios pueden obtener su radiografía en CD o en físico, también las imágenes diagnósticas pueden ser consultadas mediante las redes internas del hospital” (40).

Hospital Pablo VI Bosa

- “Este Hospital viene reemplazando progresivamente el uso de amalgamas por resinas en los procesos odontológicos, llegando a 62% en el primer trimestre de 2014. A su vez, eliminó el uso de termómetros de mercurio por termómetros digitales” (40).

Hospital La Victoria

- “El hospital implementó una huerta urbana con la que realiza terapia ocupacional a 40 pacientes de salud mental, quienes han sido capacitados en labores agroecológicas. Esta iniciativa ha permitido la cosecha, en promedio, de 15 productos al mes que sirven de alimento para los pacientes que participan” (40).

“Cada uno de estos Hospitales o instituciones prestadoras de salud desarrolla acciones en recursos como agua, energía, residuos, áreas verdes e infraestructuras y sustancias químicas contribuyendo a un desarrollo social sostenible que favorece el medio ambiente” (40).

“Hospitales Verdes Bogotá, iniciativa de Bogotá Humana y liderada por la Secretaria Distrital de Salud que tiene como fin mejorar la gestión ambiental en la Red Pública Distrital y así disminuir los impactos negativos sobre el ambiente y la población, este programa desarrolla diferentes acciones en la intervención de agua, energía, residuos, sustancias químicas e infraestructuras para así contribuir en la transformación de la

Red Pública Distrital a hospitales verdes y saludables” (40). “Con esta iniciativa se han logrado identificar diferentes acciones como los avances, logros y retos de este programa los cuales han sido publicados en 4 boletines virtuales, para el 2012 el programa identificó que en Bogotá D.C los prestadores de servicio de salud generaron más de 43 millones de kilogramos en residuos hospitalarios de los cuales un 40,4% son residuos peligrosos y el 59,66 son residuos no peligrosos” (40).

5. METODOLOGÍA

El siguiente documento se le puede otorgar el nombre de trabajo de investigación puesto que incluye como objetivo la reunión de diferentes documentos para hallar la información adecuada y poder brindarle al lector conocimientos más concretos.

5.1. Tipo y Diseño General del estudio

Este trabajo de investigación es una revisión narrativa; la cual busca encontrar y recuperar toda la información adecuada que nos puedan dar respuesta a la pregunta de investigación, utilizando diferentes bases de datos suscritas y no suscritas con la ayuda de operadores booleanos para facilitar la recolección de la búsqueda para presentar de manera más detallada la información investigada; dentro de las cuales se realizó la revisión de ciertos componentes como lo son: (Cantidad de agua, contenedores de plástico, Consumo de agua, entre otros).

5.2 Criterios de inclusión de población

Los criterios de inclusión tomados en esta investigación fueron

- **Año:** no mayor a diez años
- **Idioma:** Inglés-Español aunque en algunos casos se tomaron en cuenta artículos en idioma portugués
- Filtro de los artículos en humanos (para descartar los resultados en animales).
- También se tuvieron en cuenta para la selección de artículos las diferentes variables como: el uso de productos plásticos, cantidad

de agua y principales contaminantes del agua en las instituciones hospitalarias, para dar respuesta al objetivo general.

- Se incluirán todos los tipos de artículos.

5.3 Criterios de exclusión: impacto ambiental relacionado con la salud, Esterilización en humanos, Central de esterilización industrial.

5.4 Procedimiento para la recolección de información

5.4.1 Selección de palabras clave

Las palabras clave fueron tomadas de las bases de datos brindadas por la biblioteca Juan Roa Vásquez, y adicionalmente de otras fuentes como “el ministerio de salud y protección social y la OMS”, ya que se realizó la estrategia en bola de nieve, por medio de búsquedas en bases de datos teniendo en cuenta las palabras clave de los artículos encontrados para encontrar el algoritmo adecuado que involucra directamente en los objetivos.

A su vez se tuvieron en cuenta para la identificación de palabras clave por medio de los objetivos el uso de los tesauros MeSH (Medical Subject Headings) Y DeCS (Descriptores en Ciencias de la Salud) para la indexación de artículos.

5.4.2 Bases de datos

Para la selección de los diferentes artículos se consideraron bases de datos de acceso libre y suscrito.

-**PubMed**: "Comprende más de 28 millones de citas de literatura biomédica de MEDLINE, revistas de ciencias de la vida y libros en línea. Las citas pueden incluir enlaces a contenido de texto completo de PubMed Central y los sitios web de los editores" (41).

-**Science Direct**: "es el mayor compendio de artículos por suscripción que puede encontrarse en Internet. Science Direct ofrece a los suscriptores acceso en línea al contenido de más de 1.700 publicaciones científicas, técnicas y biomédicas" (42).

-**Lilacs**: "Es el más importante y abarcador índice de la literatura científica y técnica en Salud de América Latina y de Caribe. Desde hace 32 años contribuye al aumento de la visibilidad, del acceso y de la calidad de la información en la Región" (43).

-**SciELO**: "Es una base de datos suscrita, una biblioteca electrónica conformada por una red iberoamericana de colecciones de revistas científicas en texto completo y con acceso abierto, libre y gratuito. Creada para desarrollo de una metodología modelo para la preparación, almacenamiento, disseminación y publicación científica en soporte electrónico" (44).

5.4.3 Selección de artículos

Cumplieron los criterios de inclusión los artículos de tipo de estudio descriptivo.

5.4.4 Instrumento

Se desarrolló una matriz que permite describir la revisión de la literatura respondiendo a cada una de las preguntas problema, objetivos y las variables de búsqueda con base en las palabras clave identificadas.

Tabla 4. Matriz revisión de artículos científicos.

Autor y año	Título	Objetivo	Metodología	Resultados	Análisis

5.5 Variables Principales

Impacto ambiental, agua, residuos de polipropileno, productos de plástico, central de esterilización, volumen de agua.

5.6 Estrategia de Búsqueda: (Uso de los operadores booleanos AND, OR NOT)

- environment impact and water contaminants
- plastic containers and water contaminants
- environment impact and plastic containers
- environment impact and hospitals
- plastic containers and hospitals
- water contaminants and hospitals
- "central supply hospital" and Waterwaste
- Hospitals and water management and Wastewater management
- waste water and hospitals and disinfection

5.7 Filtros de búsqueda

El filtro que se utilizó en esta búsqueda fue:

- Humanos
- Idioma: inglés, español y portugués
- Área hospitalaria –Central de esterilización

5.8 Tipos de publicaciones

Los tipos de publicaciones que se utilizaron para la búsqueda fueron (Artículos, guías).

5.9 Análisis

Se realiza un análisis de tipo descriptivo en el cual se utilizaron diferentes métodos e instrumentos para la organización y análisis de la información recaudada, en tablas en Excel 2013.

