

**PLAN INTEGRAL PARA LA REGULACIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS
LÍQUIDOS ANATOMOPATOLÓGICOS Y QUÍMICOS ASOCIADOS AL SISTEMA
DE GESTIÓN DE VERTIMIENTOS EN UNA INSTITUCIÓN HOSPITALARIA**

ALEXANDER ARANGO ALFARO

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
SECCIONAL BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
SANTANDER, COLOMBIA**

2016

**PLAN INTEGRAL PARA LA REGULACIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS
LÍQUIDOS ANATOMOPATOLÓGICOS Y QUÍMICOS ASOCIADOS AL SISTEMA
DE GESTIÓN DE VERTIMIENTOS EN UNA INSTITUTUCIÓN HOSPITALARIA**

ALEXANDER ARANGO ALFARO

Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Ambiental

Director:

M.Sc. ALVARO ANDRÉS CAJIGAS CERÓN

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
SECCIONAL BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
SANTANDER, COLOMBIA**

2016

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia quisiera agradecer a Dios por darme la oportunidad de estudiar en este renombrado claustro universitario llamado Universidad Pontificia Bolivariana, en donde estoy a punto de cumplir mi sueño de convertirme en Ingeniero Ambiental. Además quisiera agradecer de manera prioritaria a mis padres Héctor Arango Peña y mi señora madre Teodora Antonia Alfaro Badillo quienes jamás desistieron en el apoyo siempre constante que recibí de su parte, Dios lo bendiga. También quisiera agradecer al grupo de profesionales ingenieros que hicieron esto posible entre ellos quiero destacar a mi profesor y director de proyecto de grado Álvaro Cajigas y a las ingenieras Tatiana Castañeda y Juliana Duran cuales me abrieron sus puertas en el instituto empresarial en el cual realice el proyecto de grado, en donde además de buenos momentos adquirí conocimientos a nivel profesional en la rama de gestión ambiental institucional.

Por último y sin dejar atrás a mis hermanos por quienes estoy dispuesto a luchar para conseguir lograr nuestras metas propuestas de acercarnos cada día más como familia en los malos y buenos momentos de la vida. También y de forma apreciable a mis amigos de carrera y en especial a María Fernanda Maldonado, personas quienes estuvieron presentes de manera positiva en cada día en el proceso de convertirnos ingenieros ambientales, esperando de ellos amistad eterna y de mi parte gracias totales por su acompañamiento incondicional.

Por ultimo como siempre ha dicho alguien a quien admiro mucho, “siempre hacia adelante porque para atrás asustan”.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	20
1. OBJETIVOS	22
1.1 OBJETIVO GENERAL	22
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
2. DESCRIPCIÓN INSTITUCIONAL Y VERTIMIENTOS LIQUIDOS	23
2.1. IDENTIFICACIÓN INSTITUCIONAL	23
2.2 COMPONENTE AMBIENTAL EXTERNO DE LA INSTITUCIÓN	24
2.3. COMPONENTE SOCIAL	25
2.4. ÁREAS DE OPERACIÓN Y SERVICIOS DEL INSTITUTO DE SALUD	25
2.5. VERTIMIENTOS LÍQUIDOS DE LA INSTITUCIÓN	26
3. MARCO TEÓRICO	28
3.1. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS	29
3.2. NORMATIVA NACIONAL RELACIONADA AL VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES HOSPITALARIAS	30
3.3 NORMATIVA INTERNACIONAL SOBRE EL MANEJO DE VERTIMIENTOS LÍQUIDOS HOSPITALARIOS	33
3.4. IDENTIFICACIÓN DE LA CARGA QUÍMICA ASOCIADA A LAS AGUAS RESIDUALES	34
3.5. CARGA MICROBIOLÓGICA ASOCIADA A LAS AGUAS RESIDUALES	34
3.6 ENFERMEDADES DE ORIGEN HÍDRICO	35

3.6.1 Enfermedades causadas por bacterias	35
3.6.2 Enfermedades causadas por virus	35
4. METODOLOGÍA	36
4.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS ZONAS INVOLUCRADAS EN EL MANEJO, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA CLÍNICA	36
4.2. FASE 1: IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LOS RIESGOS EN LA ZONA 1.	38
4.2.1. Evaluación cualitativa de los riesgos	38
4.2.2. Índice de Probabilidad de Ocurrencia.	39
4.3. FASE 1: IDENTIFICACIÓN EVALUACIÓN CUANTITATIVA DE LOS RIESGOS EN LA ZONA 2.	39
4.3.1. Análisis cualitativo de riesgos – guía GTC 45.	40
4.3.1.1. Factor de incidencia o exposición (EXP).	40
4.3.1.2. Efecto sobre las personas o consecuencias (CSC)	41
4.3.1.3. Factor de probabilidad (PRB).	41
4.3.1.4. Interpretación grado de peligrosidad (G.PRB).	42
4.3.1.5. Priorización de los riesgos.	42
4.4. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DE LA PTAR	42
4.5. DETERMINACIÓN DE LA CARGA PATOGENICA EN LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO DE LA PTAR	43
4.6. FASE 2: EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LAS ZONAS 1 y 2	43
4.7. FASE 3: FORMULACIÓN DEL PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y RECUPERACIÓN DE LOS RIESGOS ASOCIADOS AL MANEJO DE LAS SUSTANCIAS ANATOMOPATOLÓGICAS Y QUIMICAS	44

5. DISCUSIÓN DE ANÁLISIS Y DE RESULTADOS	46
5.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS PRODUCTORAS DE LOS RESIDUOS LIQUIDOS ANATOMOPATOLÓGICOS Y QUIMICOS	46
5.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS CUARTOS DE VERTIMIENTOS AL INTERIOR DE LA CLÍNICA	49
5.2.1. Cuarto de vertimientos	49
5.2.2. Elementos esenciales de trabajo para los cuartos de vertimiento.	50
5.3. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES	51
5.3.1. Descripción de los procesos de tratamiento de las aguas residuales.	52
5.3.1.1. Fase de pre tratamiento.	52
5.3.1.2. Fase de tratamiento primario.	53
5.3.1.3. Fase de tratamiento secundario.	53
5.3.1.4. Fase de tratamiento terciario.	54
5.4. IDENTIFICACIÓN Y ANALISIS DE LOS RIESGOS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS EFLUENTES LIQUIDOS HOSPITALARIOS	55
5.4.1. Identificación y análisis cualitativo de los riesgos en la zona # 1.	55
5.4.1.1. Análisis y resultados de los riesgos endógenos identificados en la zona # 1.	60
5.4.2 Identificación y análisis cualitativo de los riesgos en la zona # 2.	60
5.4.2.1. Evaluación de riesgos hidráulicos de la zona 2.	61
5.4.2.2. Evaluación de riesgos Operacionales de la zona #2	64
5.4.2.3. Evaluación de riesgos Tecnológicos en la zona #2	66
5.4.2.4. Evaluación de riesgos biológicos en la zona #2	67

5.4.2.5. Evaluación de riesgos exógenos de la planta de tratamiento de aguas residuales (Zona #2)	68
5.4.2.6. Análisis y resultados de los riesgos biológicos identificados en la zona # 2. obtenidos en la valoración de los riesgos.	69
5.5. DETERMINACIÓN DE LA CARGA MICROBIOLÓGICA Y QUIMICA EN LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO DE LA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES PARA EFLUENTES HOSPITALARIOS	70
5.6. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS POR EL VERTIMIENTO DE AGUAS SIN TRATAR SOBRE EL CUERPO HÍDRICO RECEPTOR.	71
5.7. MEDIDAS DE CORRECCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS RIESGOS IDENTIFICADOS	73
5.7.1 Medidas correctivas para la zona # 1.	73
5.7.2 Pre diseño de la PTAR.	76
5.7.2.1 Medidas correctivas de la zona #2.	78
5.8. DETERMINACIÓN DEL PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y RECUPERACIÓN DE RIESGOS PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS LÍQUIDOS DEL INSTITUTO DE SALUD	81
5.8.1 Objetivo general del programa	81
5.8.1.1 Objetivos específicos del programa	81
5.8.2 Cronograma de actividades para los programas de prevención y recuperación de riesgos asociados al manejo, tratamiento y vertimiento de las aguas residuales anatomopatológicas y químicas de la institución de salud	85
5.8.2.1. Programa de Capacitación y Concientización.	85
5.8.2.2. Programa de Control y Mantenimiento de las zonas de manejo del efluente hospitalario.	86
5.8.2.3. Programa de Seguridad y salud en el trabajo	86

5.8.2.4. Programa de Control de amenazas en las zonas involucradas en el manejo del efluente hospitalario.	87
5.8.3. Presupuesto del programa de prevención y recuperación de riesgos.	88
6. CONCLUSIONES	90
7. RECOMENDACIONES	92
BIBLIOGRAFÍA	94
ANEXOS	96
ANEXO A: Formatos de inspección cuartos de vertimientos Y PTAR	96
ANEXO B: Fichas Técnicas	98
ANEXO C: Tablas de chequeo de la vulnerabilidad de la PTAR	100
ANEXO D: Medidas correctivas de los riesgos de la planta de tratamiento de aguas residuales (ZONA #2)	103

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Entorno de la institución	24
Figura 2. Áreas de operación y servicios del instituto de salud	26
Figura 3. Metodología	37
Figura 4. Índice de probabilidad	39
Figura 5. Organización jerárquica para emergencias	45
Figura 6. Áreas al interior de la clínica involucradas en la generación de aguas residuales sanguinolentas	46
Figura 7. Fase de pre tratamiento	52
Figura 8. Trampa de grasas y Tanque de Homogenización	53
Figura 9. Tanque de aireación y Sedimentador de Alta Tasa	54
Figura 10. Clorinador y Sistema de Filtración	55
Figura 11. Lechos de secado	55
Figura 12. Análisis de riesgos por el vertimiento de aguas sin tratar sobre el cuerpo hídrico receptor.	72
Figura 13. Diseño planta de tratamiento de aguas residuales	77

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Normativa nacional relacionada al vertimiento de aguas residuales hospitalarias	31
Tabla 2. Normativas nacionales en base a la gestión de los efluentes líquidos hospitalarios	32
Tabla 3. Normativa internacional sobre el manejo de vertimientos líquidos hospitalarios	33
Tabla 4. Carga Microbiológica en el Agua Residual	35
Tabla 5. Parametros	38
Tabla 6. Factor de incidencia o exposición	40
Tabla 7. Efecto sobre las personas o consecuencias	41
Tabla 8. Factor de probabilidad	41
Tabla 9. Priorización de los riesgos	42
Tabla 10. Áreas, actividades y residuos líquidos de las áreas de la clínica	47
Tabla 11. Cuarto de Vertimiento	50
Tabla 12. Poceta y manguera de enjuague	50
Tabla 13. Recipiente para residuos peligrosos	51
Tabla 14. Estante de elementos asistenciales	51
Tabla 15. Etapas de Tratamiento de la PTAR	52
Tabla 16. Identificación, Análisis y Probabilidad de ocurrencia de los riesgos en la zona # 1	56
Tabla 17. Evaluación de Riesgos Hidráulicos en la Zona #2	61
Tabla 18. Análisis de riesgos operacionales en la Zona #2	64
Tabla 19. Riesgos Tecnológicos Zona #2	66
Tabla 20. Evaluación de Riesgos Biológicos Zona #2	67
Tabla 21. Evaluación de riesgos Exógenos del Zona #2	68

Tabla 22. Resumen de resultados en la valoración de riesgos de la zona # 2	69
Tabla 23. Identificación de la carga microbiológica patogénica en las etapas de Tratamiento.	70
Tabla 24. Medidas correctivas e identificación de contingencias para la Zona #1.	73
Tabla 25. Medidas Correctivas de la Zona #2	79
Tabla 26. Programas de prevención y recuperación de riesgos del manejo y vertimiento del efluente hospitalario	82
Tabla 27. Cronograma de Capacitación y Concientización	85
Tabla 28. Cronograma de control y mantenimiento	86
Tabla 29. Cronograma de Seguridad y salud en el trabajo	87
Tabla 30. Cronograma del control de amenazas emergentes	88
Tabla 31. Presupuesto del Programa de prevención y Recuperación	89

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A: Formatos de inspección cuartos de vertimientos Y PTAR	96
ANEXO B: Fichas Técnicas	98
ANEXO C: Tablas de chequeo de la vulnerabilidad de la PTAR	100
ANEXO D: Medidas correctivas de los riesgos de la planta de tratamiento de aguas residuales (ZONA #2)	103

GLOSARIO

A continuación se mencionan y describen las palabras clave cuales tendrán como fin ayudar al lector a realizar una mejor comprensión del presente documento relacionado con la Regulación para el Manejo de sustancias líquidas anatomopatológicas y químicas asociadas al Vertimiento de aguas residuales de una institución hospitalaria.

AMENAZA: Posibilidad de ocurrencia de cualquier tipo de evento o acción que puede producir un daño (material o inmaterial) sobre los elementos de un sistema.¹

AMENAZA ANTRÓPICA: Peligro latente generado por la actividad humana.

AMENAZA NATURAL: Las amenazas naturales son aquellos elementos del medio ambiente que son peligrosos al hombre y que están causados por fuerzas extrañas a él. Para efectos de desastre amenaza se refiere específicamente a todos los fenómenos atmosféricos, hidrológicos, geológicos (sísmicos y volcánicos), y a los incendios forestales².

AAC: Autoridad Ambiental Competente

AUTORIDAD AMBIENTAL: Son entes corporativos de carácter público, creados por Ley, integrados por las entidades territoriales que por sus características constituyen geográficamente un mismo ecosistema o conforman una unidad geopolítica, biogeográfica o hidrogeográfica, dotados de autonomía administrativa

¹ PROTEJETE WORDPRESS Amenazas y vulnerabilidad. [en línea] Disponible en: https://protejete.com/gdr_principal/amenazas_vulnerabilidades/

² TRIPOD Iniciativa Panameña para la Mitigación de Desastres. Amenazas naturales. [en línea] Disponible en: <http://ipmd.tripod.com/id31.html>

y financiera, patrimonio propio y personería jurídica, encargadas por la Ley de administrar dentro del área de jurisdicción, el medio ambiente y los recursos naturales renovables y propender por su desarrollo sostenible, de conformidad con las disposiciones legales y las políticas del Ministerio del Medio Ambiente.³

AUTOCLAVE: Es un sistema cerrado donde se forma vapor de agua que se somete a una presión elevada, una atmósfera, lo que hace que el agua alcance una temperatura de 121°C causando la desnaturalización de enzimas lo que conlleva a la muerte de los microorganismos y la destrucción de las esporas.⁴

ANÁLISIS DE RIESGO: Consiste en la identificación y clasificación de los mismos, con el fin de estudiar la probabilidad y consecuencias sobre cada factor de a evaluar.

CONTINGENCIA: Posibilidad de que una eventualidad suceda o no frente a riesgos latentes.

CUERPO DE AGUA RECEPTOR: Sistema o curso de agua en el cual se descarga un efluente de aguas servidas, ya sea de áreas urbanas, de industrias, o de sistemas de riego⁵.

DESASTRE: Es un evento calamitoso, repentino o previsible, que trastorna seriamente el funcionamiento de una comunidad o sociedad y causa unas pérdidas humanas, materiales, económicas o ambientales.⁶

³ WIKIPEDIA ENCICLOPEDIA LIBRE Corporaciones Autónomas Regionales. [en línea] Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Corporaciones_Aut%C3%B3nomas_Regionales

⁴ GOOGLE ¿Qué es el autoclave? [en línea] Disponible en: <https://sites.google.com/a/goumh.umh.es/practicas-de-microbiologia/indice/esterilizacion-desinfeccion-y-antiseptis/autocave>

⁵ WIKIPEDIA ENCICLOPEDIA LIBRE Cuerpo receptor. [en línea] Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Cuerpo_receptor

⁶ FEDERACIÓN INTERNACIONAL DE SOCIEDADES DE LA CRUZ ROJA Y DE LA MEDIA LUNA ROJA. ¿Qué es un desastre? [en línea] Disponible en: <http://www.ifrc.org/es/introduccion/disaster-management/sobre-desastres/que-es-un-desastre/>

ELEMENTOS CORTOPUNZANTES: Dispositivos médicos como agujas, bisturís y otras herramientas que cortan o penetran en la piel.

ENDÓGENO: Que se origina o nace en el interior.

EXÓGENO: Que se origina o nace en el exterior.

ZONA DE RIESGO: Corresponde a un análisis, presentado en forma escrita, cartográfica o diagramada, utilizando técnicas cuantitativas y cualitativas, de las dimensiones del riesgo que afecta a territorios y grupos sociales determinados⁷.

EVALUACIÓN DE LA AMENAZA: Consiste en la ejecución de procesos enfocados en la determinación de la posibilidad de ocurrencia e impacto de un evento asociado a factores de riesgo.

FLUIDOS CORPORALES: Son aquellas sustancias que pueden fluir o que se producen en el interior de los seres vivos.⁸

GESTIÓN DE RIESGO: Es definido como el proceso de identificar, analizar y cuantificar las probabilidades de pérdidas y efectos secundarios que se desprenden de los desastres, así como de las acciones preventivas, correctivas y reductivas correspondientes que deben emprenderse⁹.

⁷ CENTRO REGIONAL DE INFORMACIÓN SOBRE DESASTRES – AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. Vocabulario Controlado sobre Desastres. [en línea] Disponible en: <http://www.cridlac.org/vcd/files/page199.html>

⁸ WIKIPEDIA ENCICLOPEDIA LIBRE Fluido corporal. [en línea] Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Fluido_corporal

⁹ EIRD Gestión del riesgo. Riesgo y amenaza. [en línea] Disponible en: http://www.eird.org/cd/toolkit08/material/proteccion-infraestructura/gestion_de_riesgo_de_amenaza/8_gestion_de_riesgo.pdf

HOSPITAL: Es un establecimiento sanitario donde se atiende a los enfermos para proporcionar el diagnóstico, cuidado, tratamiento, recuperación y rehabilitación que necesita el paciente para regresar a su estado óptimo de salud.

IMPACTO AMBIENTAL: Valor estimado para medir el efecto que produce las actividades del hombre el medio ambiente.

NORMA DE VERTIMIENTO: Conjunto de parámetros y valores que se deben cumplir para realizar el vertimiento sobre los medios acuosos (Alcantarillado, Mar, Quebrada, entre otros.) y el suelo.