7. RESULTADOS

Con base en la información recolectada se plasman los resultados encontrados en los diferentes artículos, para la búsqueda de estos artículos se tuvieron en cuenta diferentes criterios, todos descritos en el capítulo de metodología, principalmente con un enfoque hacia Centrales de Esterilización (CE), específicamente en dos áreas de esta (Lavado y empaque), pero debido a que el número de artículos encontrados en las diferentes bases de datos fue escasa se decidió ampliar la investigación a un nivel más general como lo es los hospitales, sin perder el enfoque de central de esterilización , por ello es que se mantuvieron los objetivos propuestos, a raíz de esto se manejaron tres variables concretas.

7.1 Descripción de Artículos encontrados

Teniendo en cuenta los objetivos y preguntas problema, se realizó una búsqueda de literatura científica respecto a los efectos ambientales que pueden provocar los productos utilizados en los procesos de las centrales de esterilización hospitalaria; al aplicar los criterios de inclusión y exclusión descritos en el capítulo de metodología se encontraron un total de 11 artículos. (Fig.1), de los cuales el 54.5% (6 artículos) hacían referencia a los productos plásticos, el 9.1% (1 artículo) trata el tema de volumen de agua utilizado en hospitales y el restante (4 artículos) sobre los principales contaminantes del agua producido por hospitales y centrales de esterilización.

Figura 1. Flujograma de la selección de artículos

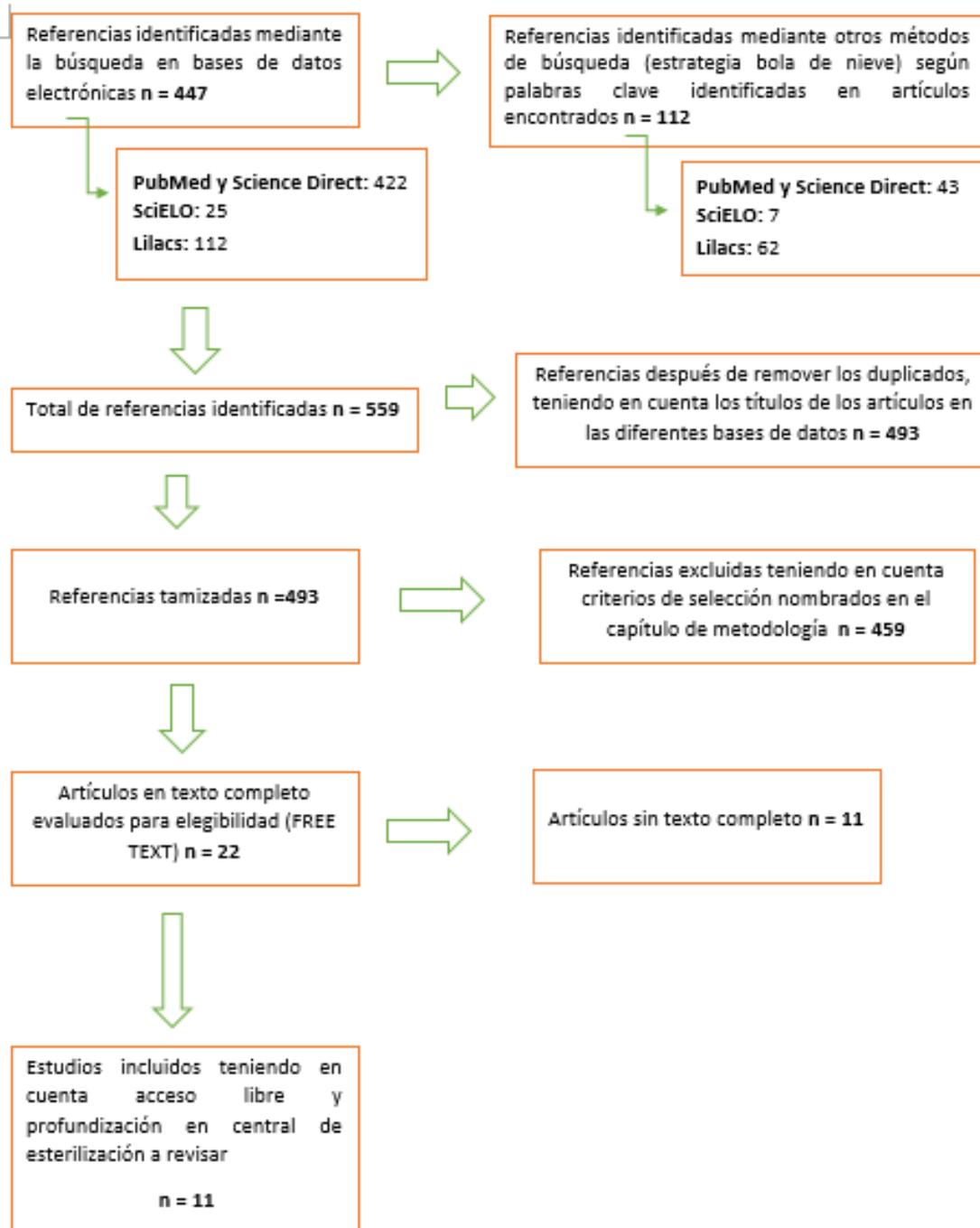


Tabla 5. Descripción de artículos

No.	Autor/País/Año	Plástico	Volumen de agua	Contaminantes
1	Yong et al/Corea del Sur/2005.	X		
2	McDermott et al/ Estados unidos/2010	X		
3	Castillo et al/ Colombia/ 2013	X		
4	Sobia M et al/ China/2014	X		
5	Ramos Ascue et al/Perú/2017	X		
6	Wyssusek KH et al/Australia/2019	X		
7	Massachusetts Water Resources Authority/Estados Unidos/1995		X	
8	Larissa et al/no identificado/2005			X
9	Evens et al / Francia/ 2005			X
10	Pereira et al/Portugal/2014			X
11	Zotesso et al/ Brasil/2017			X

7.2 Efecto ambiental de los residuos generados por los productos de plásticos en hospitales

Con base en la información encontrada del uso de plásticos, se pudieron analizar un total de seis artículos identificados en las diferentes bases de datos descritas en el capítulo de Metodología.

7.2.1 Efectos y consecuencias ambientales derivadas del uso de productos plásticos:

Los artículos analizados permitieron una aproximación indirecta a las consecuencias generadas por el uso de plásticos en las Centrales de Esterilización de Instituciones hospitalarias:

En relación al efecto de los productos plásticos y sus componentes en el ambiente, es necesario anotar que los productos plásticos son ampliamente utilizados por las Instituciones hospitalarias, particularmente un estudio realizado en Corea del sur en el año 2005 refiere que "Los desechos plásticos médicos incluyen aquellos asociados con los objetos cortantes (por ejemplo, jeringas), bolsas IV, contenedores de solución IV, bolsas de sangre, Tubos, guantes / artículos de laboratorio, y empaques médicos. Algunos de los materiales (por ejemplo, bolsas IV, contenedores de solución IV y bolsas de sangre)" (49). "Los cuales son manufacturados a partir de PVC, precursor de dioxinas y furanos en el proceso de disposición final" (49).