MATERIAL HEMÁTICO: Que es de origen sanguíneo e identificado como fluido corporal de los seres vivos.

PREVENCIÓN DE RIESGOS: Consiste en un conjunto de actividades que se realizan en la empresa con la finalidad de descubrir anticipadamente los riesgos que se producen en cualquier trabajo¹⁰.

PROBABILIDAD: Mide la mayor o menor posibilidad de que se dé un determinado resultado (suceso o evento) frente a un zona de riesgo.

PSMV: Conjunto de programas, proyectos y actividades con sus respectivos cronogramas e inversiones necesarios para el saneamiento y tratamiento de vertimientos, incluyendo la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de aguas residuales descargadas al sistema de alcantarillado, tanto sanitario como pluvial¹¹.

¹⁰ OSALAN Prevención de Riesgos Laborales. [en línea] Disponible en: http://www.osalan.euskadi.eus/s94-osa0050/es/contenidos/informacion/trabajadores_prevenccion/es_prevencc/trabajadores_prevenccion.html

¹¹ CRC Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos PSMV. [en línea] Disponible en: <http://crc.gov.co/files/Descargas/tasas/PSMV.pdf>

QUIRUCIDAL: Es una solución antiséptica a base de Clorhexidina 4% y cetrimida al 0.05%, indicada para la antisepsia de heridas contaminadas¹².

RIESGO: Es la posibilidad de que una amenaza se convierta en un desastre en función de la ocurrencia de una amenaza latente.

SALUD: Es un estado de bienestar o de equilibrio mental o físico de una persona.

SISTEMA DE GESTIÓN DE VERTIMIENTO: Manejo o manipulación del residuo desde su punto de generación hasta el momento de disponerlo sobre el cuerpo receptor.

SUSTANCIA ANATOMOPATOLÓGICA: Sustancia de carácter viscosa o líquida provenientes de intervenciones quirúrgicas, muestras para análisis y fluidos corporales.

SUSTANCIA QUÍMICAS HOSPITALARIAS: Restos de sustancias obtenidas mediante el lavado de instrumentos quirúrgicos y procesamiento de fluidos corporales.

VERTIMIENTO: Descarga de un elemento a un cuerpo receptor sólido o acuoso.

¹² QUIRUMEDICAS Laboratorios Quirumedicas. [en línea] Disponible en: http://www.quirumedicas.com/index.php?option=com_content&view=article&id=88&Itemid=131

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: PLAN INTEGRAL PARA LA REGULACIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS LÍQUIDOS ANATOMOPATOLOGICOS Y QUÍMICOS ASOCIADOS AL SISTEMA DE GESTIÓN DE VERTIMIENTOS EN UNA INSTITUTUCIÓN HOSPITALARIA

AUTOR(ES): Alexander Arango Alfaro

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Ambiental

DIRECTOR(A): Alvaro Andrés Cajigas Cerón

RESUMEN

El Plan de Gestión del Riesgo para Manejo de Vertimientos -PGRMV es una herramienta empleada a menudo por empresas e instituciones para mejorar la gestión interna en base al vertimiento de los residuos líquidos, y dar cumplimiento con los lineamientos normativos nacionales. En este caso, un centro hospitalario del Departamento de Santander, requiere la formulación de un plan integral para la regulación del manejo de residuos líquidos anatomopatológicos y químicos asociados al sistema de gestión de vertimientos de una planta de tratamiento de aguas residuales. En la formulación del plan se analizaron las áreas de la institución comprometidas en la producción del efluente hospitalario, con el fin de lograr establecer la identificación de los riesgos asociados a la gestión del efluente hospitalario. El análisis de los riesgos para las zonas que dan lugar al manejo, tratamiento y disposición final de los residuos líquidos, es evaluado con el empleo de matrices cualitativas y cuantitativas para determinar los puntos críticos de riesgo biológico para los operarios de la institución. La determinación de los puntos críticos condujo a dar con las medidas correctivas necesarias por el instituto de salud para la atención de emergencias de una manera oportuna y eficiente. El análisis para los riesgos en las áreas vulnerables, concluyo en la importancia de aclarar el riesgo biológico que presentan las aguas residuales hospitalarias, debido a que están señaladas por contener un alto contenido de microorganismos patogénicos persistentes[14], antibióticos[2], y disruptores endocrinos, entre otros. Estos últimos según fuentes bibliográficas de estudios realizados en centros médicos de la india [4], se encuentran asociados a enfermedades virales, contaminación de cuerpos hídricos naturales aun después del tratamiento [1] y a alterar el equilibrio hormonal de las especies.

PALABRAS CLAVES:

Microorganismo Patogénico, Antibiótico, Riesgo Biológico, Residuo Anatomopatológico, Vertimientos Líquidos Residuales

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: REGULATION PLAN FOR THE PROPER WASTE WATER MANAGEMENT INTO A CLINIC INSTITUTE

AUTHOR(S): Alexander Arango Alfaro

FACULTY: Facultad de Ingeniería Ambiental

DIRECTOR: Alvaro Andrés Cajigas Cerón

ABSTRACT

The risk management plan for handling of waste water dumping-(recognized by PGRMV) is a risk assessment tool used often by companies and institutions to improve his internal management of liquid waste and meet regulatory guidelines about dumping national normative. In this case, a hospital located in the Department of Santander, Colombia, requires the formulation of an integral plan for the management and handling of anatomopatologic and chemicals liquids residues associated to the dumping system from the waste water treatment plant. For the formulation of the plan were analyzed thoroughly the areas within the hospital involved in the production of the anatomopatologic and chemical liquid residues, in order to establish a better criteria to identify the risks of the liquid residues management in the hospital, were necessary recognize the scenarios involved in the handling, treatment and final disposal of the liquid residues, employing qualitative and quantitative matrices to evaluated the risks on each scenario. Identifying critical points of highly biological risk to the operators in the waste water treatment plant. The determination of this issue helped the appropriate formulation of the corrective measure to adopt by the hospital to attend the risk in a timely and efficient way. The analysis study of the risks for vulnerable areas concluded the importance of clarifying the biological risk that represent the anatomopatologic and chemical liquids residues produced by the hospital, due the identify the content of persistent pathogenic microorganism, antibiotics and endocrine disruptors, between others. This conclusion according to bibliographical sources of studies realized in medical center in India [4] associating impacts like: viral diseases, contamination of natural water bodies “even after treatment” and to disturb the hormonal balance of species.

KEYWORDS:

Pathogenic Microorganism, Antibiotics, Anatomopatologic waste, Anatomopatologic liquid residue, Biological Risk.

INTRODUCCIÓN

La contaminación de las fuentes hídricas naturales con compuestos químicos y microbiológicos patogénicos, ha sido preocupante debido al daño considerable efectuado sobre los ecosistemas receptores y las especies sostenidas del mismo, esto ocurre mediante el aporte negativo de enfermedades para los seres humanos, el cambio en las características bioquímicas de los ecosistemas acuáticos y agotando el recurso hídrico natural indispensable para la vida en el planeta. Esta situación trae consigo el querer identificar los generadores de este tipo de residuos, de los cuales no se sabe mucho debido a la poca información que se ha recopilado hasta el momento. Sin embargo los centros hospitalarios han sido señalados como precursores de este tipo de contaminantes a partir de los grandes volúmenes de agua que consumen, los servicios de atención para el tratamiento de personas con múltiples infecciones parasitarias, al manejo continuo de compuestos farmacéuticos y el escaso control normativo sobre este tipo de entidades¹³.

Actualmente en Colombia se llevó a cabo la actualización del Decreto 1594 con base al manejo y vertimiento de aguas residuales sobre cuerpos hídricos, para ser sustituida únicamente en materia de vertimientos sobre cuerpos de agua dulce y alcantarillado por la Resolución 631 del 2015, la cual propone parámetros de permisibilidad más exigentes en relación al vertimiento de aguas residuales y distinguiendo por primera vez la procedencia y características de las aguas verter. No obstante esta resolución es modificada en su artículo 41 por la resolución 2659 de 2015, estableciendo un plazo más amplio para presentar los estudios de calidad

¹³ CONSTANTS AUBERT Angelina, ALONSO E. Rosa Maria, MARTÍ S. Carme NTP 473: Estaciones depuradoras de aguas residuales: riesgo biológico [en línea] disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/n tp_473.pdf

de agua residual por parte de las empresas generadoras, hasta el 1 de mayo del 2016.

De acuerdo a lo mencionado se crea la necesidad de formular un plan integral para la regulación y manejo adecuado de los residuos líquidos al interior de un instituto de salud en el departamento de Santander, Colombia. El instituto cuenta con áreas de manejo interno de los residuos líquidos anatomopatológicos y químicos, identificados de la siguiente manera: i) Cuartos de vertimientos; ii) Área operacional de la Planta de tratamiento para aguas residuales. Sobre estas áreas se lleva acabo el análisis, la evaluación y la formulación de medidas correctivas y de prevención, mediante la formulación de programas, actividades y cronogramas ejecutables por el centro de salud para otorgar un mejor manejo en la gestión del riesgo sobre la manipulación de las sustancias anatomopatológicas y químicas.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Formular el plan integral para la gestión del manejo de residuos líquidos anatomopatológicos y químicos asociados al sistema de gestión de vertimientos en una institución hospitalaria

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los riesgos del sistema de vertimiento de la planta de aguas residuales sanguinolentas, identificando las actividades y/o áreas propensas a presentar eventos perjudiciales en cuanto al manejo de vertimientos líquidos.
- Evaluar las medidas de prevención y mitigación de riesgos asociados al sistema de gestión del vertimiento y operación de la planta, para el control de las posibles ocurrencias en relación a la gestión de vertimientos líquidos hospitalarios.
- Formular el programa de prevención y recuperación, estableciendo instructivos de emergencia y contingencia para el control de actividades relacionadas con el manejo de vertimientos líquidos generados por la institución de salud.

2. DESCRIPCIÓN INSTITUCIONAL Y VERTIMIENTOS LIQUIDOS

2.1. IDENTIFICACIÓN INSTITUCIONAL

La institución señalada en el presente documento se encuentra desarrollando sus actividades en el sector salud en el municipio de Floridablanca, Santander. Inició como un macro-proyecto, en un área aproximada de 187.000 m² con maquinaria médica especializada y una zona franca exclusiva para productos farmacéuticos. Realiza los servicios de atención médica especializada oftalmológica y cardiovascular, cuidado intensivo pos traumático, intervención quirúrgica, hospitalización y laboratorios para el análisis de muestras patológicas y sanguíneas.

La clínica en cuidado de preservar una adecuada gestión interna en sus procedimientos operativos y administrativos, optó por la implementación de tecnologías para dar el pre-tratamiento de los residuos institucionales, para ello cuenta con una Planta de Tratamiento de aguas residuales para las sustancias anatomopatológicas y químicas que se desprenden de las actividades internas de la institución. Estas sustancias una vez generadas son dispuestas en puntos específicos al interior de la clínica y son transportadas mediante un sistema de tuberías separado hacia la planta de tratamiento, donde reciben un tratamiento terciario antes de ser dispuestas sobre el alcantarillado municipal.

2.2 COMPONENTE AMBIENTAL EXTERNO DE LA INSTITUCIÓN

La identificación y caracterización de este componente pretende aportar una línea base para establecer los impactos generados en la fase operativa del centro médico.

El instituto médico está influenciado en sus alrededores con un gran número de especies endémicas vegetativas las cuales están siendo reducidas con la expansión urbanística y el desarrollo de obras civiles aledañas a la institución, situación identificada en la Figura 1 a continuación.

Figura 1. Entorno de la institución



Fuente: Google Earth

La corriente hídrica natural receptora de las aguas residuales del alcantarillado municipal donde son vertidas las aguas residuales del instituto, es reconocida con el nombre de “Rio Frio” y se encuentra a inmediaciones de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales. [*Perfiles y Objetivos de Calidad de las corrientes y tramos de agua superficial en el área metropolitana, Pag 35*]

2.3. COMPONENTE SOCIAL

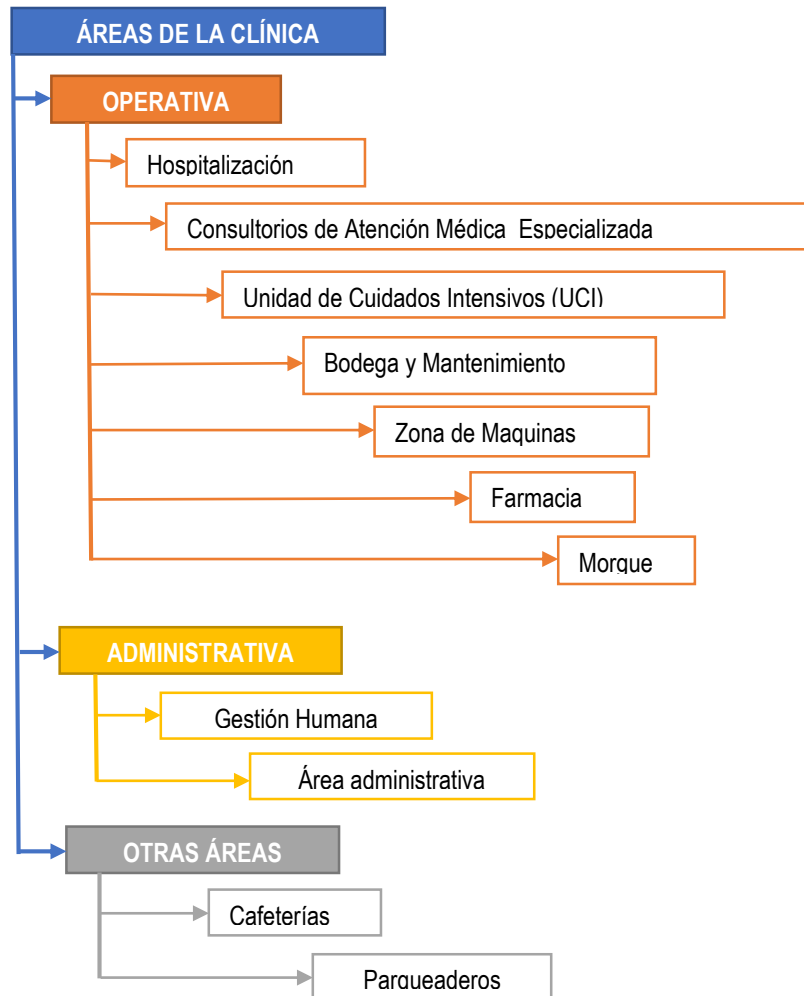
En el último censo poblacional realizado por el DANE, el municipio de Floridablanca alberga 263,095 habitantes (Proyección 2012), esta cifra consolida el municipio como la segunda ciudad con mayor número de personas en Santander.

Por otra parte la clínica cuenta con más de 1200 personas contratadas y un gran número de usuarios del servicio de salud, denominados población flotante.

2.4. ÁREAS DE OPERACIÓN Y SERVICIOS DEL INSTITUTO DE SALUD

En la actualidad la institución no opera en su máxima capacidad de prestación de servicios médicos. Sin embargo, el reconocimiento de las áreas que operan actualmente en la institución e identificadas a continuación en la Figura 2, permite trazar una línea de estudio para identificar los espacios al interior de la clínica que se encuentran involucrados en el manejo y gestión de los residuos líquidos reseña del presente documento.

Figura 2. Áreas de operación y servicios del instituto de salud



Fuente: Autor

2.5. VERTIMIENTOS LÍQUIDOS DE LA INSTITUCIÓN

Para el cumplimiento de la resolución 0631 de 2015 y 3930 de 2010, la institución se preparó con la adopción de un sistema hidráulico de tuberías separado, el cual hace distinción de las aguas residuales al interior de la institución según las características biológicas, químicas y lugar de procedencia.

La resolución 631 del 2015 obliga a los productores de las aguas residuales provenientes de los centros de salud, contar con un tratamiento previo a la descarga en la red de alcantarillado municipal. Con esta medida la institución hace inclusión de la planta de tratamiento de aguas residuales exclusiva para el manejo de sustancias anatomopatológicas y químicas, además de la adecuación de cuartos para el manejo y vertimiento de dichas sustancias en las áreas con mayor índice de producción del efluente residual en mención.

La adopción de esta medida trae consigo la necesidad de recibir un permiso de vertimientos para la planta de aguas residuales por parte de la autoridad ambiental competente y necesaria para cumplir con las directrices planteadas en el decreto 3930 de 2010. Este mismo requisito es indispensable para que el instituto de salud cuente con los soportes necesarios para demostrar su adecuada gestión interna en sus procesos productivos y operativos frente al Ministerio de Salud y el ministerio de Medio Ambiente y desarrollo sostenible.

3. MARCO TEÓRICO

Los residuos líquidos que son producidos por los institutos de salud en el país se deben identificar y distinguir conforme a la resolución 2145 de 2005, el cual establece los planes de saneamiento y manejo de vertimientos –PSMV; dirigidos al desarrollo óptimo en el saneamiento y tratamiento de las aguas residuales descargadas al sistema alcantarillado público. La acción se realiza mediante el diagnóstico del sistema de alcantarillado interno a la institución, contemplando la identificación del número de vertimientos puntuales sobre el alcantarillado municipal y/o corrientes de agua natural receptoras de dichas descargas.

La resolución 2145 es respaldada por medio del decreto 1594 de 1984 en el artículo 84, donde establece que: *“Los residuos líquidos provenientes de usuarios tales como hospitales, lavanderías, laboratorios, clínicas, mataderos, así como los provenientes de preparación utilización de agroquímicos, garrapaticidas y similares, deberán ser sometidos a tratamiento especial...”*. Introduciendo la necesidad de tomar acciones de mitigación y prevención sobre el sistema de manejo de las aguas residuales ligadas a la posibilidad de presentar cargas contaminantes considerables que puedan afectar el ecosistema acuático receptor y las especies sostenidas por el mismo.

En consecuencia crea la necesidad para los centros de salud y similares la adopción de un Plan de gestión de riesgos para el manejo de vertimientos, el cual integre la inclusión de medidas estratégicas que conlleven a la minimización y/o prevención de los impactos negativos sobre el cuerpo de agua natural receptor.