"Particularmente se infiere que las Centrales de Esterilización aportan productos en los diferentes procesos que se realizan en las diferentes áreas, específicamente en el área de empaque en donde se utilizan diferentes envolvederas constituidas principalmente de plásticos o sus derivados como por ejemplo: las telas no tejidas las cuales son derivadas de la poliolefina (un tipo de plástico) el cual se derrite a altas temperatura, se moldea en fibras y se lamina a presión para dar forma a la tela; también encontramos las bolsas de papel, las cuales están constituidas por películas de plástico, las cuales tienen polipropileno con un grosor de

1-3 milímetros (Tyvek sin recubrimiento, más folio de poliéster y polietileno), las bolsas mixtas las cuales se constituyen por una capa de papel y una capa de película plástica, que por lo general es de poliéster polipropileno transparente; en cuanto a los contenedores rígidos, la mayoría de estos están constituidos por acero inoxidable, plásticos y combinaciones de plásticos y acero inoxidable" (18).

"Según un estudio realizado en Australia en el año 2019" (54), "el área de quirófanos tiene el potencial de producir hasta 2300 kg de residuos por año. La mayoría de quirófanos los desechos provienen de suministros quirúrgicos desechables, equipo de protección personal, cortinas y envoltorios de plástico" (54). "Dado que prácticamente todo debe ser estéril, casi todos los suministros y equipos están sellados en material desechable, envolturas de polipropileno, bandejas de plástico rígido para embalaje, u otro Material de embalaje" (54).

7.2.1.2 Cantidad de plásticos utilizados en las instituciones hospitalarias

En relación al uso de plásticos utilizados en las diferentes instituciones hospitalarias, teniendo en cuenta que es uno de los productos más empleados para las diferentes áreas y en sus diferentes procesos, según un estudio realizado en estados unidos en el año 2010 se logró identificar que "Los Hospitales en los Estados Unidos generan Más de 6600 toneladas de basura al día y aproximadamente el 85% de los residuos son residuos sólidos como alimentos, cartón, y plástico" (50).

Por ello una de las mayores preocupaciones se encuentran el uso excesivo que se tiene de estos productos, en Colombia un estudio realizado por la universidad Pontificia Bolivariana destacó que los plásticos son uno de los productos más utilizados y que a su vez son los que menos en cuenta se tienen para su reciclaje “Con respecto a las botellas PET, el plástico, el poliestireno expandido y los metales, no se observa un cambio representativo en los porcentajes de generación a lo largo del tiempo” (46). “En donde la generación de residuos de plástico y polietileno por (kg/día) desde el 2011 al 2013 es de: 2011 (18,96%), 2012 (38,45%) y 2013 (42,43%)” (51).

En relación con las Centrales de esterilización siendo esta el área principal exactamente en el área de empaque descrita anteriormente en donde se encuentran todos los insumos que posteriormente serán utilizados en los pacientes, el uso de plásticos se ve implicado indirectamente en gran cantidad.

Según la revisión literaria, no se tiene un porcentaje exacto del consumo de plásticos en esta área, pero a raíz de esto se pudo identificar un porcentaje total de consumo en las instituciones hospitalarias más exacto en cuanto a plásticos y sus derivados.

En un estudio realizado en Australia se logró identificar que los residuos producidos por los quirófanos siendo este el principal cliente de las centrales de esterilización, ya que todos los insumos, accesorios e instrumental son dados a esta área por la CE, dio como resultado que “De los residuos generales, el 40% fue papel / cartón, el 58% plásticos y 2% aluminio y vidrio (54). La mayoría de papel y cartón. Fue descartado sin

ser transferido a contenedores de reciclaje. De reciclables plásticos, 40% era polietileno, 21% polipropileno, 10% polipropileno / polietileno copolímeros, 23% cloruro de polivinilo (PVC)” (54).

Para consolidar lo anteriormente dicho en cuanto a la gran cantidad de uso de plásticos en los hospitales en un estudio que se realizó en Pekín (china) los usos del plástico por día se producen “297 kilogramos de desechos médicos los cuales comprenden plásticos en un 71.0% y en 2.5% desechos plásticos que mezclan desechos médicos plásticos para un total de 73.5%, por lo tanto, el 10% de estos residuos generados por la muestra se consideran infecciosos” (52).

“La preocupación se deriva al momento de su disposición final ya que es necesario contar con personal calificado para este proceso” (53).

7.2.1.3. En relación a los procesos de disposición final de productos plásticos:

Los Hospitales cuentan con un área de sostenibilidad y medio ambiente en donde se ven reguladas las diferentes áreas en cuanto a la generación de residuos, la composición de estos, la segregación y la eliminación de los desechos médicos.

En corea del sur en el año 2015 se realizó un estudio en donde el método preferido de los hospitales para la eliminación de desechos es la incineración, pero que a su vez es de gran preocupación ya que si no se maneja de la manera correcta estos procesos pueden provocar la liberación de Dioxinas y furanos que afectan el aire, las cuales son

liberadas por productos con compuestos de PVC en este caso plásticos, por ello "la preocupación por las emisiones de dioxinas al aire está impulsando Algunos esfuerzos para reducir el uso de materiales de PVC en medicina" (49). En estados Unidos en el año 2010 teniendo en cuenta que la mayoría de los residuos hospitalarios pueden ser infecciosos "La Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. Ha identificado la incineración de desechos médicos como una fuente importante de desechos ambientales. Contaminación por dioxinas, mercurio, otras sustancias tóxicas y partículas. Ya que la dioxina es un carcinógeno humano conocido y el mercurio es una potente neurotoxina"(50).

Por ello la importancia del personal idóneo para estas actividades, se debe tener en cuenta que las empresas encargadas de la recolección de estos desechos deben tener medidas de aseguramiento que no permitan un daño a la salud humana ni al ambiente, en Perú en el año 2017 se realizó un estudio en una empresa en donde "se identificaron 77 peligros a los que se exponen los trabajadores de la empresa. A esto se le adiciona que se produjeron 25 toneladas de residuos en el proceso de extracción de materias primas y fabricación del producto, la peletización del plástico que también presenta un alto índice con un porcentaje de 31% y la aglomeración de plástico con un 23% además de la recolección y transporte de residuos sólidos con un 15%" (53).

En relación a el área de Central de Esterilización, se tiene una clasificación por colores de canecas que permiten la amortiguación de los desechos infecciosos y no infecciosos en donde las canecas rojas se utilizan para los productos infecciosos y las verdes o grises dependiendo de la institución se utilice para los productos reciclables , para que al momento

de la disposición final de estos residuos sea de la manera más adecuada y no interfiera en la salud humana ni en el medio ambiente (60).

Tabla 6. Descripción de los efectos ambientales producidos por productos plásticos.