3.1. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS

El Plan de gestión del riesgo para manejo de vertimientos PGRMV, tiene como objetivo la ejecución de medidas de intervención orientadas a evitar, reducir y/o manejar la descarga de vertimientos a cuerpos de agua o suelos asociados a acuíferos, en situaciones que limiten o impidan el tratamiento del vertimiento.

El PGRMV se desarrollará a través de tres procesos

– **Conocimiento del Riesgo.** Es el proceso de la gestión del riesgo conformado por la identificación de: zonas de riesgo, el análisis y evaluación del riesgo, el monitoreo y seguimiento del riesgo y la comunicación de los riesgos identificados para promover mayor conciencia y enfocados a alimentar los procesos de reducción del riesgo y manejo del desastre.

– **Reducción del Riesgo.** Corresponde a las medidas de mitigación y prevención que se adoptan con antelación para reducir la amenaza, la exposición y disminuir la vulnerabilidad de las personas, los medios de subsistencia, los bienes, la infraestructura y los recursos naturales renovables.

– **Manejo del Desastre.** Proceso de la gestión del riesgo conformado por la preparación para la respuesta a emergencias, la preparación para la recuperación posdesastre, la ejecución de la respuesta y la ejecución de la recuperación.¹⁴

Ventajas de implementar un PGRMV. Las ventajas de implementar un plan de gestión del riesgo para el manejo de vertimientos son los siguientes: residuos

¹⁴ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE Resolución 1514 (agosto 31), Por la cual adoptan los Términos de Referencia para la Elaboración del Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos. Bogotá: El Ministerio 2012

- Minimización de los riesgos ambientales y sanitarios provocados por sus actividades.
- Cumplimiento del compromiso adquirido como institución responsable de la adecuada gestión de sus residuos líquidos, en relación a lo acordado con la autoridad ambiental competente y las metas propuestas por la institución.
- Divulgación o promoción de estrategias que apunten en pro del desarrollo sostenible del país.

3.2. NORMATIVA NACIONAL RELACIONADA AL VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES HOSPITALARIAS

La incorporación reciente de la Resolución 631 de 2015 pretende establecer medidas reguladoras sobre los principales generadores de aguas residuales a nivel nacional. Mediante la aparición de múltiples tablas que logran la distinción entre las empresas o instituciones y el tipo de actividad económica que emplean para llevar a cabo sus operaciones. A su vez las tablas dictan parámetros de permisibilidad diferentes para cada tipo de generador, y exige a la autoridad ambiental competente a partir del 1 de mayo del 2016 (dictado por la res. 2659 de 2015) hacer seguimiento sobre los órganos generadores con la entrega de un informe anual referente a la calidad del agua residual por parte del generador. Bajo este nuevo panorama algunas instituciones y empresas realizan la inclusión de sistemas descentralizados para el tratamiento de sus aguas residuales acompañado de la elaboración de planes de gestión de riesgos para el manejo de vertimientos y afianzando las relaciones con la autoridad ambiental competente.

A continuación en la Tabla. 1 se presenta mediante un cuadro comparativo las diferencias más destacadas en relación a las normativas nacionales en base al vertimiento de aguas residuales institucionales sobre las corrientes naturales y/o el sistema de alcantarillado: Decreto 1594 de 1984 y Resolución 631 de 2015 (la

resolución 631 de 2015 es modificada en el art 21 por la resolución 2659 de 2015, realizando el cambio de la fecha de entrega de los estudios de vertimiento por parte del generador a la autoridad competente, del 1 de enero del 2016 al 1 de mayo del 2016).

Tabla 1. Normativa nacional relacionada al vertimiento de aguas residuales hospitalarias

DECRETO 1594 DE 1984	RESOLUCIÓN 0631 DE 2015
<ul style="list-style-type: none"> -Distingue entre usuarios existentes y nuevos -Continua vigente para vertimientos sobre el Suelo. -Unidades para medición de parámetros en kg/día 	<ul style="list-style-type: none"> -No distingue entre usuarios. -Se incorpora la diferenciación de las Aguas Residuales Domesticas (ARD) de las Aguas Residuales No Domesticas (ARnD). -No aplica para descargas o vertimientos sobre suelo o aguas marinas. -Unidades para medición de parámetros en mg/día
<u>DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> -pH permisible: 5 – 9 unidades de pH -Temperatura: Mayor o igual a 40°C. -6 parámetros aplicables sobre cuerpos de agua. -7 parámetros aplicables sobre el sistema de alcantarillado. -22 parámetros de interés sanitario. 	<ul style="list-style-type: none"> -pH permisible: 6-9 unidades para cuerpos de agua y de 5-9 unidades sobre el alcantarillado. -Temperatura Max: menor o igual a 40°C. -56 parámetros: fisicoquímicos, metales y metaloides, iones, compuesto de nitrógeno, fosforo e hidrocarburos.

Fuente: Ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible y autor.

La normativa nacional aplicada a las instituciones de salud en materia de gestión de efluentes es mínima, puesto que son pocas estas instituciones en Colombia que cuentan con procesos adecuados para el tratamiento de dichos residuos líquidos hospitalarios. Sin embargo, existen normativas nacionales que se aplican sobre los centros de salud.

A continuación en la tabla 2 se presentan las normativas nacionales en base a la gestión de los efluentes líquidos hospitalarios.

Tabla 2. Normativas nacionales en base a la gestión de los efluentes líquidos hospitalarios

NORMATIVA	EMISOR	DESCRIPCIÓN
LEY 9 DE 1979	<i>-El Presidente de la República</i>	Establece los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de las descargas de residuos y materiales que puedan afectar las condiciones sanitarias y del medio ambiente
DECRETO 1594 DE 1984 (derogado por el decreto 3930 de 2010, salvo los artículos correspondientes a vertimientos del servicio del sector salud.)	<i>-El Ministro de Agricultura -El Ministro de Salud -El Jefe del Departamento Nacional de Planeación</i>	En relación en cuanto a los usos del agua y residuos líquidos, y Valores máximos permisibles para el vertimiento.
RESOLUCIÓN 1096 DE 2000	<i>-Ministro de Desarrollo Económico</i>	Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS.
DECRETO 3100 DE 2003	<i>-La Ministra de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Rural</i>	Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones
DECRETO 3930 DE 2010	<i>-La Ministra de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial</i>	Usos del agua y residuos líquidos
DECRETO 4741 DE 2005	<i>-El Presidente de la República</i>	Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral
DECRETO 0351 DE 2014	<i>-El Ministro de Salud y Protección Social -La Ministra de Ambiente y Desarrollo Sostenible -La Ministra de Transporte</i>	Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en la atención en salud y otras actividades
RESOLUCIÓN 631 DE 2015	<i>-Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible</i>	Por el cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público. (Exceptuando el vertimiento sobre suelo y aguas marítimas)

Fuente: Adaptado por el Autor en base a la normativa nacional

3.3 NORMATIVA INTERNACIONAL SOBRE EL MANEJO DE VERTIMIENTOS LÍQUIDOS HOSPITALARIOS

En algunos países extranjeros se han realizado estudios que señalan la importancia de conocer a fondo las consecuencias del comportamiento persistente y bioacumulable en el medio receptor.

A continuación en la Tabla. 3 se presenta algunos de los avances más relevantes en el desarrollo de medidas preventivas para el manejo de aguas residuales hospitalarias a nivel internacional.

Tabla 3. Normativa internacional sobre el manejo de vertimientos líquidos hospitalarios

PAIS	AVANCES
Dinamarca, Copenhague	<i>“Las aguas residuales hospitalarias no pueden tratarse mediante tratamientos ordinarios”</i> señala la Ulf Nielsen (empresa especializada en el estudio de aguas residuales). Dando como evidencia la difícil remoción de agentes farmacéuticos y microorganismos patogénicos (virus), mediante tratamientos convencionales. ^[19]
Estados Unidos	La agencia gubernamental en defensa del medio ambiente “EPA” resalta la importancia en el manejo adecuado de los residuos de los residuos químico farmacéutico a verter sobre los cuerpos hídricos receptores y su relación con los receptores endocrinos (químicos naturales o sintéticos identificados por alterar la fisiología metabólica de los organismos) mediante su ley CWA (Clean Water Act) implantado para regular las descargas puntuales de agua residual. ^[20]
Filipinas	Adoptando la ley internacional CWA (Clean Water Act), y estableció la implementación de sistemas de tratamiento previos (pre tratamientos) para las industrias e instituciones identificadas como grandes generadores de sustancias o compuestos químicos alterantes de la vida marítima (Disruptores Endocrinos). ^[21]
Australia	En los últimos años algunos países de Australia ha adoptado por la implementación de sistemas de tratamiento preliminares, mediante un sistema de membranas (MBR: Bioreactor Membrana) que realiza la eliminación de los micro contaminantes identificados como agentes persistentes (Disruptores Endocrinos y Compuestos Farmacéuticos) los cuales generan un gran impacto sobre los humanos organismos acuáticos y su mismo hábitat. ^[22]
Japón	La adopción de sistemas de tratamiento para la depuración de aguas residuales de manera descentralizada es una medida ya contemplada en este país y gran parte del continente asiático. Mediante la implementación de una

PAIS	AVANCES
	planta de tratamiento compacta (Johkasou) compuesta por membranas de separación. [23]

Fuente: Adaptado por el autor mediante la bibliografía señalada en la tabla # 3

3.4. IDENTIFICACIÓN DE LA CARGA QUÍMICA ASOCIADA A LAS AGUAS RESIDUALES

La presencia de antibióticos en las aguas residuales en gran medida es debido a la descarga directa de fármacos en los cuerpos de agua natural y por las descargas de elementos corporales de personas bajo tratamiento de antibióticos. La existencia de un alto contenido de antibióticos en el agua residual conduce a la formación de vida bacteriana resistente a los antibióticos, el deterioro de la calidad del agua y el serio impacto sobre los organismos presentes en dichas aguas. A continuación se presentan los componentes químicos identificados en aguas residuales:

-Antibióticos tales como: penicilina, sulfoamidas, tetaciclinas y fluroquinolonas, ofloxacina, Cloranfenicol y Gentamicina entre otros. [2]

-Disruptores Endocrinos [5]

3.5. CARGA MICROBIOLÓGICA ASOCIADA A LAS AGUAS RESIDUALES

Representan principal interés concerniente al alto grado de patogénico característico de las aguas residuales, este grupo incluye: Bacterias, Virus, y Helmintos, fácilmente transmitidos a través del agua.

A continuación mediante la Tabla .4 son señalados algunos de los microorganismos identificados en base a reseñas bibliográficas en las aguas residuales:

Tabla 4. Carga Microbiológica en el Agua Residual [12]

BACTERIAS	
-Escherichia coli -Salmonella spp -Bacillus anthracis	-Shigella spp -Vibrio cholerae -Micobacterium tuberculosis
VIRUS	
-Influenzavirus -Enterovirus: Echovirus -Adenovirus	-Hepatitis A -Rotavirus -Coronavirus

Fuente: Adaptado por el autor mediante fuente bibliográfica [12]

3.6 ENFERMEDADES DE ORIGEN HÍDRICO

A continuación se describirán algunas de las enfermedades causadas por microorganismos patogénicos de las especies de virus y bacterias.

3.6.1 Enfermedades causadas por bacterias. Responsables de varias enfermedades relacionadas con aguas residuales, incluida la fiebre tifoidea, paratifoidea, disentería bacilar, gastroenteritis y cólera, ocasionado deshidratación severa que causa la muerte si no hay atención médica. [18]

3.6.2 Enfermedades causadas por virus. Los virus son microorganismos parásitos estrictos por lo que requieren de un hospedador para realizar el proceso de reproducción e infección.

La hepatitis A, polio, y la gastroenteritis viral son algunas de las enfermedades que se propagan a partir de los virus en las aguas residuales. [18]

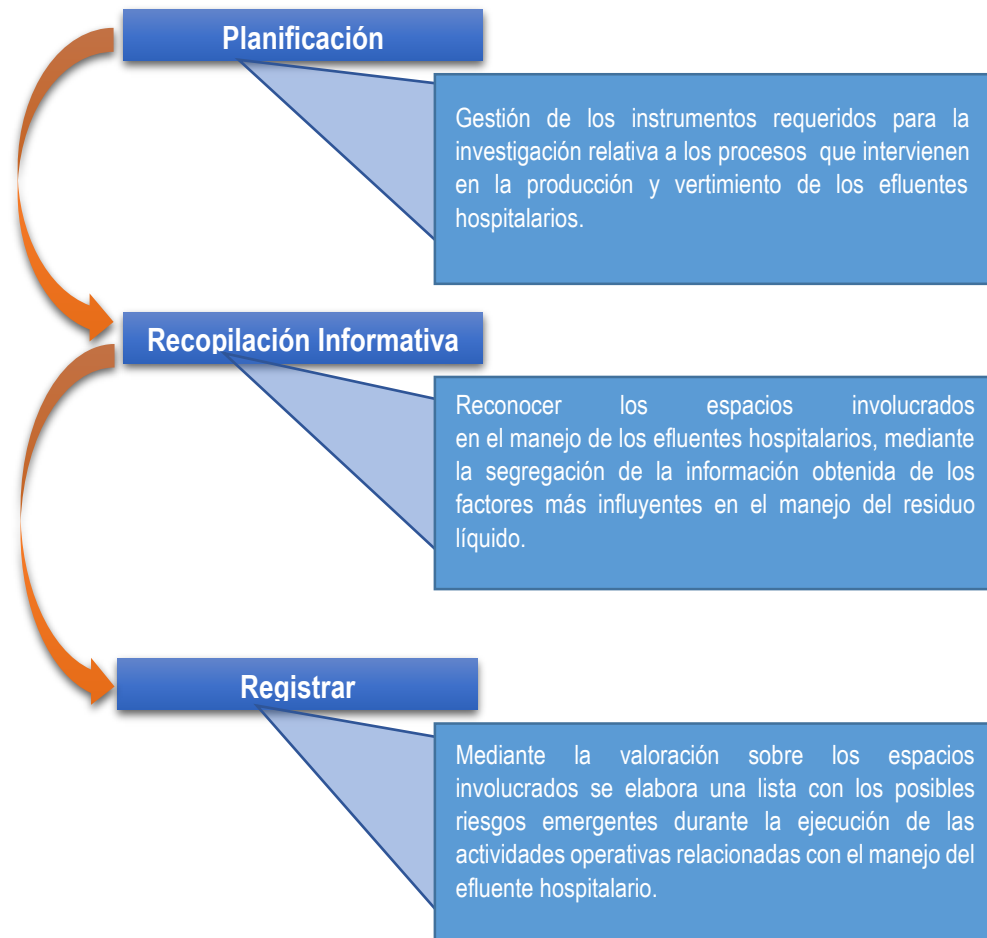
4. METODOLOGÍA

4.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS ZONAS INVOLUCRADAS EN EL MANEJO, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA CLÍNICA

Los procedimientos para el análisis e identificación de los riesgos en el sistema de vertimientos líquidos hospitalarios, principalmente es llevado a cabo con reconocimiento de las áreas de la clínica involucradas directamente en la producción, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos líquidos internos. Este panorama es resuelto mediante la obtención e interpretación de los planos infraestructurales e hidráulicos de la clínica, proyectando como resultado el establecimiento de dos (2) zonas para la evaluación de los riesgos, cuales fueron: **Zona 1.** Cuartos de vertimiento y **Zona 2.** Recinto operacional de la planta de tratamiento para aguas residuales.

A partir de la identificación de las zonas se establecen las características de producción del efluente en las áreas de atención de salud, con el fin de elaborar un margen detallado, mediante la elaboración de una tabla que integra las áreas comprometidas, las actividades que realizan o ejecutan a diario y el tipo de sustancia líquida que se desprenden tras la ejecución de las actividades. Esta situación es resuelta mediante el seguimiento del siguiente diagrama de procedimientos a seguir para reconocer el panorama general de los riesgos de vertimiento en la clínica, Figura 3:

Figura 3. Metodología



Fuente: Autor

La identificación de los riesgos en ambas zonas es realizada bajo el panorama de probabilidad de ocurrencia o surgimiento de amenazas endógenas (al interior de la clínica) y exógenas (área circundante a la clínica). En este último factor se dio el empleo de auto criterio de probabilidad habiendo hecho reconocimiento del área aledaña al instituto médico.

4.2. FASE 1: IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LOS RIESGOS EN LA ZONA 1.

Los riesgos presentes en la zona 1, cuartos de vertimiento, son notificados mediante la elaboración y aplicación de listas de chequeo (ANEXO A) dirigidos a evaluar el adecuado equipamiento del área con respecto a la creación de un ambiente de trabajo óptimo y libre de amenazas para el trabajador. Los resultados de la valoración con las listas de chequeo, son analizados para concluir los riesgos que pueden generarse mientras se ejecutan las labores operacionales.

Los riesgos en la zona 1 son evaluados cualitativamente a partir de la identificación de los elementos vulnerables en el cuarto. Mientras que la vulnerabilidad es asumida por medio del nivel de exposición que tienen los elementos frente al uso que le emplee el trabajador mientras ejecuta las labores operacionales de vertimiento.

4.2.1. Evaluación cualitativa de los riesgos. La metodología de evaluación cualitativa de riesgos no numéricos es basada en la valoración del factor incidente mediante niveles o categorías, que permiten establecer la baja, mediana o alta probabilidad de ocurrencia y magnitud del riesgo frente a las variables identificadas.

Los parámetros para concluir con la evaluación cualitativa de los riesgos en la zona 1. Cuartos de vertimiento se enseñan a continuación en la Tabla 5:

Tabla 5. Parametros

A; ALTO	
M: MEDIO	
B: BAJO	

Fuente: Alexandra Castañeda y Autor

En donde:

ALTO: Se considera impacto negativo alto sobre el medio ambiente y la salud

MEDIO: Se cataloga como un impacto negativo controlado sobre el medio ambiente.

BAJO: Es un impacto negativo muy leve sobre el medio ambiente, fácilmente controlable.

4.2.2. Índice de Probabilidad de Ocurrencia. Mide la mayor o menor posibilidad de que se dé un determinado resultado (suceso o evento) frente a un zona de riesgo.

Los parámetros para concluir con la evaluación cualitativa de los riesgos asociados a la zona 1. Cuartos de Vertimiento se demuestran a continuación en la Figura 4:

Figura 4. Índice de probabilidad



Fuente: Alexandra Castañeda y Autor

4.3. FASE 1: IDENTIFICACIÓN EVALUACIÓN CUANTITATIVA DE LOS RIESGOS EN LA ZONA 2.

Los riesgos presentes en la zona 2, recinto operacional de la planta de tratamiento de aguas residuales, son identificados mediante la distinción de los componentes que conforman la planta de aguas residuales para realizar una evaluación más

precisa de los riesgos a los que el operario y los visitantes están expuestos al momento de ingresar al área. La identificación se realiza mediante el empleo de formatos de inspección (ANEXO A), reconocimiento de la guía de mantenimiento y operación de la planta [24], visitas continuas a la planta y con recopilación de experiencias por parte del personal de la institución involucrada en el área. Las amenazas distinguidas son el resultado del auto criterio de la probabilidad de riesgo del operario y de personas visitantes en el zona 2.

Los riesgos en la zona 2 son elaborados mediante la metodología de evaluación de riesgo cuantitativo de “William T. Fine” empleada en la Norma Técnica Colombiana -45 del 2004.

4.3.1. Análisis cualitativo de riesgos – guía GTC 45. Esta NTC propone un modelo de fórmula elaborada por (William T. Fine) que emplea las variables de Exposición, Consecuencia y Probabilidad para establecer el Grado de Peligrosidad sobre las persona (s) involucradas.

4.3.1.1. Factor de incidencia o exposición (EXP). En este aspecto se determina la ocurrencia del riesgo en un periodo de tiempo indefinido, acudiendo a situaciones ya ocurridas. Se tienen en cuenta cuatro aspectos descritos a continuación en la Tabla 6.

Tabla 6. Factor de incidencia o exposición

EXPOSICIÓN	DESCRIPCIÓN	VALOR
IMPROBABLE	Hasta el presente no ha ocurrido, es remotamente posible, pero no se descarta.	1
POSIBLE	Hay antecedentes de haberse presentado en la empresa.	2
OCASIONAL	Ya se ha presentado, mínimo una vez en la empresa pudiendo a llegar a repetirse.	6
FRECUENTE	Se ha presentado continuamente y se podría presentar con cierta facilidad	10

Fuente: Parámetros de evaluación de William T.

4.3.1.2. Efecto sobre las personas o consecuencias (CSC) En este aspecto se determina el grado de afección del riesgo sobre las personas o sobre la comunidad. También se tiene en cuenta cuatro factores identificados a continuación en la Tabla 7.

Tabla 7. Efecto sobre las personas o consecuencias

CONSECUENCIA	DESCRIPCION	VALOR
LEVE	Al presentarse esta situación no habría personas lesionadas, pero se requeriría evacuar y proteger al grupo de funcionarios	1
MODERADO	Puede haber algunas personas lesionadas por razones relativas a la situación, pero no serían de consideración.	4
SEVERO	Las lesiones que se presentarían serían de consideración o el número de lesionados podría ser entre uno y cinco	5
CRITICO	Las lesiones que se presentarían serían de extrema gravedad o el número de lesionados podría ser alto y con probabilidad de muerte de las personas.	10

Fuente: Parámetros de evaluación de William T.

4.3.1.3. Factor de probabilidad (PRB). Trata de evaluar el grado de posibilidad de que los acontecimientos negativos se presenten, y estos son determinados mediante el factor de probabilidad descrito a continuación en la Tabla 8.

Tabla 8. Factor de probabilidad

PROBABILIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR
REMOTO	Nunca ha sucedido en muchos años de exposición al riesgo, pero es concebible. Probabilidad el 5%	1
COINCIDENCIAL	Sería raro que sucediera. Probabilidad el 20 %	4
FACTIBLE	Completamente posible, nada extraño. Tiene una probabilidad de actuación del 50 %.	7
PROBABLE	Es el resultado más esperado, si la situación de riesgo tiene lugar.	10

Fuente: Parámetros de evaluación de William T.

4.3.1.4. Interpretación grado de peligrosidad (G.PRB). Una vez analizado la identificación de riesgos y vulnerabilidad de la empresa y ubicada la categoría correspondiente a cada uno, se condensan en el cuadro siguiente los resultados obtenidos para cada riesgo y se determina cómo se considera el grado de peligrosidad según el valor obtenido en la siguiente fórmula:

$$\text{GRADO DE PELIGROSIDAD (GD)} = \text{Exposición (EXP)} \times \text{Consecuencia (CSC)} \times \text{Grado de Probabilidad (G.PRB)}$$

4.3.1.5. Priorización de los riesgos. Después de realizado el análisis de grado de peligrosidad, se priorizan los riesgos de acuerdo con los rangos en que se puntuó cada uno, teniendo en cuenta el criterio evaluativo de la siguiente tabla:

Tabla 9. Priorización de los riesgos

RANGO DE RESULTADOS	INTERPRETACIÓN	ACCIÓN A SEGUIR
601-1000	GRADO DE PELIGROSIDAD ALTO	Se requiere corrección inmediata actividad debe ser evaluada hasta que el riesgo se haya detenido
301-600	GRADO DE PELIGROSIDAD MEDIO	Se requiere atención lo antes posible ya que sus consecuencias serían catastróficas
1-300	GRADO DE PELIGROSIDAD BAJO	El riesgo debe ser revisado sin demora, pero la situación no es una emergencia.

Fuente: Parámetros de evaluación de William T.

4.4. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DE LA PTAR

La aplicación de la fórmula de grado de peligrosidad demuestra ser inexacta para evaluar los riesgos en los procesos de operación de la planta, teniendo este último ítem un alto grado de importancia para el centro médico en relación a la inversión económica realizada y al asegurar la calidad en los procesos operativos que realiza la institución. Por lo tanto se elabora el pre diseño de la planta de tratamiento (7.2.

PRE DISEÑO DE LA PTAR) para mostrar y evidenciar de manera más detallada los elementos hidráulicos y operacionales que presentan un alto grado de vulnerabilidad en la planta.

Con este panorama se atiende la necesidad de evaluar el índice de vulnerabilidad de la planta, incorporando la formulación de listas de chequeo (ANEXO C), y relacionando las amenazas identificadas en la zona 2, respecto a los procesos uno por uno que hacen tratamiento a las aguas residuales hospitalarias. El resultado es la formulación de una matriz que emplea las siguientes variables: Amenaza, Elemento en riesgo, Tiempo de respuesta sin consecuencia, consecuencia, Especificaciones hidráulicas y medida correctiva. (ANEXO D)

4.5. DETERMINACIÓN DE LA CARGA PATOGENICA EN LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO DE LA PTAR

La determinación de la carga microbiológica patogénica en los procesos de tratamiento de los efluentes hospitalarios es realizada por medio de investigación bibliográfica (a nivel nacional e internacional) relativa a los estudios realizados para la determinación de la carga microbiológica patogénica presente en aguas residuales hospitalarias y demostrada a partir de una tabla donde se relacionan los procesos que realiza la planta y la carga microbiológica presente en cada uno de los módulos de tratamiento.

4.6. FASE 2: EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LAS ZONAS 1 y 2

La evaluación de las medidas de mitigación de los riesgos es realizada bajo el criterio del evaluador y mediante la recopilación de información por parte de experiencias de las personas de la institución involucradas a diario en la ejecución

de las labores en las zonas de manejo del efluente residual, además de la indagación propia en la búsqueda de recursos bibliográficos para atender y controlar el surgimiento de amenazas. La información es recopilada mediante el empleo de formatos de inspección (ANEXO A) y es consignada en las tablas de identificación y evaluación de los riesgos, con el fin de mostrar al lector las medidas de correctivas inmediatas tras la aparición de amenazas.

Las medidas de prevención de riesgos para ambas zonas son establecidas para promover la seguridad del trabajador y la creación de ambientes de trabajo seguros, de esta manera, aclarando la identificación y evaluación de los riesgos, se adecuan formatos auxiliares que permitan al trabajador realizar la ejecución de sus actividades laborales de una manera adecuada y pertinente, enunciándolos a continuación: i) fichas de seguridad de los compuestos biológicos y químicos manipulados por el personal asistencial (ANEXO B), ii) inventario de elementos vulnerables de la PTAR ^[25], el cual tiene como propósito reconocer los elementos vulnerables para contar con repuestos y dar un tiempo de respuesta óptimo en la atención de emergencias, iii) Instructivos para la ejecución adecuada de las labores de manejo ^[26] y limpieza ^[27] de las sustancias anatomopatológicas y químicas en las zonas comprometidas en la gestión. Estos formatos pretenden otorgar a la institución las medidas preventivas necesarias para evitar el surgimiento de riesgos laborales que afectan en gran medida la salud integral de los trabajadores y conservando una adecuada gestión interna en el centro de salud.

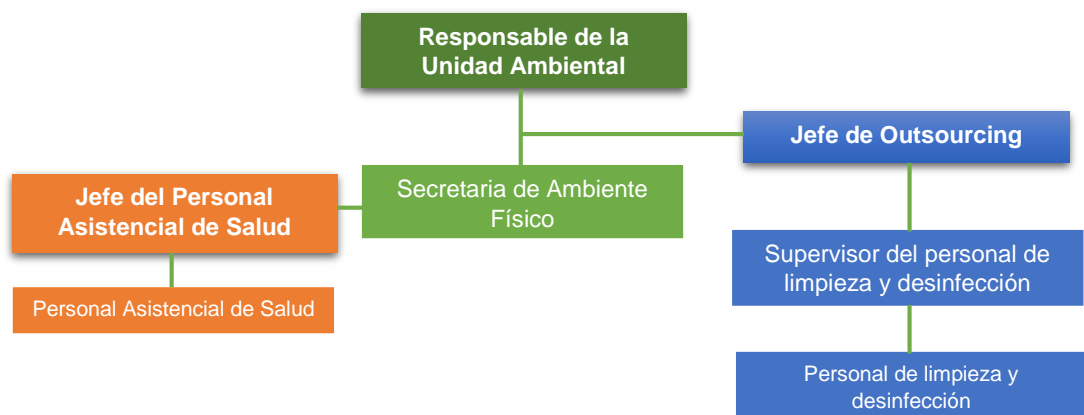
4.7. FASE 3: FORMULACIÓN DEL PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y RECUPERACIÓN DE LOS RIESGOS ASOCIADOS AL MANEJO DE LAS SUSTANCIAS ANATOMOPATOLÓGICAS Y QUÍMICAS

El programa se base en un proceso de mejoramiento institucional el cual proporciona un conjunto de estándares basados en procedimientos para crear y mantener un sistema de gestión ambiental adecuado, el cual tenga como fin el

prevenir, mitigar y responder oportunamente ante el surgimiento de amenazas en el sistema de manejo de las sustancias residuales anatomopatológicas y químicas de la institución.

El proceso inicial del programa presenta una fase preliminar donde son identificadas las personas en la institución que están comprometidas (Figura #5. A continuación de este párrafo) en las diferentes etapas de gestión y manejo de las sustancias hospitalarias, en esta fase se determina la responsabilidad de las personas involucradas respecto a los posibles impactos negativos que se pueden desprender ante el surgimiento de amenazas.

Figura 5. Organización jerárquica para emergencias



Fuente: Autor

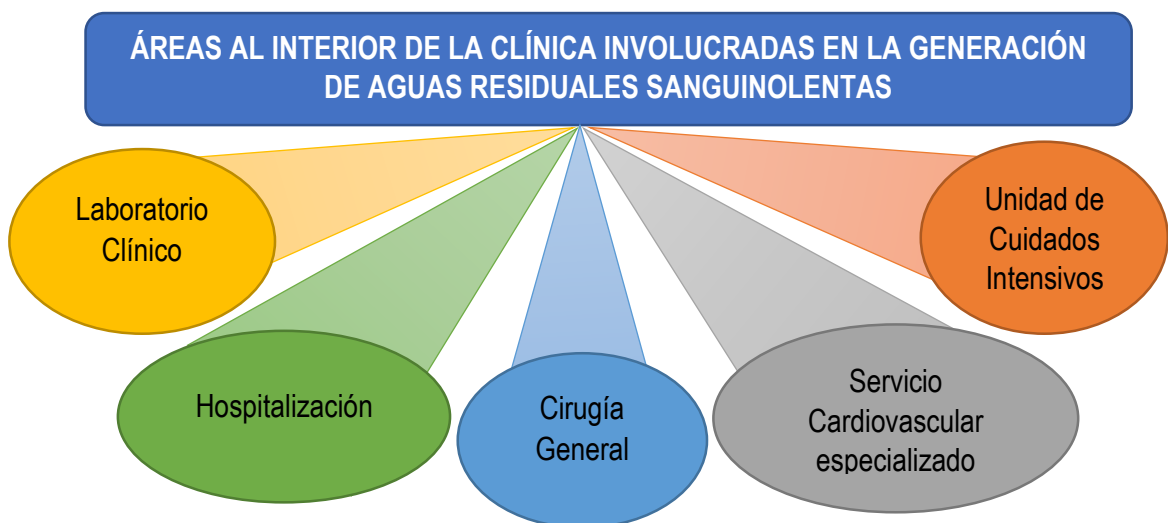
A partir de esta información se establecen los objetivos y metas correspondientes a la prevención y control de las amenazas identificadas en las zonas comprometidas en el manejo de las sustancias anatomopatológicas y químicas de la institución. Esto se realiza mediante la formulación de indicadores evaluativos encaminados a establecer actividades a desarrollar conjunto a la incorporación de un cronograma de acción para dar cumplimiento a las actividades y construir una adecuada gestión de riesgos labores y medio ambientales de la institución.

5. DISCUSIÓN DE ANÁLISIS Y DE RESULTADOS

5.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS PRODUCTORAS DE LOS RESIDUOS LIQUIDOS ANATOMOPATOLÓGICOS Y QUIMICOS

La figura a continuación realiza la identificación de las áreas involucradas en la producción y manejo de las sustancias anatomopatológicas y químicas, antes de su tratamiento en la planta.

Figura 6. Áreas al interior de la clínica involucradas en la generación de aguas residuales sanguinolentas



Fuente: Autor

El reconocimiento individual de cada área es indispensable para aclarar el panorama de riesgos biológicos al que los trabajadores se exponen en el desarrollo de las actividades de operación, limpieza o mantenimiento en las zonas. Luego de reconocer las áreas es necesario la identificación de las actividades que producen

los residuos anatómopatológicos y químicos al interior de la clínica como se demuestra a continuación en la siguiente tabla #10:

Tabla 10. Áreas, actividades y residuos líquidos de las áreas de la clínica

Área	Descripción de la Actividad	Sustancia Residual Generada
Cirugía General	<p>Procedimientos Quirúrgicos: Se realizan de baja, media y alta complejidad y principalmente donde se alteran los tejidos orgánicos, mediante la modificación, extracción, corrección y trasplante empleando un equipo especializado de personas.</p> <p>Lavado de Elementos Quirúrgicos: llevado a cabo bajo una unidad de esterilización por autoclave.</p>	<p>Fluidos Corporales por Drenaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Jugo gástrico -Líquido peritoneal -Materia hemático <p>Fluidos Corporales por Intervención Quirúrgica:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Sangre diluida -Material hemático <p>Sustancias Químicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Quirucidal diluido (Agentes desinfectantes)
Unidad de Cuidados Intensivos	<p>Hemodiálisis: El paciente recibe una dosis de líquido para diálisis el cual después de un tiempo de retención es drenado manualmente.</p> <p>Cuidado General e Intensivo: En esta área se le realiza la higiene corporal del paciente, asistencia con dispositivos para soporte de órganos e intervención asistencial con elementos (drenadores e Inyectores) de estabilización, recuperación y rehabilitación del paciente.</p> <p>Higiene Corporal: Se emplea el uso de una guía de procedimientos para la correcta ejecución de esta actividad, asegurando la calidad de atención al usuario y la protección del auxiliar de salud.</p>	<p>Fluidos Corporales por Drenaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Jugo gástrico -Líquido peritoneal -Orina -Material Hemático <p>Otros Fluidos Corporales:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Espujo -Semen -Orina -Leche materna -Vomito -Secreción nasal
Hospitalización	<p>Diálisis Peritoneal: El paciente recibe una dosis de líquido para diálisis mediante un equipo de homologación de vías para la conducción de líquidos al riñón el cual después de un tiempo de retención es drenado manualmente.</p> <p>Atención de Hospitalización: Brindar al paciente los cuidados pertinentes para</p>	<p>Fluidos Corporales por Drenaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Líquido peritoneal <p>Otros Fluidos Corporales:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Orina -Secreción nasal -Leche materna

Área	Descripción de la Actividad	Sustancia Residual Generada
	<p>efectuar su rehabilitación y recuperación, por consiguiente se realiza la ejecución de labores como: higienización, drenaje y toma de muestras.</p> <p>Higiene Corporal: Se emplea el uso de una guía de procedimientos para la correcta ejecución de esta actividad, asegurando la calidad de atención al usuario y la protección del auxiliar de salud.</p>	<p>-Espuito -Vomito</p>
Laboratorios	<p>Ensayos Clínicos: Manipulación y evaluación de tejidos orgánicos con el fin de: establecer las causas de la afectación, valorar los órganos para trasplante y llevar a cabo estudios experimentales para la remediación del órgano o tejido afectado.</p> <p>Procesamiento de Fluidos Sanguíneos: Este procedimiento es llevado a cabo mediante el empleo de equipos procesadores de alta tecnología y son alimentados por muestras de sangre y reactivos químicos.</p> <p>Lavamiento de Elementos Asistenciales: Este procedimiento es llevado a cabo de dos maneras:</p> <p>1) Enjuague manualmente, en fregaderos específicos con red tubería hidráulica conectada a la PTAR.</p> <p>2) Desinfección y Limpieza, bajo una unidad de esterilización por autoclave.</p>	<p>Fluidos Corporales: -Sangre diluida -Espuito -Orina</p> <p>Reactivos Químicos: NaCl, NAOH, CA2 (empleados en las maquinas procesadoras de fluidos sanguinolentos)</p> <p>Sustancias Químicas: -Quirucidal diluido</p>
Servicio Cardiovascular Especializado	<p>Atención de Hospitalización: Brindar al paciente los cuidados pertinentes para efectuar su rehabilitación y recuperación, por consiguiente la ejecución de labores como: higienización, drenaje, y toma de muestras.</p> <p>Higiene Corporal: Se emplea el uso de una guía de procedimientos para la correcta ejecución de esta actividad, asegurando la calidad de atención al usuario y la protección del auxiliar de salud.</p> <p>Lavamiento de Elementos Asistenciales: Este procedimiento es llevado a cabo</p>	<p>Fluidos Corporales: -Sangre diluida -Material hemático -Orina -Espuito -Jugo gástrico</p> <p>Sustancias Químicas: -Quirucidal diluido</p>

Área	Descripción de la Actividad	Sustancia Residual Generada
	manualmente, en fregaderos específicos con red tubería hidráulica conectada a la PTAR.	