Autor/País/año	Tipo de Estudio	Población o muestra	Cantidad	Disposición Final
Yong et al/Corea del Sur/2005. ⁴⁹	Revisión de la literatura	4 hospitales de Corea del sur	Entre el año 1996 al 1997 hubo un incremento de plástico del 8,8%, 2,9%, 6598 toneladas en 1996.	Incineración
McDermott et al/ Estados Unidos/2010. ⁵⁰	Revisión de la literatura	Áreas de un hospital en Estados Unidos	Los hospitales en Estados Unidos generan más 6600 toneladas de desechos al día de los cuales el 85% se refieren a residuos sólidos como los plásticos y cartón	Incineración
Castillo et al/ Colombia/ 2013. ⁵¹	Descriptivo	Áreas específicas de mayor consumo de desechos	La generación de residuos de plástico y polietileno por (kg/día) desde el 2011 al 2013 es de: 2011 (18,96%), 2012 (38,45%) y	No identificada

			2013 (42,43%) dando evidencia de su incremento	
Sobia M et al/ China/2014. ⁵²	Estudio de casos	Hospital de Lahore en Pakistán/ China	Los desechos por día del hospital es 297 kilogramos los cuales comprenden plásticos en un 71.0% y en 2.5% desechos plásticos que mezclan desechos médicos plásticos para un total de 73.5%, por lo tanto el 10% de estos residuos generados por la muestra se consideran infecciosos	Incineración
Ramos Ascue et al/Perú/2017. ⁵³	Descriptivo	Empresa recolectora de desechos plásticos en Perú	El uso de plástico presenta un alto índice del 31%, la aglomeración de plástico con un 23% identificando un total de 77 peligros que pueden presentar los trabajadores que manejan estos residuos.	No identificado

Wyssusek KH et al/Australia/2019 .54	Revisión de la literatura.	Área de quirófanos en un hospital de Australia	Los Quirófanos producen 2300kg de residuos por año de los cuales, los reciclables de plástico, 40% era polietileno, 21% polipropileno, 10% copolímeros y 23% cloruro de polivinilo productor de dioxinas al aire.	Incineración
---	----------------------------	--	---	--------------

7.3 CANTIDAD DE AGUA UTILIZADA EN LOS HOSPITALES.

El uso de agua en las instituciones hospitalarias es uno de los más grandes recursos que se necesitan para la producción en sus diferentes áreas, cabe resaltar que el agua es un recurso renovable, pero teniendo en cuenta su adecuado manejo. “En el área de central de esterilización exactamente en el área de lavado y desinfección el tipo de agua que se debe utilizar un sistema de destilado o desmineralizado del agua para el lavado del instrumental” (21).

En cuanto al uso del agua, la información encontrada fue muy escasa en cuanto al enfoque de Central de Esterilización por ello se analizó un artículo que refiere:

El uso de agua dependiendo el área hospitalaria varía en la cantidad de pacientes que se encuentren ingresados en el momento, “en 1995 en uno de los centros más grandes de atención médica e investigación de Boston se llevó a cabo un estudio de caso del uso de agua, debido a que los costos de agua y alcantarillado se elevaron por ello fue necesario una reestructuración de los hospitales, para así implementar medidas innovadoras para el ahorro de agua” (55).

En cuanto a la muestra se tuvo en cuenta las diferentes áreas de los Hospitales en Norwood de Massachusetts en donde se dividió el muestreo por las instalaciones como con una capacidad de 138 camas, admisiones de pacientes ingresados de 5.100 a 11.600 por año y un consumo de agua anual que varía de 15 a 67.2 millones de galones; en donde “los procesos médicos con un 14% de gasto de agua, el área de lavandería con un 5%, cafetería 9%, calefacción y aire acondicionado de manera sencilla 23%, atención sanitaria 42% y otro servicios con el 9% de consumo” (55).

“En donde el gasto aproximado de agua que genera un hospital es de 40 a 350 galones aproximadamente por día y anualmente con un aproximado de 15 a 67.2 millones de galones esto varía de acuerdo al flujo de pacientes, número de camas y pacientes ingresados” (55). Igualmente, estos valores son dados de acuerdo al uso de agua con mayor frecuencia de las instituciones prestadoras de servicios de salud.

Figura 2. Índice de valores del uso de agua por área

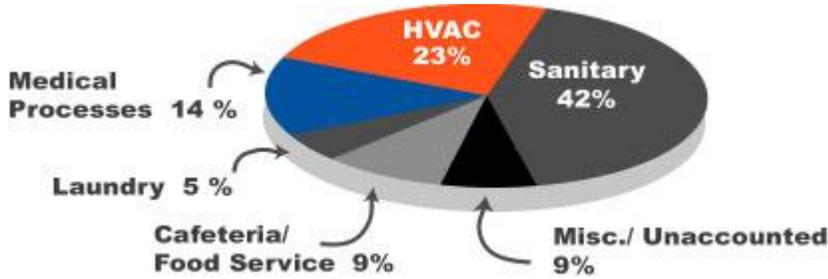


Tabla 7. Cantidad de agua utilizada en los hospitales.

Autor/País/año	Tipo de Estudio	Población o muestra	Cantidad
Massachusetts Water Resources Authority/Estados Unidos/1995. ⁵⁵	Estudio de casos	Hospitales en Norwood de Massachusetts	consumo de agua anual que varía de 15 a 67.2 millones de galones

7.4 PRINCIPALES SUSTANCIAS CON POTENCIAL CONTAMINANTE EN EL AGUA DE LOS HOSPITALES

Los efluentes provenientes de las instituciones hospitalarias, es uno de los destinos del recurso hídrico que causan una gran preocupación no solo en el medio ambiente sino también en la salud de los humanos, los hospitales según la variante anterior utilizan una cantidad determinada de agua en sus procesos.

De acuerdo a la información encontrada, la mayoría de contaminantes hacen parte de la categoría de medicamentos, tales como los antibióticos y los analgésicos, una de las características que cabe resaltar es el

tratamiento que se le da a estos efluentes en su disposición final, ya que si no se hace de la manera adecuada puede traer problemas tanto para la salud de los seres vivos como en el medio ambiente es las poblaciones aledañas específicamente.

Ya que en central de esterilización no se hace uso de medicamentos esta información no se tomó en cuenta para su análisis, sino aquellos que tuvieran un aporte indirecto y directo con la Central de esterilización, específicamente el área de lavado y desinfección por ello se tuvieron en cuenta cuatro artículos a analizar.

En relación a los principales contaminantes del agua producto de las centrales de esterilización específicamente en el área de lavado y desinfección se logró analizar que, “según un estudio realizado en el año 2005 en Francia sobre el destino del glutaraldehído en las aguas residuales del hospital y los efectos combinados del glutaraldehído y los surfactantes en organismos acuáticos dando evidencia que los componentes principales de los detergentes, se usan ampliamente en los hospitales para eliminar los organismos patógenos que causan enfermedades infecciosas nosocomiales” (57).

“Después de su uso, desinfectantes y surfactantes llegan juntos a la red de aguas residuales, que causa la contaminación de los recursos hídricos y constituye un riesgo ecológico para los organismos acuáticos, dando como resultado que el glutaraldehído es altamente tóxico para los organismos acuáticos” (57).

“Teniendo en cuenta que el glutaraldehído es un desinfectante de alto nivel utilizado en el área de central de esterilización, específicamente en el área de lavado y desinfección se tomó en cuenta su análisis ya que no solo es considerado como una sustancia tóxica” (58). “Según un estudio realizado en el año 2005 el glutaraldehído también se emplea en la extracción de petróleo en la costa y procesamiento de plantas de celulosa ya que se ha propuesto como un candidato para tratar el agua de lastre de los buques, lo que podría resultar en un aumento sustancial en la liberación ambiental” (58).