Fuente: Adapto del centro de salud y formulado por el Autor

5.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS CUARTOS DE VERTIMIENTOS AL INTERIOR DE LA CLÍNICA

Los cuartos de vertimiento son áreas contempladas únicamente para el vertimiento de los residuos líquidos anatomopatológicos y químicos generados en las áreas involucradas (Ver figura 5) en el manejo del efluente residual. En donde además es esencial hacer porte adecuado de los elementos de protección personal y comprender de antemano el correcto manejo de las sustancias a verter. De esta manera se realiza la identificación gráfica y textual de los cuartos.

5.2.1. Cuarto de vertimientos A continuación en la Tabla 11 se presenta de manera ilustrativa y descriptiva, uno de los cuartos de vertimientos para el manejo y disposición de las sustancias anatomopatológicas y químicas de la clínica.



Tabla 11. Cuarto de Vertimiento

	<p>IDENTIFICACIÓN</p> <p>Elementos: Poceta y Manguera de acero inoxidable, Recipiente de plástico rojo de 20 litros, Estante de acero para productos y otros.</p> <p>Descripción: El cuarto de vertimientos, adecuado de manera que cumpla con las exigencias requeridas para que el trabajador pueda realizar las labores apropiadamente. Ofreciendo características que permiten obtener un espacio de trabajo seguro, y se reconocen a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Iluminación -Sistema de Ventilación de Techo o Puerta -Sistema de Seguridad Contra Incendios -Sistema de drenaje en la poceta y en el suelo. -Estante para ubicar los elementos o productos. -Recipiente de Plástico Rojo de 20 litros.
---	--

Fuente: Adaptado por el Autor


5.2.2. Elementos esenciales de trabajo para los cuartos de vertimiento. A continuación en las Tabla 12, 13 y 14 se presenta de manera ilustrativa y descriptiva, los elementos esenciales de los cuartos de vertimientos de clínica.

Tabla 12. Poceta y manguera de enjuague

	
<p>IDENTIFICACIÓN</p> <p>Elementos: Poceta de Vertimientos y Manguera</p> <p>Material: Acero Inoxidable</p> <p>Descripción: La poceta cuenta con rejilla para retención de elementos solidos y cumple la función de evitar la infiltración de estos materiales que pueden provocar taponamiento y el mal funcionamiento del sistema. La manguera de lavado es importante en el enjuague y dilución de los elementos a emplear en la poceta, además que es utilizada para el realizar las labores de limpieza en el cuarto debido a su prolongación y gran alcance.</p>	


Fuente: Adaptado por el Autor

Tabla 13. Recipiente para residuos peligrosos

	<p>IDENTIFICACIÓN</p> <p>Elemento: Recipiente plástico rojo de veinte (20) litros.</p> <p>Descripción: Demarcada necesariamente para la disposición de residuos sólidos o altamente viscosos anatomopatológicos, generados a partir de los procedimientos médicos o asistenciales en las áreas involucradas.</p>
---	---

Fuente: Adaptado por el Autor

Tabla 14. Estante de elementos asistenciales

	<p>IDENTIFICACIÓN</p> <p>Elemento: Estante de acero</p> <p>Descripción: Promueve el fácil y práctico desenvolvimiento operativo, permitiendo distribuir de manera eficiente los elementos asistenciales de salud (Pisingos, Pato, Riñonera, entre otros) y productos de limpieza o mantenimiento al interior del cuarto de vertimientos.</p>
--	---

Fuente: Adaptado por el Autor

5.3. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES

La planta de tratamiento de aguas residuales se encuentra delimitada con paredes y ubicada en los pisos inferiores de la clínica, medida que permite restringir el paso de las personas al área y disminuir el nivel de riesgos para los usuarios y personal operativo de la institución.

La Planta opera con un caudal aproximado de 0.5 LPS y realiza hasta el tratamiento terciario del efluente residual por medio de diferentes módulos los cuales se describen a continuación con Tabla #15.

Tabla 15. Etapas de Tratamiento de la PTAR

Etapa	Elemento	Función
Pre-tratamiento	-Canal y Rejillas de Cribado	*Remoción de solidos gruesos
Tratamiento Primario	-Trampa de Grasas -Tanque de Homogenización	*Remoción de materia en suspensión y grasas, *Regulador de Caudal
Tratamiento Secundario	-Tanque de Aireación -Tanque de Sedimentación	*Remoción de materia orgánica biodegradable *Sedimentación de solidos suspendidos.
Tratamiento terciario	-Tanque de Equilibrio -Sistema de Filtración -Cloración -Lechos de Secado	*Filtración de solidos finos. *Remoción de la Carga Microbiológica, cloración.

Fuente: Guía de operación y mantenimiento de la PTAR y el Autor

5.3.1. Descripción de los procesos de tratamiento de las aguas residuales. Los sistemas que dan tratamiento a las aguas residuales se encuentran descritos a continuación con la ayuda de fotografías y acompañada de una breve descripción del proceso que realiza durante su fase de operación:

5.3.1.1. Fase de pre tratamiento. Primera etapa del tratamiento de las aguas residuales sanguinolentas. Compuesta por cuatro rejillas de cribado para la retención de los materiales sólidos gruesos y delgados, que puedan llegar mediante el arrastre por el sistema hidráulico de tuberías conectadas a la PTAR.

Figura 7. Fase de pre tratamiento



Fuente: Autor

5.3.1.2. Fase de tratamiento primario. Etapa del tratamiento en donde se realiza la separación de sustancias hidrofobicas y/o viscosas, mediante la diferencia de densidad de los elementos líquidos entrantes. El tanque de homogenización se encuentra diseñado para la estabilización, regulación y homogenización del caudal saliente de la trampa de grasas.

Figura 8. Trampa de grasas y Tanque de Homogenización



Fuente: Autor

5.3.1.3. Fase de tratamiento secundario. El reactor de aireación (aeróbico) tiene como fin la creación de un ambiente óptimo para el crecimiento de los microorganismos empleados en este proceso mediante un sistema de inyección de aire.

El Sedimentador de alta tasa está diseñado para la retención de solidos suspendidos, contribuyendo con un tiempo de retención hidráulico de 45 minutos para la precipitación de los sólidos sedimentables.

Figura 9. Tanque de aireación y Sedimentador de Alta Tasa



Fuente: Autor

5.3.1.4. Fase de tratamiento terciario. Sistema de filtración compuesto por dos cilindros de igual dimensión pero con diferente lecho filtrante: el primero está compuesto por arena y antracita, el cual sirve para la remoción de sólidos sedimentables y /o suspendidos de menor diámetro que hayan sido arrastrados por los sistemas anteriores; el segundo está compuesto por carbón activado que tiene como fin la adsorción de sustancias solubles que proporcionan en gran parte la generación de olores y color en el agua.

En la desinfección se realiza la inactivación o remoción de la carga microbiológica del agua residual (20m^3 de agua residual tratada diariamente aproximadamente), antes de ser vertida en el sistema de alcantarillado público.

Los lechos de secado se empleando como sistema alternativo para la recepción y recirculación de los lodos provenientes de los sistemas de: trampa de grasas, homogenización, aireación, sedimentación y filtración. La recirculación tiene como fin la retro alimentación de la población bacteriana efectiva para el tratamiento de las aguas residuales sanguinolentas.

Figura 10. Clorinador y Sistema de Filtración, respectivamente



Fuente: Autor

Figura 11. Lechos de secado



Fuente: Autor

5.4. IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RIESGOS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS EFLUENTES LIQUIDOS HOSPITALARIOS

5.4.1. Identificación y análisis cualitativo de los riesgos en la zona # 1. A continuación se presenta la tabla de amenazas y evaluación de los riesgos identificados en la zona de manejo y pre vertimiento de las sustancias anatomopatológicas y químicas en el centro de salud. Mediante el empleo de matrices evaluativas como se evidencia en la tabla #16 a continuación:

Tabla 16. Identificación, análisis y probabilidad de ocurrencia de los riesgos en la zona # 1

ANÁLISIS DEL RIESGO									
ZONA 1: CUARTOS O ÁREAS DE VERTIMIENTO									
VARIABLES	AMENAZAS	DESCRIPCIÓN DE LA AMENAZA	TIPO DE RIESGO	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA					Ponderado
				RARO	POCO PROBABLE	POSIBLE	MUY PROBABLE	CASI SEGURO	
ENDÓGENAS	HIDRÁULICAS								
	Taponamiento de la tubería	El inadecuado uso de los puntos de vertimientos líquidos ubicados en la institución puede provocar el taponamiento de la tubería en alguno de los puntos hidráulicos de la planta.	ALTO				ALTO		ALTO
	Daño de los Elementos auxiliares pertenecientes al cuarto de vertimientos	El inadecuado manejo de los elementos auxiliares en el cuarto aumenta las probabilidades del surgimiento de amenazas para el personal auxiliar de salud y mantenimiento.	MEDIO			MEDIO			MEDIO

ANÁLISIS DEL RIESGO									
ZONA 1: CUARTOS O ÁREAS DE VERTIMIENTO									
VARIABLES	AMENAZAS	DESCRIPCIÓN DE LA AMENAZA	TIPO DE RIESGO	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA					Ponderado
				RARO	POCO PROBABLE	POSIBLE	MUY PROBABLE	CASI SEGURO	
	Fuga y Rebose del sistema dosificador de la poceta de vertimiento	Derrame y pérdida de agua en el cuarto de vertimientos, creando un espacio vulnerable para el surgimiento de accidentes, corrosión de elementos del cuarto y aumento de en la tarifa por consumo de agua en la clínica.	MEDIO			ALTO			MEDIO
BIOLÓGICAS									
	Contacto Directo con material Anatomopatológico y Químico	La manipulación de material anatomopatológico y químico sin los elementos de protección personal pertinentes puede generar accidentes y enfermedades laborales.	ALTO					MUY ALTO	ALTO
	Contacto Directo con elementos Cortopunzantes	Da lugar durante el lavamiento de los elementos quirúrgicos y puede llegar a ser origen riesgos contra la integridad física y la salud de los trabajadores.	MEDIO				ALTO		MEDIO
OPERACIONALES									

ANÁLISIS DEL RIESGO									
ZONA 1: CUARTOS O ÁREAS DE VERTIMIENTO									
VARIABLES	AMENAZAS	DESCRIPCIÓN DE LA AMENAZA	TIPO DE RIESGO	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA					Ponderado
				RARO	POCO PROBABLE	POSIBLE	MUY PROBABLE	CASI SEGURO	
	Suspensión de Actividades operacionales en el cuarto de vertimiento	La no ejecución de las actividades de vertimiento, limpieza y mantenimiento produce la inconsistencia del cumplimiento normativo interno en base a los procedimientos de gestión establecidos por la clínica, creando amenazas para los trabajadores y el plantel de salud.	BAJO	BAJO					BAJO
	Derrame de material líquido Anatomopatológico y Químico	Los materiales líquidos anatomopatológicos y químicos en primera instancia son considerados como infecciosos y corrosivos respectivamente, perjudicando la salud de los operadores en esta zona y los elementos característicos del cuarto.	ALTO				ALTO		ALTO
	PONDERADO DE PROBABILIDAD DE RIESGOS ENDÓGENOS								MEDIO
EXÓGENAS	NATURALES			PROBABILIDAD DE OCURRENCIA					Ponderado

ANÁLISIS DEL RIESGO									
ZONA 1: CUARTOS O ÁREAS DE VERTIMIENTO									
VARIABLES	AMENAZAS	DESCRIPCIÓN DE LA AMENAZA	TIPO DE RIESGO	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA					Ponderado
				RARO	POCO PROBABLE	POSIBLE	MUY PROBABLE	CASI SEGURO	
	Movimientos Sísmicos	Choque de placas Tectónicas, produciendo el movimiento de la infraestructura de la clínica en niveles tan altos que pueden generar el daño estructural.	BAJO			MEDIO			BAJO
SOCIO-NATURALES				PROBABILIDAD DE OCURRENCIA					
	Incendios de Estructuras aledañas a la institución	Independiente al centro hospitalario los incendios y las cenizas son causales del deterioro estructural de las edificaciones.	BAJO		BAJO				BAJO
TECNOLOGICAS				PROBABILIDAD DE OCURRENCIA					
	Colapso de la red de alcantarillado municipal en el tramo del vertimiento	Las fallas en el sistema hidráulico de alcantarillado sanitario pueden generar el refluo de las aguas, daños e inutilidad en los equipos empleados el manejo de vertimientos	BAJO	BAJO					BAJO
PONDERADO DE PROBABILIDAD DE RIESGOS EXÓGENOS									BAJO

Fuente: Autor

5.4.1.1. Análisis y resultados de los riesgos endógenos identificados en la zona # 1. Mediante la ponderación de los resultados cualitativos obtenidos en la zona 1, se demuestra el grado de probabilidad de ocurrencia **MEDIA** para los riesgos endógenos. Este resultado es consecuencia del grado de susceptibilidad de los cuartos y del personal asistencial, respecto al manejo de material biológico y químico en inmediaciones de su generación. La susceptibilidad que enfrentan los operarios y el ambiente de trabajo (cuarto de vertimiento) se ve seriamente influenciada con el manejo de sustancias viscosas y líquidas las cuales pueden dificultar el manejo y disposición en la poceta de vertimientos, debido a que pueden llegar a ser derramadas fácilmente, obstruir y taponar la rejilla de desagüe de la poceta de vertimientos, a consecuencia de las características de difícil remoción sobre los elementos utilizados para el transporte y manejo de las sustancias, y al grado de riesgo biológico que representan para los operarios en el cuarto.

No obstante este margen representa una condición aceptable debido a que la clínica es consciente del grado de afectación que representa el manejo de este tipo de sustancias, para ello cuenta con elementos de atención inmediata dentro del cuarto (ver descripción de los cuartos de vertimientos y ANEXO B) y al serio compromiso de la institución por asegurar que el personal comprometido en las áreas se mantenga equipado con los elementos de protección necesarios para evitar accidentes o incidentes en los cuartos de vertimiento.

5.4.2 Identificación y análisis cualitativo de los riesgos en la zona # 2. A continuación con el empleo de tablas se van a identificar los riesgos que puedan surgir en la planta, tomando el pre diseño de la planta (Figura #13) para evaluar las amenazas endógenas de manera específica sobre los riesgos hidráulicos y de operación. Contemplando además los exógenos como lo son las variables sociales, biológicas y naturales.

5.4.2.1. Evaluación de riesgos hidráulicos de la zona 2.

Tabla 17. Evaluación de Riesgos Hidráulicos en la Zona # 2

ANÁLISIS DE LOS RIEGOS O AMENAZAS EN LA ZONA 2 : RECINTO OPERACIONAL DE LA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES									
Factor	Amenaza o riesgo	Módulos comprometidos	Tramo	Causas	Evaluación de la amenaza				
					EXP	CSC	PRB	G.PRB	
ENDOGENO	Taponamiento en la Tubería para Esguerrimiento de Lodos	Compartimiento de entrada	TLM #1-TLM#1-3-4	1) Presencia de materiales sólidos en los módulos de tratamiento.	6	1	7	BAJO	
		Trampa de Grasas	TLM#3-TLM#1-3-4		2) Inadecuada disposición de residuos en los cuartos de vertimientos para sustancias anatomopatológicas y químicas.	1	1	4	BAJO
		Tanque de Recepción	TLM#4-TLM#1-3-4						
		Tanque de Homogenización	TLM#5-TLM#1-3-4-5-6-8						
		Tanque de Aireación	TLM#6-TLM#1-3-4-5-6-8						
		Sedimentador de Alta Tasa	TLM#8-TLM#1-3-4-5-6-8	3) Ineficiencia en el la remoción de partículas sólidas en el sistema de pre tratamiento.					
		Filtro #1	TLM#10-TLM#1-3-4-5-6-8-10-11						
	Filtro #2	TLM#11-TLM#1-3-4-5-6-8-10-11	4) Carencia en la ejecución de las labores de mantenimiento en los módulos de la PTAR.						
	Lechos de Secado	UTL-TRL							
	Taponamiento en la Tubería de paso del efluente en tratamiento	Compartimiento de Llegada	TPE-TPM#1	1) Inadecuada disposición de materiales sólidos en los puntos de vertimiento de la clínica.	2	4	4	BAJO	
Canal de Cribado		TPM #1-TPM#2							
Trampa de Grasas		TPM#2-TPM#3	2) Desgaste o pérdida de vida útil de las tablas de cribado.						
Tanque de Recepción		TPM#3-TPM#4							

ANÁLISIS DE LOS RIEGOS O AMENAZAS EN LA ZONA 2 : RECINTO OPERACIONAL DE LA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES

Factor	Amenaza o riesgo	Módulos comprometidos	Tramo	Causas	Evaluación de la amenaza			
					EXP	CSC	PRB	G.PRB
		Tanque de Homogenización	TPM#4-TPM#5-Electro Bomba#1-TPM#5	3) Vertimiento inadecuado de materiales sólidos en los módulos de: Canal de cribado, Trampa de Grasas, Tanque de Recepción, Aireación, Sedimentador de alta Tasa y Tanque de Prueba 4) Ausencia en los procesos de mantenimiento del módulo. 5) Presencia de materiales solidos aglomerados o incrustados.				
		Tanque de Aireación	TPM#5-TPM#6					
		Sedimentador de Alta Tasa	TPM#6-TPM#8					
		Tanque de Equilibrio	TPM#8-TPM#9-Electro Bomba#2-TPM#9					
		Tanque de Filtro #1	TPM#9-TPM#10					
		Tanque de Filtro #2	TPM#10-TPM#11					
		Clorinador	TPM#11-TPM#12					
		Tanque de Prueba	TPM#12-TPM#13-TPS					
Ruptura y/o daño en la Tubería y accesorios utilizados para el Escurrimiento de Lodos		Compartimiento de entrada	TLM #1-TLM#1-3-4	1) Movimiento de placas tectónicas. 2)Tropiezo por parte del personal operario o visitantes 3)Inadecuada ejecución de las labores de operación y mantenimiento 4) Desgaste de los accesorios.	1	5	4	BAJO
		Trampa de Grasas	TLM#3-TLM#1-3-4					
		Tanque de Recepción	TLM#4-TLM#1-3-4					
		Tanque de Homogenización	TLM#5-TLM#1-3-4-5-6-8					
		Tanque de Aireación	TLM#6-TLM#1-3-4-5-6-8					
		Sedimentador de Alta Tasa	TLM#8-TLM#1-3-4-5-6-8					

ANÁLISIS DE LOS RIEGOS O AMENAZAS EN LA ZONA 2 : RECINTO OPERACIONAL DE LA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES

Factor	Amenaza o riesgo	Módulos comprometidos	Tramo	Causas	Evaluación de la amenaza			
					EXP	CSC	PRB	G.PRB
Ruptura en la Tubería de paso del efluente en tratamiento	Filtro #1		TLM#10-TLM#1-3-4-5-6-8-10-11					
	Filtro #2		TLM#11-TLM#1-3-4-5-6-8-10-11					
	Lechos de Secado		UTL-TRL					
	Compartimiento de Llegada		TPE-TPM#1	1) Movimiento de las placas tectónicas. (naturales) 2) Colocación de elementos pesados sobre la tubería. 3) Desprendimiento de los elementos colgantes que refuerzan la tubería de entrada 4) Ejecución inadecuada en las labores de mantenimiento o limpieza de la trampa de grasas. 5) Aplicación inadecuada de fuerzas sobre la tubería. 6) Sobre presión del flujo en tratamiento	1	10	4	BAJO
	Canal de Cribado		TPM #1-TPM#2					
	Trampa de Grasas		TPM#2-TPM#3					
	Tanque de Recepción		TPM#3-TPM#4					
	Tanque de Homogenización		TPM#4-TPM#5-Electro Bomba#1-TPM#5					
	Tanque de Aireación		TPM#5-TPM#6					
	Sedimentador de Alta Tasa		TPM#6-TPM#8					
	Tanque de Equilibrio		TPM#8-TPM#9-Electro Bomba#2-TPM#9					
	Tanque de Filtro #1		TPM#9-TPM#10					
	Tanque de Filtro #2		TPM#10-TPM#11					
Clorinador		TPM#11-TPM#12						
Tanque de Prueba		TPM#12-TPM#13-TPS						

Fuente: Autor

5.4.2.2. Evaluación de riesgos Operacionales de la zona #2

Tabla 18. Análisis de riesgos operacionales en la zona #2

ANÁLISIS DE LOS RIEGOS O AMENAZAS EN LA ZONA 2 : RECINTO OPERACIONAL DE LA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES							
Factor	Amenaza	Módulos comprometidos	Causa	Evaluación de la amenaza			
				EXP	CSC	PRB	G.PRB
ENDOGENO	Ruptura o Fraccionamiento del modulo	Compartimiento de Entrada	1) Golpe fuerte con elementos contundentes. 2) Desprendimiento de una pared del recinto por factores exógenos. 3) Pérdida de la vida útil o desgaste del módulo. 4) Manejo inadecuado del dispositivo.	1	10	4	BAJO
		Canal de Cribado					
		Trampa de Grasas					
		Tanque de Recepción					
		Tanque de Homogenización					
		Tanque de Aireación					
		Sedimentador de Alta Tasa					
		Tanque de Equilibrio					
		Tanque de Filtro #1					
		Tanque de Filtro #2					
		Clorinador Manual					
		Tanque de Prueba					
	Lechos de Secado						
	Presencia de materiales solidos o líquidos no vinculados al tipo de efluente tratado en la PTAR.	Compartimiento de Entrada	1) Inadecuado manejo y disposición sobre los puntos de vertimiento en la clínica. 2) Conexiones erradas en el sistema hidráulico de tuberías que conduce a la PTAR.	6	4	7	BAJO
		Canal de Cribado					
		Trampa de Grasas					
		Tanque de Recepción					
		Tanque de Aireación					

ANÁLISIS DE LOS RIEGOS O AMENAZAS EN LA ZONA 2 : RECINTO OPERACIONAL DE LA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES							
Factor	Amenaza	Módulos comprometidos	Causa	Evaluación de la amenaza			
				EXP	CSC	PRB	G.PRB
		Sedimentador de Alta Tasa	3) Introducción voluntaria e involuntaria de sustancias u objetos en los módulos abiertos. (sin tapa o removible)				
		Tanque de Prueba					
		Lechos de Secado					
	Caer a los módulos de tratamiento	Tanque de Aireación	1) Inadecuada ejecución en los procesos de mantenimiento y/o operación.	1	10	1	BAJO
		Sedimentador de Alta Tasa					
		Lechos de Secado					
Ausencia de pastillas de hipoclorito de sodio [3%]	Clorinador Manual	1) Desgaste acelerado de las pastillas. 2) Error humano. (Descuidar la dotación de las pastillas) 3) Desperdicio de las pastillas. 4) Robo	1	10	1	BAJO	
Formación de Espumas	Compartimiento de Llegada	1) Inadecuada disposición en los puntos de vertimiento 2) Alta presencia de detergentes (SAAM) 3) Vertimiento directo de detergentes sobre el tanque de aireación	6	1	7	BAJO	
	Tanque de Aireación						
Mortandad de Microorganismos	Tanque de Aireación	1) Presencia sustancias químicas con alto grado de peligrosidad. 2) Inexistencia de sustrato o lodos de depuración.	1	1	7	BAJO	

Fuente: Autor

5.4.2.3. Evaluación de riesgos Tecnológicos en la zona #2

Tabla 19. Riesgos Tecnológicos Zona #2

ANÁLISIS DE LOS RIEGOS O AMENAZAS EN LA ZONA 2 : RECINTO OPERACIONAL DE LA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES							
Factor	Amenaza	Módulos comprometidos	Causa	Evaluación de la amenaza			
				EXP	CSC	PRB	G.PRB
ENDOGENO	Rebose del Efluente Residual	Compartimiento de Llegada	1) Taponamiento en la tubería de paso. 2) Aumento en el caudal de entrada a la PTAR. 3) No funcionamiento de la bomba sumergible en el tanque de recepción. 4) Carencia en el control e inspección sobre el modulo. 5) Desconfiguración en el manejo del tiempo de retención hidráulico automatizado.	1	5	1	BAJO
		Trampa de Grasas					
		Tanque de Recepción					
		Tanque de Homogenización					
		Tanque de Aireación					
		Sedimentador de Alta Tasa					
	Tanque de Prueba						
	Mal Funcionamiento de la Bomba Sumergible	Tanque de Recepción	1) Pérdida de vida útil del aparato. 2) Presencia de material solido (atascamiento) 3) Irregularidad en el nivel de caudal a tratar. 4) Daño en el funcionamiento del tablero de control.	6	5	7	BAJO
		Tanque de Homogenización					
		Tanque de Equilibrio					
		Lechos de Secado					
	Irregularidad en el Funcionamiento de la Electro Bomba	Tanque de Homogenización	1) Pérdida de la vida útil del aparato. 2) Inadecuado manejo del dispositivo.	1	1	4	BAJO
Tanque de Equilibrio							
Sistema de Inyección de Aire							
No funcionamiento en el sistema de Inyección de Aire	Sistema de Inyección de Aire	1) Pérdida de vida útil o daño de vida útil de la electrobomba (blower). 2) Fuga de aire en la tubería de aireación posterior a la entrada en el módulo 6. 3) Aumento excesivo en el manto de lodos del módulo 6.	1	1	4	BAJO	
	Tanque de Aireación						

Fuente: Autor

5.4.2.4. Evaluación de riesgos biológicos en la zona #2

Tabla 20. Evaluación de Riesgos Biológicos Zona #2

ANÁLISIS DE LOS RIEGOS O AMENAZAS EN LA ZONA 2 : RECINTO OPERACIONAL DE LA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES							
Factor	Amenaza	Módulos comprometidos	Causa	Evaluación de la amenaza			
				EXP	CSC	PRB	G.PRB
ENDOGENO	Contacto con material Anatomopatológico y Químico	Compartimiento de Llegada	1) Ejecución inadecuada en las labores de mantenimiento e inspección sobre compartimiento de entrada.	6	10	7	<u>MEDIO</u>
		Canal de Cribado					
		Trampa de Grasas					
		Tanque de Recepción					
		Tanque de Aireación					
		Sedimentador de Alta Tasa					
		Tanque de Prueba					
Lechos de Secado							

Fuente: Autor

5.4.2.5. Evaluación de riesgos exógenos de la planta de tratamiento de aguas residuales (Zona #2)

Tabla 21. Evaluación de riesgos Exógenos de la zona #2

ANÁLISIS DE LOS RIEGOS O AMENAZAS EN LA ZONA 2 : RECINTO OPERACIONAL DE LA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES							
Factor	Infraestructura hospitalaria	Amenazas	Causa	Evaluación de la amenaza			
		Socio-naturales y tecnológicas		EXP	CSC	PRB	G.PRB
EXOGENO	Área de la planta de tratamiento para aguas residuales	Daño y/o desplome en la infraestructura externa del recinto de la PTAR.	1) Accidente vehicular. 2) Movimiento de placas tectónicas. 3) Desplome de infraestructuras aledas al recinto de la PTAR.	1	10	4	BAJO
		Incendios en infraestructuras aledañas	1) Fuga e incineración de compuestos volátiles 2) Explosiones de maquinaria o dispositivos.	1	10	4	BAJO
		Inaceptación Social por vertimiento de efluentes hospitalarios	Alto nivel de peligrosidad en las características infecciosas del efluente.	1	1	4	BAJO
		Inseguridad	1) Robo de equipos y dispositivos esenciales para la operación en el instituto hospitalario.	1	1	4	BAJO
		Sanciones de la Autoridad Ambiental Competente	No cumplimiento de la normativa nacional vigente para el vertimiento de efluentes hospitalarios.	1	1	1	BAJO
		Colapso de la red de alcantarillado municipal en el tramo del vertimiento	1) Mantenimiento de la redes 2) Aumento excesivo del caudal en la red de alcantarillado 3) Taponamiento en la tubería principal de recepción de las aguas residuales hospitalarias tratadas.	1	10	1	BAJO

Fuente: Autor

5.4.2.6. Análisis y resultados de los riesgos biológicos identificados en la zona # 2. El resultado de la evaluación de los riesgos en el área de planta es mostrado a continuación en la siguiente Tabla # 22, la cual abarca los siguientes aspectos: i) Los riesgos generales de la zona 2, ii) La valoración obtenida a partir de la evaluación cualitativa de los riesgos y iii) Las causas generales de los resultados obtenidos en la valoración de los riesgos.

Tabla 22. Resumen de resultados en la valoración de riesgos de la zona # 2

RESUMEN DE RESULTADOS EN LA VALORACIÓN DE LOS RIESGOS PARA EL ÁREA DE LA PTAR		
RIESGOS	VALORACIÓN	CAUSA
Hidráulicos	BAJO	Baja susceptibilidad de los elementos pertenecientes al área de la planta, frente al método de evaluación de la fórmula empleada.
Operacionales	BAJO	
Tecnológicos	BAJO	
Biológicos	MEDIO	Nivel medio de la susceptibilidad por riesgo biológico, frente al método de evaluación de la fórmula empleada.

Fuente: Autor

El análisis de la valoración demuestra el **BAJO** nivel de vulnerabilidad para las variables hidráulicas, operacionales y tecnológicas frente a los riesgos identificados en la zona # 2. La causa de este hecho es debido a la no ocurrencia o surgimiento de las amenazas identificadas en el área de la planta de tratamiento de aguas residuales de la clínica, esta situación le otorga a la institución el nivel aceptable en materia de prevención de riesgos en que lleva hasta el momento.

Por otra parte el análisis de la valoración para las variable biológica, señala como resultado en la tabla 22, el nivel de valoración **MEDIO** frente a los riesgos por contacto con material infeccioso al cual se exponen los operarios mientras realizan las labores de operación y mantenimiento sobre los compartimientos que tienen acceso directo al efluente hospitalario, distinguiendo los módulos de compartimiento

de llegada y canal de cribado, en los cuales se efectúan labores continuas de limpieza y mantenimiento. Demostrando un mayor índice de vulnerabilidad para los operarios o personas que se encuentren en la zona #2.

5.5. DETERMINACIÓN DE LA CARGA MICROBIOLÓGICA Y QUIMICA EN LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO DE LA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES PARA EFLUENTES HOSPITALARIOS

La determinación de la carga microbiológica patogénica en los procesos de tratamiento de los efluentes hospitalarios es realizada por medio de investigación bibliográfica (a nivel nacional e internacional) relacionada a los estudios llevados a cabo para la determinación de la carga microbiológica patogénica presente en aguas residuales hospitalarias sin y con la ejecución del proceso de inactivación (desinfección), hecho importante para establecer la eficiencia remoción de los microorganismos. De esta manera se establece la existencia de vida microbiológica de carácter resistente en los procesos previos y posteriores al tratamiento de cloración o inactivación [1] de los efluentes hospitalarios, reconociendo la etapa 1 para los procesos previos a la desinfección y etapa 2 para los posteriores.

Tabla 23. Identificación de la carga microbiológica patogénica en las etapas de tratamiento.

IDENTIFICACIÓN DE LA CARGA MICROBIOLÓGICA EN LA PTAR	
ETAPA 1	
PROCESO DE TRATAMIENTO	MICROORGANISMO IDENTIFICADO
Cribado	-Enterococcus [4] -Pseudomonas aeruginosa [1]
Trampa de Grasas	-Sthaphylococcus [4] -Salmonella [4]
Tanque de Aireación	-Shigella [4] -Legionella pneumophila[1]
Sedimentación	-Pseudomonas aeruginosa [1] -Salmonella [4]

IDENTIFICACIÓN DE LA CARGA MICROBIOLÓGICA EN LA PTAR	
Filtración	-Shigella [4] -Legionella pneumophila[1]
ETAPA 2	
PROCESO DE TRATAMIENTO	MICROORGANISMO IDENTIFICADO
Cloración	-Pseudomonas aeruginosa [1]
Tanque de prueba	-Legionella pneumophila [1]

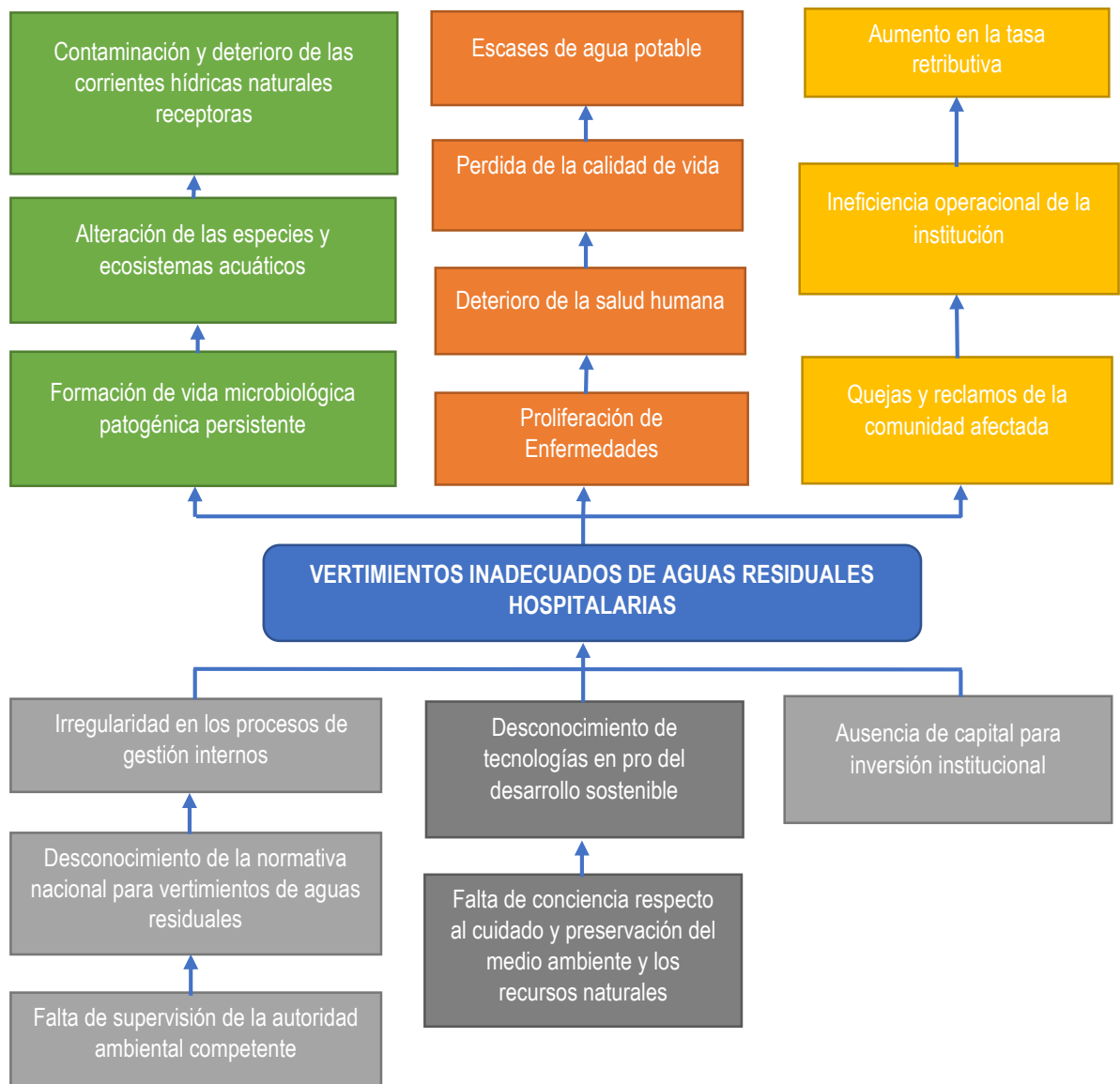
Fuente: Bibliografía señalada y adaptado por el Autor

La reducción de especies microbiológicas patogénicas en los procesos de tratamiento de sedimentación y filtración, se debe principalmente a la inyección de aire, el cual permite segregar las bacterias adheridas a los sólidos suspendidos, no obstante la precipitación de estos sólidos podría aumentar considerablemente la carga microbiológica en los lodos activados del módulo de sedimentación [4].