A raíz de esta investigación en el año 2017 en Portugal se realizó un estudio para evaluar los niveles de toxicidad del glutaraldehído en los cuerpos de agua dando evidencia que “El Glutaraldehído es moderadamente tóxica para los organismos acuáticos con valores de toxicidad que van desde 3,6 mg / L hasta 31,3 mg / L para las especies analizadas. Además, el glutaraldehído tenía un efecto biocida similar en los organismos, que parecía ser independiente del nivel trófico, aunque los micro crustáceos mostraron ser ligeramente más sensibles” (59).

Por ello es que es necesario que el tratamiento de estas aguas residuales sea el adecuado, para que en el momento de su vertimiento en el alcantarillado sea el indicado para el ambiente y los humanos.

Según un estudio realizado en Brasil en el año 2017 en donde utilizaron “para el tratamiento de los efluentes hospitalarios exactamente en el área de lavandería una planta de UV / H₂O₂, la cual indicó que el pH inicial no tuvo un efecto significativo en la eliminación de la DQO (Demanda química

de oxígeno), y el proceso se vio favorecido por el aumento en la relación [H₂O₂] / DQO” (60).

“El color y la turbidez se redujeron satisfactoriamente después de la aplicación del tratamiento previo fisicoquímico y la DQO se eliminó completamente mediante el proceso UV / H₂O₂ en condiciones adecuadas” (60). “Los resultados de este estudio muestran que el AOP (Procesos de oxidación avanzada) UV / H₂O₂ es un candidato prometedor para el tratamiento de aguas residuales de la lavandería hospitalaria y debe explorarse para permitir la reutilización de las aguas residuales en el proceso de lavado” (59).

Es necesario aclarar que no se encontraron fuentes exactas sobre el área de central de esterilización, pero si fuentes que indirectamente nos sirvieron como indicadores para dar respuesta a las variables.

Tabla 8. Principales sustancias con potencial contaminante en la disposición del agua de los hospitales.

Autor/País/año	Tipo de Estudio	Población o muestra	Efecto ambiental en cuerpos de agua
Larissa et al/no identificado/2005. ⁵⁷	Descriptivo	tres cuerpos de agua -Pseudokirchneriella subcapitata -el alga verde, <i>P. subcapitata</i> - <i>Ceriodaphnia dubia</i>	El glutaraldehído se emplea en la extracción de petróleo en la costa y procesamiento de plantas de celulosa ya que se ha propuesto como un candidato para

			tratar el agua de lastre de los buques, lo que podría resultar en un aumento sustancial en la liberación ambiental.
Evens et al / Francia/ 2005. ⁵⁸	Descriptivo	Se utilizaron 3 mezclas químicas sobre <i>Daphnia</i> aniónica, catiónica y surfactantes no iónicos al doble de su concentración micelar críticas	el glutaraldehído es altamente tóxico para los organismos acuáticos, teniendo en cuenta la cantidad del producto que llega a los cuerpos de agua
Pereira et al/Portugal/2014. ⁵⁹	Estudio experimental	embriones de <i>Danio rerio</i> y adultos	El Glutaraldehído es moderadamente tóxica para los organismos acuáticos con valores de toxicidad que van desde 3,6 mg / L hasta 31,3 mg / L para las especies analizadas. Además, el glutaraldehído tenía un efecto biocida similar en los organismos, que parecía ser independiente del nivel trófico, aunque los microcrustáceos mostraron ser ligeramente más sensibles
Zotesso et al/ Brasil/2017. ⁶⁰	Estudio experimental	lavandería hospitalaria	El UV / H ₂ O ₂ es un candidato prometedor para el tratamiento de aguas residuales de la lavandería hospitalaria y debe

			explorarse para permitir la reutilización de las aguas residuales en el proceso de lavado
--	--	--	---

8. DISCUSIÓN

En el presente estudio, se analizaron los residuos generados por los plásticos y los potenciales contaminantes en aguas, así como su volumen.

De las cuales la información que se buscaba al respecto de cada una era muy escasa, sin embargo, esta investigación sirve como una herramienta que permite a los futuros estudios relacionados con el tema avanzar y crear nuevas alternativas para su investigación.

“Según las normativas regionales en el decreto 351 del 2014 Colombia afirma que el plástico es un residuo no peligroso, ya que no le causa ningún daño al medio ambiente o a la salud humana y se encuentra en una subcategoría de residuos para reciclar debido a su largo periodo de degradación” (5).

“Lo cual en comparación con la investigación realizada, se puede determinar que al ser unos de los productos más utilizados en las instituciones hospitalarias superando porcentajes mayores del 50% por institución” (45) , “es considerado un riesgo ambiental ya que la mayoría de estos productos son utilizados para tratar a los pacientes y por ello tiene un alto contacto con otros productos como: agentes esterilizantes, desinfectantes, secreciones, medicamentos y entre otros compuestos” (5), que evitan que puedan ser procesados como residuos no peligrosos; una de las alternativas según la investigación realizada “es la incineración, que permite una reducción de estos residuos” (45).

Pero una de las mayores preocupaciones que se evidenciaron son los compuestos del plástico PVC ya que si no nos tratados de una manera adecuada pueden “liberar dioxinas y furanos al medio ambiente provocando una contaminación en el aire” (46).

En las centrales de esterilización específicamente el uso de plásticos y polipropileno se encuentra en el área de empaque, ya que la mayoría de estos tienen un compuesto plástico o de polipropileno, los cuales van a ser sometidos a una esterilización, y por ende a un agente esterilizante, “para después ser distribuidos a las diferentes áreas del hospital” (18).

Por lo tanto en la revisión que se realizó con respecto al uso de plástico en los hospitales y en la investigación realizada sobre el manejo de desechos sólidos se comprobó que es uno de los productos más utilizados en las instituciones (47) y que en caso de no tener un adecuado manejo de estos, no podrán ser reciclados y necesitarán un tratamiento el cual consiste en la incineración , la cual debe ser manejada por personal bien capacitado (49), para evitar contaminantes que afecten el medio ambiente y la salud humana.

En cuanto al uso del agua y los principales contaminantes de esta por los efluentes hospitalarios, según la literatura “los hospitales consumen cuando hay disponibilidad del recurso, el 70% va destinado a la parte de equipos mecánicos hasta el transporte de aguas servidas y el 30% para el consumo humano, bebidas, alimentos, baños y para el lavado de manos” (16), dando evidencia según lo encontrado en la literatura científica que la disponibilidad de agua es considerada de acuerdo a el área y a el número de camas y pacientes que se encuentren por institución ya que la capacidad

y admisión de estos mismos anualmente dan como “total de consumo una cantidad de 5 a 67.2 millones de galones” (51).

Pero debido a la poca información que se pudo recolectar sobre el uso de agua, ya que ninguno especificaba el área de central de esterilización, teniendo en cuenta que en esta el área que más consume en su proceso de lavado y desinfección, por ello es necesario resaltar que no se encuentran fuentes viables que nos permitan conocer el estado del agua en esta área específica de los hospitales.