5.6. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS POR EL VERTIMIENTO DE AGUAS SIN TRATAR SOBRE EL CUERPO HÍDRICO RECEPTOR.

El diagrama (Figura #12) a continuación presenta las causas e impactos asociados al vertimiento de aguas residuales sin tratar sobre el cuerpo hídrico receptor.

Figura 12. Análisis de riesgos por el vertimiento de aguas sin tratar sobre el cuerpo hídrico receptor.



Fuente: Adaptado por el Autor mediante fuente bibliográfica del documento [17]

5.7. MEDIDAS DE CORRECIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS RIESGOS IDENTIFICADOS

Las medidas de corrección y mitigación son establecidas a partir de la identificación de los riesgos asociados al manejo de los efluentes hospitalarios, retomando las amenazas evaluadas en las zonas 1 y 2. En ellas se establece al igual la medida correctiva a emplear tras el surgimiento de la eventualidad.

5.7.1 Medidas correctivas para la zona # 1. Con el empleo de la siguiente tabla # 24, se hace evidencia de las medidas correctivas de los riesgos identificados en la zona 1.

Tabla 24. Medidas correctivas e identificación de contingencias para la Zona #1.

CORRECIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LA CONTINGENCIA ASOCIADA AL RIESGO	
<u>ZONA 1: CUARTOS O ÁREAS DE VERTIMIENTO</u>	
AMENAZAS	MEDIDA CORRECTIVA
TECNOLOGICAS E INFRAESTRUCTURA - OPERACIÓN	
HIDRÁULICAS	
Taponamiento y/o ruptura de la de la tubería conductora de los residuos líquidos hospitalarios a la PTAR.	-Contar con accesorios de repuesto involucrados en el sistema para vertimiento del agua anatomopatológico y química, tales como: 1) Tubería de PVC con diámetro de 3 pulgadas 7,5 cm 2) Codo con ángulo de 45°.
	-Desarrollar las prácticas operacionales relativas al vertimiento de manera adecuada.
	-Realizar Inspecciones continuas en los cuartos de vertimiento. (ANEXO A)
	Concientizar al personal asistencial de salud acerca del adecuado manejo de los efluentes hospitalarios. (Ver Tabla 29. programa de prevención y recuperación)
	CONTINGENCIA: -En caso de taponamiento en la tubería contar con elementos que permitan alcanzar de manera óptima el área de obstrucción. (Guaya y equipo de bombeo) -Seguimiento de la guía para procedimientos operacionales adecuados en los cuartos de vertimientos. [26]
Fuga y Rebose del sistema	Contar con repuestos para los accesorios pertenecientes al cuarto de vertimiento, tales como:

CORRECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LA CONTINGENCIA ASOCIADA AL RIESGO	
ZONA 1: CUARTOS O ÁREAS DE VERTIMIENTO	
AMENAZAS	MEDIDA CORRECTIVA
TECNOLOGICAS E INFRAESTRUCTURA - OPERACIÓN	
dosificador de la poceta de vertimiento	1) Poceta en acero inoxidable y Manguera.
	-Programación de inspecciones diarias los cuartos de vertimiento, por parte de personal capacitados en relación al adecuado manejo de los elementos del cuarto. (ANEXO A)
	-Capacitación al personal asistencial de salud y de aseo en relación al uso de los elementos pertenecientes al cuarto. (Ver Tabla 29. programa de prevención y recuperación)
	-Dotar el cuarto de vertimientos con elementos de acción rápida ante eventualidades de derrame, tales como: 1) Paños hidrofílicos. 2) Escoba y Traperos 3) Agente desinfectante (Hipoclorito de sodio [5%])
	CONTINGENCIA: - Elaboración de la guía para procedimientos operacionales adecuados en los cuartos de vertimientos -Elaboración de la guía para los procedimientos de limpieza y desinfección de los cuartos.
Daño de los Elementos auxiliares pertenecientes al cuarto de vertimientos	-Incorporación de estantes para la ubicación de los elementos auxiliares en el cuarto de vertimientos.
	-Contar con recipientes de repuesto color rojo de 20 litros para residuos peligrosos.
BIOLÓGICAS	
Contacto Directo con material Anatomopatológico y Químico	-Realizar inspecciones acerca del adecuado uso de los elementos de protección personal (EPP) sobre las personas mediadoras en la gestión de los efluentes hospitalarios.
	-Concientizar al personal asistencial de salud acerca de los riesgos biológicos latentes en los materiales anatomopatológico. (Ver Tabla 29. programa de prevención y recuperación)
	CONTINGENCIA: - Lave inmediatamente el área expuesta con agua y jabón germicida; Posteriormente, aplique solución desinfectante después de concluido el lavado. [10] - Proporcionar seguimiento médico estricto, medidas necesarias y evaluaciones serológicas.[10]
Contacto Directo con elementos Cortopunzantes	-Realizar visitas preventivas en las áreas de manejo de los elementos cortopunzantes, evaluando el adecuado manejo y uso de los elementos de protección personal.

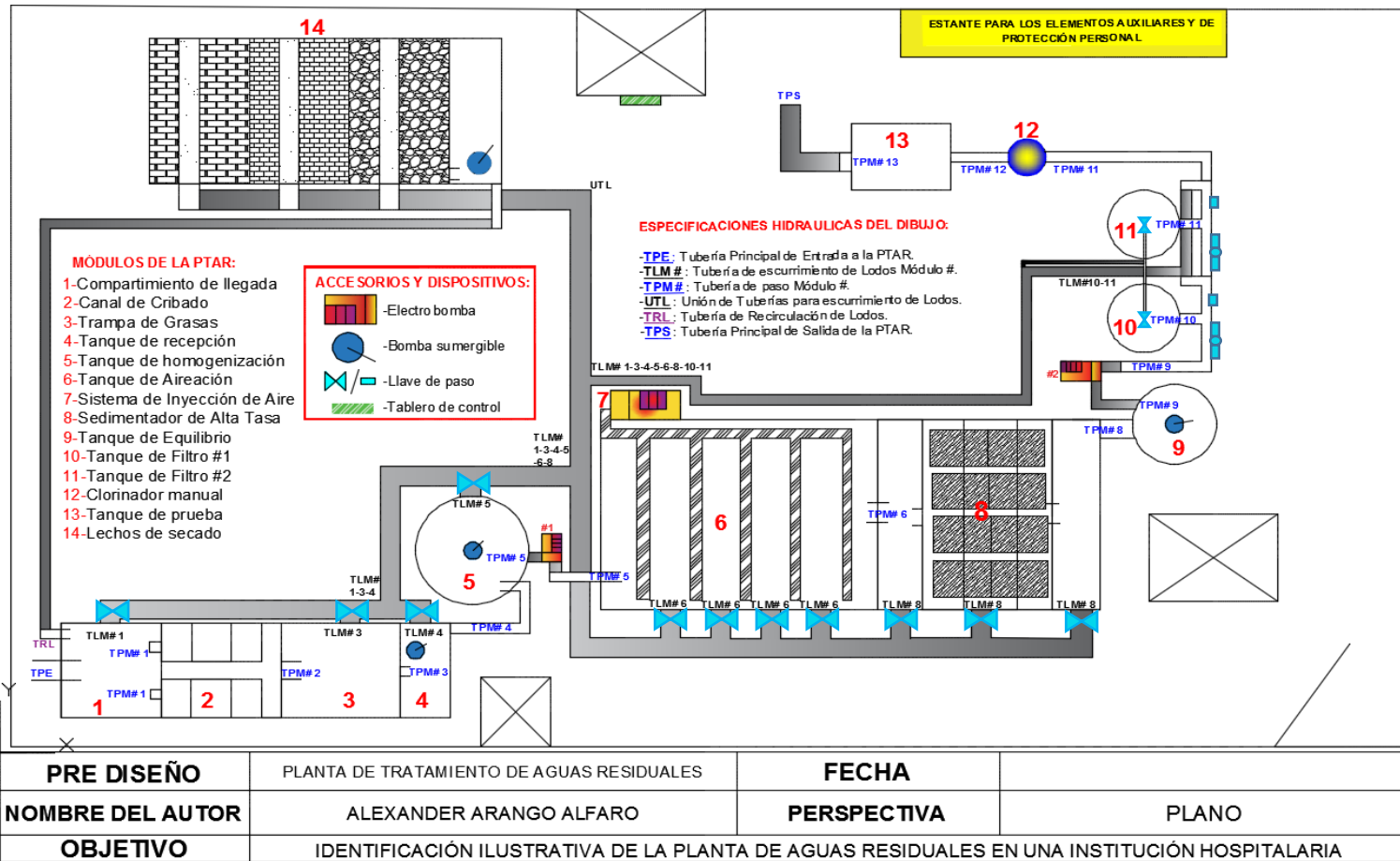
CORRECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LA CONTINGENCIA ASOCIADA AL RIESGO	
ZONA 1: CUARTOS O ÁREAS DE VERTIMIENTO	
AMENAZAS	MEDIDA CORRECTIVA
TECNOLOGICAS E INFRAESTRUCTURA - OPERACIÓN	
	<p>-Previo a realizar el vertimiento del residuo liquido verificar el estado del mismo identificando la no presencia de objetos cortopunzantes o elementos distintos a los mencionados en las características de agua residual hospitalaria generada en la zona 1 del presente proyecto.</p> <p>CONTINGENCIA:</p> <p>- Lave inmediatamente el área expuesta con agua y jabón germicida; si la herida está sangrando, apriétela o estimule el sangrado, siempre que el área corporal lo tolere. Posteriormente, aplique solución desinfectante después de concluido el lavado.[10]</p>
GESTIÓN INADECUADA DE LA INSTITUCIÓN	
Derrame de material liquido Anatomopatológico y Químico	-Elaboración de la guía para procedimientos operacionales adecuados en los cuartos de vertimientos
	- Capacitación sobre el manejo de residuos biológicos y químicos al personal nuevo de la institución en las áreas de aseo y auxiliar de medicina.
	-Ejecución del plan de contingencias contra los riesgos asociados al contacto directo con material anatomopatológico.
	<p>CONTINGENCIA:</p> <p>- Dar aviso inmediato al personal de aseo y desinfección. Registrando la eventualidad y las causales del incidente laboral.</p> <p>- Contener el esparcimiento del derrame con paños hidrofílicos.</p>
Suspensión de Actividades operacionales en el cuarto de vertimiento	-Programación de jornadas para la capacitación de todo el personal operativo en los cuartos de vertimientos.
NATURALES	
Movimientos Sísmicos	- <i>La infraestructura institucional fue planificada acorde a la normativa de construcción antisísmica. Decreto 926 del 2010 - Norma NSR-10</i>
	CONTINGENCIA: Seguir el plan de contingencias para la eventualidad de desastres naturales.
SOCIO-NATURALES	
Incendios de Estructuras	-Los cuartos de vertimiento y la totalidad de la clínica cuenta con sistemas electrónicos de detección de fuego.

CORRECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LA CONTINGENCIA ASOCIADA AL RIESGO	
<u>ZONA 1: CUARTOS O ÁREAS DE VERTIMIENTO</u>	
AMENAZAS	MEDIDA CORRECTIVA
TECNOLOGICAS E INFRAESTRUCTURA - OPERACIÓN	
aledañas a la institución	CONTINGENCIA: Seguir las medidas preventivas adoptadas por la brigada de emergencias del hospital
TECNOLOGICAS	
Colapso de la red de alcantarillado municipal en el tramo del vertimiento	-Suspender las actividades de vertimiento y esperar indicaciones por la empresa pública de alcantarillado.

Fuente: Alexandra Castañeda y Autor

5.7.2 Pre diseño de la PTAR. El pre diseño pretende presentar la distribución de los componentes de la planta y facilitar el entendimiento de las matrices correctivas para la zona # 2, exponiendo de manera ilustrativa el margen que presenta el área de trabajo respecto a las actividades a desempeñar por el operario en área de la planta. De esta manera se designan mediante el color gris la presencia de tuberías y accesorios que se encuentran a nivel del suelo, los cuales generan un nivel de susceptibilidad alto frente a posibles amenazas relacionadas al daño o mal funcionamiento de la planta, perjudicando en gran medida la salud integral de los operadores y visitantes que se encuentren dentro del área de la PTAR.

Figura 13. Pre diseño de planta de tratamiento de aguas residuales



Fuente: Adaptado por el autor

5.7.2.1 Medidas correctivas de la zona #2. Las medidas preventivas para la mitigación y control de los riesgos hidráulicos identificados en el recinto operacional de la planta de tratamiento de aguas residuales, es establecida en base al reconocimiento de cada uno de los componentes hidráulicos de la planta, para esto se destaca el pre diseño en vista plano de la PTAR (ver Figura #13). De esta manera se distingue a continuación únicamente las medidas correctivas para el módulo de los lechos de secado, debido a que este módulo alberga las amenazas, consecuencias, y las medidas correctivas necesarias para evidenciar el cumplimiento del objetivo específico planteado en el proyecto.

NOTA: Las medidas correctivas para los demás módulos que comprenden la planta de tratamiento e identificados tanto en el pre diseño de la planta como en el capítulo de identificación de la PTAR, se encuentran en el ANEXO D. Aclarando la necesidad de tomar en cuenta las especificaciones hidráulicas (contempladas en el inventario de los elementos hidráulicos de la PTAR ^[25]) para ejecutar de manera apropiada las medidas de corrección ante el surgimiento de las amenazas en los componentes hidráulicos.

Tabla 25. Medidas Correctivas de la Zona #2 (Lechos de Secado)

Amenazas en el sistema de tuberías	Tramo / accesorio	Tiempo de respuesta mínimo sin consecuencia	Consecuencia	Medida correctiva (una vez notificada la amenaza...)
Taponamiento en la tubería de escurrimiento de lodos	UTL-Lechos de Secado	< a 15 días	-Ruptura o desprendimiento de la tubería. -Mal funcionamiento en el sistema de recirculación de lodos.	La media correctiva para esta amenaza se encuentra señalada en la sección de taponamiento de la tubería para escurrimiento de lodos del tramo. tlm#6– tlm#1-3-4-5-6-8 (tratamiento secundario) (DEL ANEXO D)
Taponamiento en la tubería de recirculación de lodos.	Lechos de Secado-TRL			La media correctiva para esta amenaza se encuentra señalada en la sección de taponamiento de la tubería para escurrimiento de lodos del tramo. tpm#9-tpm#10 (tratamiento terciario) (DEL ANEXO D)
Ruptura en la tubería de escurrimiento de lodos	UTL-Lechos de Secado	< a 14 días	-No hay purga. -Acciones de corrección limitadas en el módulo.	La media correctiva para esta amenaza se encuentra señalada en la sección de ruptura de tubería de escurrimiento de lodos del tramo tlm#1-tlm#3. (DEL ANEXO D)
Ruptura en la tubería de recirculación de lodos	Lechos de Secado-TRL			la media correctiva para esta amenaza se encuentra señalada en la sección de ruptura de tubería de paso del tramo tpm#5-tpm#6 (tratamiento primario) (DEL ANEXO D)
Ruptura del módulo o pérdida de vida útil del módulo	-	< a 3 semanas	-No tratamiento de las aguas residuales. -Sanciones por parte de la autoridad ambiental competente.	La media correctiva para esta amenaza se encuentra señalada en la sección de ruptura del módulo o pérdida de vida útil del mismo para los módulos 1 y 2. (DEL ANEXO D)

Amenazas en el sistema de tuberías	Tramo / accesorio	Tiempo de respuesta mínimo sin consecuencia	Consecuencia	Medida correctiva (una vez notificada la amenaza...)
Contacto con material biológico infeccioso	Módulos comprometidos: Tanque de llegada, Canal de Cribado, Trampa de grasas, Tanque de Aireación, Sedimentador de Alta Tasa y Lechos de secado	Inmediato	-Contacto directo con material biológico infeccioso puede provocar según enfermedades laborales de propagación.	1) Tiempo de Reacción: Inmediato 2) Lavar la zona afectada con abundante agua y con el empleo de una sustancia antibacterial. 3) Si la zona afectada se encuentra influenciada bajo una herida abierta sobre la piel, notificar la eventualidad con el personal de ambiente físico y realizarse los chequeos médicos necesarios para descartar infecciones. Formatos de ayuda para el manejo de la amenaza: -Guía de operación y mantenimiento de la PTAR. ^[24]

Fuente: Autor

5.8. DETERMINACIÓN DEL PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y RECUPERACIÓN DE RIESGOS PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS LÍQUIDOS DEL INSTITUTO DE SALUD

5.8.1 Objetivo general del programa

Formular las acciones preventivas y de recuperación para los riesgos asociados al manejo de vertimientos líquidos anatomopatológicos y químicos de un instituto de salud.

5.8.1.1 Objetivos específicos del programa

-Promover un ambiente laboral adecuado para los trabajadores implicados en el manejo de las sustancias anatomopatológicas y químicas del centro hospitalario.

-Señalar las medidas de contingencia para la atención de los riesgos de la institución asociados al manejo de vertimientos líquidos anatomopatológicos y químicos.