“A raíz del consumo de agua de los hospitales, al momento de su disposición los vertederos o aguas residuales producidas por los efluentes hospitalarios son una de las mayores preocupaciones por su contaminación a los cuerpos acuáticos, en donde se encuentran productos como Fármacos parcialmente consumidos, vencidos, deteriorados, alterados y/o Excedentes, citotóxicos, metales pesados y reactivos” (55).

Pero debido a que ninguno de estos está relacionado directamente con la central de esterilización, se encontraron solo de la categoría de reactivos en donde encontramos el glutaraldehído, “con respecto al medio ambiente la teoría indica que el glutaraldehído es una sustancia tóxica para los organismos acuáticos” (44).

Por tal razón el mal manejo de este desinfectante y esterilizante en el ámbito hospitalario han generado “contaminación hídrica provocando el desequilibrio del recurso hídrico” (53), pero según lo investigado los efectos que este puede producir se evidencian de acuerdo al nivel de uso del

producto, “ya que en la mayoría de artículos encontrados afirmaban la toxicidad de este en los cuerpos acuáticos” (52).

Este estudio permite tener una información más detallada de la necesidad que se maneja para los estudios sobre los efectos ambientales que producen los hospitales y específicamente el área de Central de Esterilización.

Cabe resaltar que al ser un área representativa del instrumentador quirúrgico es necesario ampliar las investigaciones para facilitar los diferentes aspectos ambientales y económicos del hospital.

9. CONCLUSIÓN

Esta investigación es un estudio tipo Revisión de la literatura sin tener en cuenta un país en específico, sobre los efectos ambientales que es producido por las instituciones hospitalarias, y en el área de Central de Esterilización. Con base en la búsqueda se puede concluir que la información encontrada en las diferentes bases de datos en cuanto a el área de central de esterilización no hay artículos que nos den referencias y datos que nos permitan dar un informe exacto de la situación actual del impacto ambiental producido por esta área y a su vez de los hospitales.

Se determinó el estado actual de la literatura científica en base a las instituciones hospitalarias en general dando un aporte indirecto a las centrales de esterilización, teniendo en cuenta que son los países europeos y asiáticos los pioneros en cuanto a información sobre el ambiente y a raíz de esto se concluyó:

- Es nula la información científica referente al área de Central de esterilización en cuanto al impacto ambiental que esta produce en el área de empaque y lavado y a su vez la información sobre el impacto ambiental producido en los hospitales en general es muy limitada.
- El impacto ambiental producido por los hospitales en cuanto al uso del plástico es el más elevado, determinado por la cantidad de desechos ya que supera más del 50% de los residuos sólidos producidos por las instituciones.
- El plástico es uno de los productos reciclables con periodo de biodegradación mayor a 400 años, y el que menos se puede reciclar

en las instituciones hospitalarias debido al contacto con peligros biológicos, tornándolo un material peligroso por lo que tiene que someterse a procesos de incineración.

- En cuanto al uso del agua, las fuentes viables que se tienen para determinar el volumen de agua utilizado en las diferentes instituciones son escasas y a la vez no son actuales, lo que dificulta saber con exactitud esta información.
- Se pudo determinar los principales contaminantes provocados por los efluentes hospitalarios, dando evidencia que en su mayoría son productos farmacéuticos
- En cuanto a la central de esterilización y sus principales contaminantes en el agua, se pudo determinar que los desinfectantes como el glutaraldehído, son contaminantes tóxicos para los cuerpos de agua, pero, dependiendo de la cantidad de concentración que se encuentre de estos en las aguas residuales

10. RECOMENDACIONES

Universidad El Bosque

- **Facultad de Medicina:**

Brindar un enfoque a nuevas investigaciones que estén relacionadas al impacto ambiental y sostenibilidad que puedan solventar soluciones de esta problemática a las instituciones prestadoras de salud.

- **Programa de Instrumentación Quirúrgica:**

Generar un nuevo campo al área investigativa que permita profundizar en el área de Central de Esterilización, siendo esta el área encargada de los instrumentadores quirúrgicos, permitiendo que las nuevas investigaciones abran nuevas perspectivas para mitigar el impacto ambiental que se produce en esta área, ya que hasta el momento la literatura científica no brinda ningún tipo de información.

- **Instrumentadores quirúrgicos y personal hospitalario:**

Implementar nuevas alternativas y capacitaciones que ayuden a ampliar el conocimiento y la importancia que tiene el impacto ambiental que es producido por los hospitales, teniendo en cuenta soluciones que no solo beneficien el ambiente sino también la salud humana y la economía de los hospitales.

- A los futuros Investigadores que deseen darle continuación a la investigación, visitar la Asociación Colombiana de Esterilización, la cual puede servir como guía y referencia que aporten a una nueva perspectiva para la investigación.

11. BIBLOGRAFIA

- 1.** GUIA PARA LA PRESENTACION DE INVESTIGACIONES Y TRABAJOS DE GRADO. Angela María Gutiérrez Alvarez- Edith Mireya Mora Lozano, Universidad El Bosque (2004).
- 2.** Acosta – Gnass S, Stempliuk V Manual de esterilización para centros de salud Washington D.C: Organización Panamericana de la salud; 2008.
- 3.** Definición de efluente — Definición. De [Internet]. Definición.de. 2019 [Citado 19 Mayo 2019]. Disponible en: <https://definicion.de/efluente/>
- 4.** Minambiente.gov.co. [Online] Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/Atencion_y_participacion_al_ciudadano/Consulta_Publica/TR_Mineria_general_04_08_2014_ANLA.pdf [Consultado 12 Mayo 2019].
- 5.** Decreto 351 de 2014 " Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en la atención en salud y otras actividades " 19 de febrero de 2014- Páginas 1-11.
- 6.** Gestión integral de los residuos hospitalarios y similares Decreto 2676/2000 de 22 de diciembre. Diario Oficial, N° 44275, (29-12-2000).
- 7.** EUFAR. PROTOCOLO - LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN EN LABORATORIO CLINICO. Chía; Clínica Chía; 2014.
- 8.** Masayuki Shima, Biodegradation of plastics. Elsevier 2001; 12(3): 242-247
- 9.** CN Muhonja, G Magoma M Imbuga; Biodegradability of polyethylene by bacteria and fungi from Dandora dumpsite Nairobi-Kenya Kenya, PLoS One. 2018; 13(7).
- 10.** Segura D, Noguez R, Espín G. Contaminación ambiental y bacterias Productoras de plásticos biodegradables: ResearchGate: 2007

- 11.** Ortega Alonso, IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA LIMPIEZA DEL MATERIAL EN ESTERILIZACION. HCU, Zaragoza. 2010
- 12.** Organización mundial de la salud. Desechos de las actividades de Atención sanitaria: OMS; 2015. Serie de Informes Técnicos: 253.
- 13.** La Nación, Aguas residuales de centros médicos. Costa Rica: La Nación; 2011
- 14.** IDEAM, INFORME NACIONAL: Generación y manejo de residuos o desechos peligrosos en Colombia 2012 Instituto de Hidrología. Meteorología y estudios Ambientales 2012
- 15.** Gil MJ, Soto AM, Usma JI, Gutiérrez OD. Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos. Rev. P+L.2012; 7(2): 52-73
- 16.** Red Global de Hospitales Verdes y Saludables. OBJETIVO #5:AGUA; Salud Sin Daño América Latina.2013
- 17.** Acosta – Gnass S, Stempliuk V, Manual de esterilización para centros de salud. Washington D.C Organización Panamericana de la salud 2008.
- 18.** Resolución Número 2183 El ministro de la protección social Por la cual se adopta el manual de buenas prácticas de esterilización para prestadores de servicios de salud Julio 9 Del 2004.
- 19.** Manual de Procedimientos para la Gestión Integral de los residuos hospitalarios y similares. Resolución 01164/2002 de 06 de septiembre. Diario Oficial, N° 45009, (25-08-2002).
- 20.** Criado-Álvarez a JJ, Muro Ceballos I. Normativa y calidad en la central de esterilización. Rev. Calidad Asistencial. 2006; 21(2):110-5.
- 21.** Fuller. Instrumentación Quirúrgica Teoría, técnicas y procedimientos. Ed Med. Panamericana 4ta edición. 2007: 134- 148
- 22.** Organización Mundial de la Salud, Desechos de las actividades de Atención sanitaria. Datos Y Cifras; OMS; 2018.

- 23.** Cortés J. 'Hospitales Verdes' buscan generar menos residuos peligrosos y no peligrosos. Alcaldía Mayor de Bogotá. Bogotá; 2014.
- 24.** Liliana A, Lizeth C. CARACTERIZACION DE LOS EFECTOS EN LOS TRABAJADORES DE LA SALUD POR EXPOSICIÓN AL GLUTARALDEHIDO. (2014).
- 25.** Manual of sterilization for centers of salud [Internet]. Inicc.org 2008. Available from:
<http://www.inicc.org/meia/docs/2008-OPS-Esterilizacion-Castellano.pdf>
- 26.** Ortega MA IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA LIMPIEZA DEL MATERIAL EN ESTERILIZACIÓN. Zaragoza HCU- Lozano Blesa, 2010.
- 27.** International Organization for Standardization ISO 15883-1:2006: Washer-disinfectors --Part 1: General requirements, terms and definitions and tests ISO; 2006
- 28.** García Sergio. REFERENCIAS HISTÓRICAS Y EVOLUCIÓN DE LOS PLÁSTICOS, Valencia. 2009. Available from:
<http://www.ehu.eus/reviberpol/pdf/ENE09/garcia.pdf>
- 29.** Pruss Annette. Safe Management of Waste from Health Care Activities.1999 [Internet]. 2019. Available from:
https://www.researchgate.net/publication/215538135_Safe_Management_of_Waste_from_Health_Care_Activities
- 30.** Azcona AC, Fernández M; Propiedades y funciones biológicas del agua. Madrid (España); UCM: 2012
- 31.** Organización panamericana de la salud. OPS/OMS estima que hay 770 nuevos casos diarios de personas con enfermedades profesionales en las Américas: OPS/OMS.2013
- 32.** Facts on Health and the Environment. Resources Hydrous, level 1; Green Facts: 2006

- 33.** Gestión integral de los residuos generados en la atención en salud y otras actividades. Decreto 351 2014 de 19 de febrero. Diario Oficial, N° 49069, (19-02-2014)
- 34.** Luz, Francisco Xavier Ribeiro da, & amp; Guimarães, C. (1972). Residuos hospitalarios. Revista De Saúde Pública, 6(4), 405-426. Doi: 10.1590/S0034-89101972000400009
- 35.** Valdovinos Nuñez, G.R, (2005). El manejo de los residuos peligrosos biológico -infecciosos (RPBI) en Hospitales de nivel II y III del sector salud en México (Un enfoque sistemático) Instituto Politécnico Nacional.
- 36.** Kreutz, B. E. (2004). Gerenciamento dos resíduos de serviço de saúde: Biossegurança e o controle das infecções hospitalares. Texto; Contexto Enfermagem, 13, 86-93.
- 37.** Salud sin Daño Agenda Global para Hospitales Verdes y Saludables Buenos Aires: Salud sin Daño; 2011.
- 38.** Rojas Criollo, S.M Hospitales reformando al mundo verde Rev. Cienc y ciudad. Colombia. 2016; 13(2): 121-136.
- 39.** International Organization for Standardization. ISO 14937:2009 Sterilization of health care products--General requirements for characterization of a sterilizing agent and the development, validation and routine control of a sterilization process for medical devices ISO: 2009
- 40.** Alcaldía Mayor de Bogotá D.C Boletín Virtual Hospitales Verdes Bogotá # 1. Bogotá: Secretaría de Salud; 2014.
- 41.** PubMed; 2019 may 17 Comprende más de 28 millones de citas de literatura biomédica de MEDLINE, revistas de ciencias de la vida y libros en línea. Las citas pueden incluir enlaces a contenido de texto completo de PubMed Central y los sitios web de los editores: Available from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>
- 42.** Science Direct; 2019 Es el mayor compendio de artículos por suscripción que puede encontrarse en Internet. Science Direct ofrece a

los suscriptores acceso en línea al contenido de más de 1.700 publicaciones

científicas, técnicas y biomédicas. <https://www.sciencedirect.com/>

43. Lilacs; 2019 may 13 Es el más importante y abarcador índice de la literatura científica y técnica en Salud de América Latina y de Caribe. Desde hace 32 años contribuye al aumento de la visibilidad, del acceso y de la calidad

de la información en la Región. <http://lilacs.bvsalud.org/es/>

44. SciELO; Es una base de datos suscrita, una biblioteca electrónica conformada por una red iberoamericana de colecciones de revistas científicas en texto completo y con acceso abierto, libre y gratuito

Creada para desarrollo de una metodología modelo para la preparación, almacenamiento, disseminación y publicación científica en soporte electrónico

<http://www.scielo.org.co/?lng=es>

45. Alcaldía Mayor de Bogotá D.C Hospitales Verdes. Bogotá Secretaría de Salud; 2014.

46. Derechodeautor.gov.co. (2019).[online] Available at: <http://derechodeautor.gov.co/documents/10181/182597/23.pdf/a97b8750-8451-4529-ab87-bb82160dd226> [Accessed 12 May 2019].

48. Invima.gov.co. (2019). - Invima. [Online] Available at: https://www.invima.gov.co/images/pdf/medicamentos/resoluciones/etica_res_8430_1993.pdf decreto 8430 de 1993. [Accessed 12 May 2019].

49. Jang, Y., Lee, C., Yoon, O. and Kim, H. (2006). Medical waste management in Korea. *Journal of Environmental Management*, 80(2), pp.107-115.

50. McDermott-Levy, R. and Fazzini, C. (2010). Identifying the Key Personnel in a nurse-Initiated hospital Waste Reduction Program. *Nursing Administration Quarterly*, 34(4), pp. 306-310.

51. Castillo Meza, L. and Luzardo Briceño, M. (2013). Evaluación del manejo de residuos sólidos en la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga. *REVISTA FACULTAD DE INGENIERIA*, 22(34), p.71.

- 52.** Munir S, Adila Batool S, Nawaz Chaudhry M. Characterization of hospital waste in Lahore, Pakistan. *Chin Med J* 2014; 127(9):1732-1736.
- 53** Ramos Ascue, J. and Baldeón Quispe, W. (2017 Análisis de riesgos de la seguridad e higiene ocupacional durante el manejo de residuos sólidos y reciclaje de plástico polietileno *Producción + Limpia*, 12(1), pp.63-71.
- 54.** Wyssusek, K., Keys, M. And van Zundert, A. (2018 Operating room greening initiatives- the old, the new, and the way forward: A narrative review. *Waste Management and Research*, 37(1), pp.3-19.
- 55.** Water use case study: Norwood Hospital. Massachusetts Water Resources Authority (<http://www.mwra.com/04water/html/bullet1.htm>, accessed 23 April 2009.)
- 56.** Sano, L., Krueger, A. and Landrum, P. (2005). Chronic toxicity of glutaraldehyde: differential sensitivity of three freshwater organisms. *Aquatic Toxicology*, 71(3), pp.283-296.
- 57.** Emmanuel, E., Hanna, K., Bazin, C., Keck, G., Clément, B. and Perrodin, Y. (2005). Fate of glutaraldehyde in hospital wastewater and combined effects of glutaraldehyde and surfactants on aquatic organisms. *Environment International*, 31(3), pp.399-406.
- 58.** Pereira, S., Oliveira, R., Coelho, S., Musso, C., Soares, A., Domingues, I. and Nogueira, A. (2014). From sub cellular to community level: Toxicity of glutaraldehyde to several aquatic organisms. *Science of the total Environment*, 470-471, pp. 147-158.
- 59.** Zotesso, J., Cossich, E., Janeiro, V. and Tavares, C. (2016). Treatment of hospital laundry wastewater by UV/H₂O₂ process. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(7), pp.6278-6287.
- 60.** Khader, Y. (2017). Water, sanitation and hygiene in Jordan's healthcare facilities. *International Journal of Health Care Quality Assurance*, 30(7), pp.645-655.

11. ANEXOS

Tabla 9. Inventario de artículos analizados

No.	Palabras Clave	Algoritmo	Base de datos	Autor	Revista	Año	País	Idioma	Título
1	Solid Waste, Plastics, Hospitals	("hospitals"[MeSH Terms] OR "hospitals"[All Fields]) AND ("solid waste"[MeSH Terms] OR "solid"[All Fields] AND "waste"[All Fields]) OR "solid waste"[All Fields]) AND ("plastics"[MeSH Terms] OR "plastics"[All Fields])	PUBMED	Yong-Chul Jang, Cargro Lee, Oh-Sub Yoon, Hwidong Kim	Elsevier	2005	Korea del Sur	Ingles	Medical waste management in Korea
2	Solid Waste, Plastic, Hospitals	((("hospitals"[MeSH Terms] OR "hospitals"[All Fields]) AND ("solid waste"[MeSH Terms] OR "solid"[All Fields] AND "waste"[All Fields]) OR "solid waste"[All Fields])) AND ("plastics"[MeSH Terms] OR "plastics"[All Fields] OR "plastic"[All Fields])	PUBMED	Wyssusek KH, Keys MT, van Zundert AAJ.	Waste Manag Res.	2019	Australia	Ingles	Operating room greening initiatives - the old, the new, and the way forward: A narrative review.
3	Solid Waste, Plastic, Hospitals	((("hospitals"[MeSH Terms] OR "hospitals"[All Fields]) AND ("solid waste"[MeSH Terms] OR "solid"[All Fields] AND "waste"[All Fields]) OR "solid waste"[All Fields])) AND ("plastics"[MeSH Terms] OR "plastics"[All Fields] OR "plastic"[All Fields])	PUBMED	McDermott-Levy R, Fazzini C.	Nurs Adm Q.	2010	Estados Unidos	Ingles	Identifying the key personnel in a nurse-initiated hospital waste reduction program.
4	Residuos solidos,	*****	SCIELO	Juan Diego Ramos	Producción + Limpia	2017	Perú	Español	Análisis de riesgos de la

	polipropileno , plastico			Ascue, Wilfredo Baldeón Quispe.					seguridad e higiene ocupacional durante el manejo de residuos sólidos y reciclaje de plástico polietileno
5	Residuos sólidos, plástico.	*****	SCIELO	Luis Eduardo Castillo Meza; Marianela Luzardo Briceño.	Revista Facultad de Ingeniería	2013	Colombia	Español	Evaluación del manejo de residuos sólidos en la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga
6	Consumo de agua, volumen de agua, hospitales.	*****			Massachusetts Water Resources Authority	2019	Estados Unidos	Ingles	Water Use Case Study: Norwood Hospital Massachusetts Water Resources Authority
7	Solid Waste, Plastics, Hospitals	("hospitals"[MeSH Terms] OR "hospitals"[All Fields]) AND ("solid waste"[MeSH Terms] OR ("solid"[All Fields] AND "waste"[All Fields]) OR "solid waste"[All Fields]) AND ("plastics"[MeSH Terms] OR "plastics"[All Fields])	PUBMED	Sobia M, Batool SA, Chaudhry MN.	Chinese medical journal	2014	China	Ingles	Characterization of hospital waste in Lahore, Pakistan.

8	contaminants in hospital effluents	contaminants in hospital effluents	Lilacs	Jaqueline Pirão Zotesso & Eneida Sala Cossich & Vanderly Janeiro & Célia Regina Granhen Tavares	Environ Sci Pollut Res	2017	Brasil	Ingles	Treatment of hospital laundry wastewater by UV/H2O2 process
9	Glutaraldehyde Chronic toxicity <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> <i>Ceriodaphnia dubia</i> <i>Oncorhynchus mykiss</i>	*****	Science Direct	Larissa L.Sano, Ann M.Krueger Peter F.Landrum	Elsevier - Aquatic Toxicology	2005	Estados Unidos	Ingles	Chronic toxicity of glutaraldehyde: differential sensitivity of three freshwater organisms
10	Glutaraldehyde Surfactants Bioassays Additive joint action Hospital wastewater	*****	Science Direct	Evens Emmanuel, Khalil Hanna, Christine Bazin, Gérard Keck, Bernard Clément, Yves Perrodin	Elsevier - Environment International	2005	Francia	Ingles	Fate of glutaraldehyde in hospital wastewater and combined effects of glutaraldehyde and surfactants on aquatic organisms

11	Primary producers Primary consumers <i>Danio rerio</i> Biomarkers Species sensitivity distribution Biocides		Science Direct	Susana P.P.Pereira, Rhaul Oliveira, Sónia Coelho, Carolina Musso, Amadeu M.V.M. Soares, Inês Domingues António J.A. Nogueira.	Elsiever - Science of the Total Environment	2014	Portugal	Ingles	From sub cellular to community level: Toxicity of glutaraldehyde to several aquatic organisms
----	---	--	----------------	---	---	------	----------	--------	---