Tabla 26. Programas de prevención y recuperación de riesgos del manejo y vertimiento del efluente hospitalario

PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y RECUPERACIÓN DE AMENAZAS RELACIONADAS AL SISTEMA DE MANEJO DE VERTIMIENTOS DE SUSTANCIAS RESIDUALES ANATOMOPATOLÓGICAS Y QUÍMICAS DE UN CENTRO DE SALUD					
TEMA	RESPONSABLE	OBJETIVO	META	INDICADOR	ACTIVIDAD
Capacitación y Concientización	-Unidad Ambiental	Dar a conocer a los operarios las acciones laborales adecuadas en las zonas involucradas en la gestión del efluente hospitalario.	Garantizar que el 95% de los operarios tengan conocimientos concretos relacionados a la ejecución de las actividades laborales.	$\left(\frac{\#personal\ capacitado}{\#personal\ total\ objeto}\right) \times 100$	1) Jornada de capacitación a los operarios sobre los riesgos y la ejecución adecuada de las actividades en las zonas de trabajo. - <u>Formatos de Apoyo: i)</u> Formato instructivo para el manejo de sustancias anatomopatológicas y químicas [26]. <u>ii)</u> Formato instructivo para la limpieza de cuartos de vertimiento y PTAR [27]. <u>iii)</u> Guía de operación y mantenimiento de la PTAR [24].
Control y Mantenimiento de los zonas de manejo del efluente hospitalario	-Unidad Ambiental -Personal asistencial de salud -Personal asistencial de limpieza y desinfección	Promover ambientes óptimos de trabajo para el desarrollo de las actividades diarias en el centro de salud	Establecer de manera permanente ambientes laborales adecuados en los zonas comprometidos en la gestión del efluente de salud en un 100%	$\left(\frac{N^{\circ}\ de\ mantenimientos\ realizados}{N^{\circ}\ de\ mantenimientos\ programados}\right) \times 100$ $\left(\frac{N^{\circ}\ de\ inspecciones\ realizadas}{N^{\circ}\ de\ inspecciones\ programadas}\right) \times 100$	1)Jornadas de inspección sobre los cuartos de vertimientos de la clínica 2)Mantenimiento de los módulos de la PTAR 3)Reunión con el fabricante de la planta 4)Ejecución de los formatos de inspección y vulnerabilidad de la PTAR 5)Recolección y disposición de los Lechos de secado

PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y RECUPERACIÓN DE AMENAZAS RELACIONADAS AL SISTEMA DE MANEJO DE VERTIMIENTOS DE SUSTANCIAS RESIDUALES ANATOMOPATOLÓGICAS Y QUÍMICAS DE UN CENTRO DE SALUD					
TEMA	RESPONSABLE	OBJETIVO	META	INDICADOR	ACTIVIDAD
					6) Muestreo de los parámetros de calidad referente al efluente hospitalario tratado en la planta - <u>Formatos de apoyo:</u> i) Guía de operación y mantenimiento de la PTAR [24]. ii) ANEXOS (A), (C), (B)
Seguridad y salud en el trabajo	-Unidad Ambiental -Jefe de Outsourcing -Jefe del personal asistencial de salud -Supervisor del personal de limpieza y desinfección	Mitigar la exposición a los riesgos asociados al manejo de sustancias anatomopatológicas y químicas en los zonas involucrados	Reducir a (cero) 0 los accidentes e incidentes laborales en los sitios de trabajo involucrados en el manejo y tratamientos de las sustancias hospitalarias residuales.	N° de Accidentes o Incidentes laborales al mes	1) Realizar inspecciones durante la ejecución de las labores operativas en las zonas. 2) Equipar las zonas de trabajo con elementos de protección y atención de emergencias. 3) Concientizar los operarios acerca de los riesgos biológicos por manipulación de sustancias anatomopatológicas y químicas. - <u>Formatos de ayuda:</u> i) Formato instructivo para el manejo de sustancias anatomopatológicas y químicas [26]. ii) Formato instructivo para la limpieza de los cuartos de vertimientos y PTAR [27]. iii) Guía de operación y mantenimiento de la PTAR [24]. iiiii) Inventario de los elementos hidráulicos de la

PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y RECUPERACIÓN DE AMENAZAS RELACIONADAS AL SISTEMA DE MANEJO DE VERTIMIENTOS DE SUSTANCIAS RESIDUALES ANATOMOPATOLÓGICAS Y QUÍMICAS DE UN CENTRO DE SALUD					
TEMA	RESPONSABLE	OBJETIVO	META	INDICADOR	ACTIVIDAD
					PTAR [24]. iiii) ANEXOS (A), (B)
Control de amenazas en los zonas involucrados en el manejo del efluente hospitalario	-Unidad Ambiental	Señalar las medidas de contingencia para la atención de los riesgos asociados al manejo de vertimientos líquidos anatomopatológicos y químicos.	Realizar atención del 100% ante el surgimiento de amenazas relacionadas al sistema de gestión y manejo del efluente hospitalario	$\left(\frac{N^{\circ} \text{ de Amenazas controladas}}{N^{\circ} \text{ de Amenazas detectadas}} \right) \times 100$	1) Realizar el diagnóstico periódico en cuanto al estado útil de los elementos del cuarto de vertimiento y de la PTAR. 2) Reconocer los elementos vulnerables en ambas zonas. 3) Iniciar la obtención de repuestos de dichos elementos para la atención de amenazas. 4) Ejecutar las medidas correctivas planteadas en el ANEXO D - <u>Formatos de ayuda:</u> i) Formato instructivo para el manejo de las sustancias anatomopatológicas y químicas [26], ii) ANEXOS (A),(C), (D)

Fuente: Autor

5.8.2 Cronograma de actividades para los programas de prevención y recuperación de riesgos asociados al manejo, tratamiento y vertimiento de las aguas residuales anatomopatológicas y químicas de la institución de salud

5.8.2.1. Programa de Capacitación y Concientización. A continuación se presenta la formulación del cronograma de las actividades abarcadas en el programa de Capacitación y concientización sobre el personal asistencial y operativo de la clínica involucrado en la gestión del efluente hospitalario

Tabla 27. Cronograma de Capacitación y Concientización

Cronograma del Programa de Capacitación y Concientización												
Actividad	Ejecución de las actividades por meses del año											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Jornada de capacitación de riesgos laborales.	■				■				■			
Jornada de capacitación para el adecuado manejo de sustancias biológicas y químicas en los cuartos de vertimiento.	■			■			■			■		
Jornada de capacitación para la adecuada limpieza sobre los cuartos de vertimientos y PTAR.		■			■			■			■	
Jornada de capacitación para la adecuada ejecución de las actividades de mantenimiento de la PTAR.		■				■				■		
Evaluar el personal operativo involucrado en la gestión del efluente residual de la institución.			■			■			■			

Fuente: Autor

5.8.2.2. Programa de Control y Mantenimiento de las zonas de manejo del efluente hospitalario. A continuación se presenta la formulación del cronograma de las actividades abarcadas en el programa de mantenimiento y control sobre las áreas involucradas en la gestión y manejo del efluente hospitalario

Tabla 28. Cronograma de control y mantenimiento

Cronograma del programa de Control y Mantenimiento de los zonas de manejo del efluente hospitalario												
Actividad	Ejecución de las actividades por meses del año											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Jornadas de inspección sobre los cuartos de vertimientos de la clínica y la PTAR	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de las rejillas de cribado y tanque de aireación	■		■		■		■		■		■	
Mantenimiento general de la PTAR.						■						■
Reunión con el fabricante de la planta						■						■
Ejecución de los formatos de inspección y vulnerabilidad de la PTAR				■				■				■
Recolección y disposición de los Lechos de secado					■					■		
Muestreo de los parámetros de calidad referente al efluente hospitalario tratado en la planta												■

Fuente: Autor

5.8.2.3. Programa de Seguridad y salud en el trabajo A continuación se presenta la formulación del cronograma de las actividades abarcadas en el programa de Seguridad y salud en el trabajo sobre el personal asistencial y operativo de la clínica involucrado en la gestión del efluente hospitalario.

Tabla 29. Cronograma de Seguridad y salud en el trabajo

Cronograma del programa de seguridad y salud en el trabajo												
Actividad	Ejecución de las actividades por meses del año											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Realizar inspecciones durante la ejecución de las labores operativas en los cuartos de vertimiento.		■		■		■		■		■		■
Realizar inspección durante la ejecución de las labores operativas en la PTAR	■		■		■		■		■		■	
Equipar las zonas de trabajo con elementos de protección y atención de emergencias.				■				■				■
Concientizar los operarios acerca de los riesgos biológicos por manipulación de sustancias peligrosas.	■				■				■			■
Evaluar los conocimientos del personal involucrado en el manejo del efluente hospitalario			■			■				■		
Incorporación de fichas técnicas de los compuestos químicos y materia biológico en los cuartos comprometidos en la gestión del efluente hospitalario					■					■		

Fuente: Autor

5.8.2.4. Programa de Control de amenazas en las zonas involucradas en el manejo del efluente hospitalario. A continuación se presenta la formulación del cronograma de las actividades abarcadas en el programa de control de amenazas sobre las áreas involucradas en la gestión y manejo del efluente hospitalario

Tabla 30. Cronograma del control de amenazas emergentes

Cronograma del programa de Control de amenazas en los zonas involucrados en el manejo del efluente												
Actividad	Ejecución de las actividades por meses del año											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Realizar el diagnóstico del estado útil de los elementos vulnerables de la planta y los cuartos de vertimiento	■				■				■			
Reconocimiento de los elementos vulnerables de la planta y los cuartos de vertimiento	■						■					
Proponer la obtención de repuestos de los elementos vulnerables de los zonas involucrados en la gestión del efluente		■										
Ejecución de las medidas correctivas de la PTAR en el caso del surgimiento de amenazas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Ejecución de los formatos de inspección y vulnerabilidad de la PTAR				■				■				■
Realizar limpieza y mantenimiento de los cuartos de vertimiento y la PTAR	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Realizar inspecciones sobre los cuartos de vertimiento y la PTAR		■		■		■		■		■		■

Fuente: Autor

5.8.3. Presupuesto del programa de prevención y recuperación de riesgos. A continuación en la tabla 31. Se formula el presupuesto aproximado para llevar a cabo el cumplimiento y ejecución del programa de prevención y recuperación de riesgos asociados al manejo de sustancias anatomopatológicas y químicas en el área de la PTAR de un centro de salud.

Tabla 31. Presupuesto del Programa de prevención y Recuperación para la planta

Presupuesto del Programa de Prevención y Recuperación para la planta				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor parcial (año)
Dotación de elementos de protección personal para los operarios de la planta (Guantes de caucho, Tapabocas industrial, Gafas Industriales, Guantes de Látex, Overol, Botas de caucho)	2 personas / 6 meses	12	105000COP	420000COP
Dotación de los elementos asistenciales para la operación en la planta (Pastillas de Hipoclorito, Escoba, Trapero, Recipiente Rojo, Limpiadores adsorbentes de uso industrial, Cepillo de cebras multi uso, Agente anti espumante, Microorganismos benéficos)	1/ 2 meses	1	584000COP	3504000COP
Estudio del análisis del agua residual de la planta	1 /1 año	1	2000000COP	2000000COP
Mantenimiento general de la PTAR	1 /6 meses	9 módulos	-	-
Sueldo de la persona que realice las labores de mantenimiento en la planta	1 persona /6 meses	1	660000COP	1320000COP
Repuesto de los elementos hidráulicos vulnerables de la Planta	GLT	1	-	-
Papelería para realizar las capacitaciones al personal	GLT	-	-	-
TOTAL				7.244.000COP

Fuente: Adaptado por el autor

NOTA: El valor parcial / año de siete millones doscientos cuarenta y cuatro mil pesos (7.244.000 COP), no abarca los costos por remplazo de los elementos hidráulicos vulnerables de la planta, los costos por mantenimiento general de cada módulo de la planta y los costos de papelería para capacitar al personal, este último ítem es en causa al gran margen de personal a capacitar en la institución y su vez es contrastado por el programa de reutilización de papel de la institución.

6. CONCLUSIONES

■ La identificación cualitativa de los riesgos asociados a la zona 1 (cuartos de vertimientos) evidencia un índice medio (ver numeración 5.4.1.2) en relación al grado de probabilidad respecto al contacto directo con material anatomopatológico y químico. En contraste a esto se encuentra la probabilidad mínima para la suspensión de actividades operacionales en el cuarto de vertimiento, esto es debido a que el instituto médico cuenta con personal de aseo y auxiliares de medicina capacitados frecuentemente por parte de la unidad de gestión ambiental de la clínica.

■ El taponamiento de tuberías tanto para el zona 1 (cuarto de vertimientos) y el zona 2 (recinto operacional de la PTAR) llega a presentar un índice de probabilidad alto en ambos casos, debido a que el sistema está compuesto por una red hidráulica de tuberías que recorre gran parte del instituto médico dejando únicamente de por medio el adecuado manejo de los residuos anatomopatológicos y químicos por parte del personal asistencial de salud.

■ El adecuado equipamiento de las zonas de trabajo 1 y 2 refleja el bajo nivel de riesgo (ver Tabla 16) que presenta para el surgimiento de eventualidades por derrame de material patológico. Sin embargo el personal operacional en dichas zonas debe hacer uso responsable de los elementos de protección personal (EPP) con el fin de asegurar a total cabalidad la protección y seguridad integral del trabajador y del ambiente laboral.

■ El método de evaluación de riesgos cualitativos para la zona 2 (planta de tratamiento de aguas residuales) se ve influenciado en los resultados obtenidos tras la valoración de los riesgos, debido al grado de sensibilidad que demuestra la

fórmula para evaluar riesgos de equipos tecnológicos adquiridos recientemente (nuevos).

- El empleo de las listas de chequeo para medir la vulnerabilidad de la planta es indispensable para prevenir riesgos hidráulicos y operacionales, los cuales pueden generar la discontinuación del tratamiento del efluente hospitalario, provocando impactos negativos en la institución en materia de seguridad y salud para los trabajadores, sanciones por parte de la autoridad ambiental competente y pérdidas económicas para la institución.

- Los riesgos asociados por factores exógenos tales como: movimientos sísmicos o incendios se ven seriamente disminuidos a causa del diseño estructural anti sísmico y la existencia de sensores de respuesta inmediata en presencia de humo del instituto de salud.

- En la actualidad no existen normativas nacionales específicas para el manejo o control de las aguas residuales hospitalarias o con un contenido apreciable de residuos farmacéuticos y microorganismos patogénicos.

- La ejecución de las actividades de los cronogramas del programa de prevención y recuperación pretende realizar mejora en la gestión de las zonas de trabajo, mediante: i) capacitación del personal asistencial y operativo de la clínica involucrado en el manejo de sustancias anatomopatológicas y químicas, ii) elaboración de las fichas de seguridad y iii) hacer inspección de manera continua en las zonas de trabajo, con el fin de velar por mantener ambientes de trabajo seguro y conservar la salud integral del trabajador.

7. RECOMENDACIONES

- Procurar que la gestión del manejo de las sustancias químicas en el área de laboratorios e intervención quirúrgica se realice mediante el empleo del jabón quirucidal, aplicando abundante agua en el enjuague en los elementos utilizados, con el fin de disminuir la concentración del jabón antiséptico y evitar la mortandad masiva de microorganismos benéficos. De igual manera asegurar que durante el lavado y desinfección de las pocetas de vertimiento (Zona 1) se lleve a cabo mediante el empleo de germicida amoniacal cuaternario.

- Dotar las pocetas de vertimiento con rejillas finas de desagüe con a fin de evitar la filtración de partículas sólidas que puedan generar taponamientos en la tubería de transporte de la sustancias anatomopatológicas y químicas a la planta de tratamiento de aguas residuales.

- Realizar la medición y análisis de los parámetros máximos permisibles conforme a la nueva norma con base al vertimiento de aguas residuales (Resolución 631 de 2015 y derogada por la Resol. 2659 del 29 de 2015) sobre el sistema de alcantarillado receptor. Permitiendo establecer nuevas metas y propósitos de mejorar la gestión ambiental de la clínica.

- Clausurar la llave de apertura para escurrimiento de lodos del módulo 1 (compartimiento de entrada) debido a que no hay control previo para los materiales solidos que puedan ser vertidos en en los cuartos de vertimiento (Zona 1 del presente documento), provocando el posible taponamiento de la tubería y posteriormente afectando el funcionamiento de los lechos de secado.

- Gestionar la compra de repuestos tales como: tuberías y placas de alta tasa empleados y utilizados en la zona 2 (Recinto de la PTAR), logrando así una respuesta eficiente y rápida frente a una eventualidad poco probable.

- Las técnicas de tratamiento convencionales *“como es evidenciado en el presente documento, mediante la presencia de microorganismos patogénicos aun después de la etapa de cloración- ver reseña bibliográfica [1]”* no resultan ser eficientes puesto que las características químicas y microbiológicas otorgadas a este tipo de aguas residuales representan un desafío más complejo para la remoción de contaminantes de carácter persistente.

- Llevar a cabo la incorporación de medidas preventivas mediante charlas de concientización y formatos informativos que conlleven al correcto manejo del cuarto de vertimientos, esto con el fin de asegurar el adecuado funcionamiento de los componentes de la planta de tratamiento.

- Ejecutar mediante el programa de prevención y recuperación del proyecto, las medidas correctivas establecidas mediante anexos de inspección e instrucción sobre las áreas comprometidas en la generación, tratamiento y disposición final del efluente hospitalario, con el fin de generar un ambiente de trabajo óptimo y cuidando la salud integral de los operarios en ambas zonas.

- Hacer un acople de paso universal en la tubería que conduce el efluente hacia la planta (identificada como TPE en el pre diseño de la PTAR), como medida de contingencia en el momento que se presenten daños en el módulo de entrada como: ruptura de la tubería de entrada (TPE), desplome de la base del módulo o problemas en la llave de paso del efluente hospitalario. Con el fin de evitar la discontinuación del proceso de tratamiento efectuado por la planta.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Chapter Seventeen – Presence and Control of *Legionella pneumophila* and *Pseudomonas aeruginosa* Biofilms in Hospital Water Systems / Ginny Moore, Jimmy Walker / Science Direct / <http://www.sciencedirect.com/consultaremot/upb.edu.co/science/article/pii/B9780123970435000177>

[2] Occurrence of antibiotics and antibiotic resistance genes in hospital and urban wastewaters and their impact on the receiving river / Sara Rodriguez-Mozaz, Sara Chamorro, Elisabet Marti, Belinda Huerta, Meritxell Gros, Alexandre Sánchez-Melsió, Carles M. Borrego, Damià Barceló, Jose Luis Balcázar / Science Direct / Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004313541400791X>

[3] Opportunistic Premise Plumbing Pathogens: Increasingly Important Pathogens in Drinking Water / Joseph O. Falkinham, Amy Pruden and Marc Edwards / Academic Editor: Mark W. LeChevallier

[4] Bacterial population changes in hospital effluent treatment plant in central India / V. Chitnisa , S. Chitnisa , K. Vaidyaa , S. Ravikanta , S. Patilb , D.S. Chitnis / Science Direct/ Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/consultaremot/upb.edu.co/science/article/pii/S004313540300558X#>

[5] 6. F. Gadelle, Sequía 1 (1995) 11

[6] N. Deloffre-Bonnamour, Les rejets de los Establecimientos de santé: des effluents liquides aux déchets solides. Memoire de Matrise, Universite Claude Bernard-Lyon 1, Institute Universitaire Professionnalise Genei. Lyon, 1995, p 75.

[7] Guía Técnica Colombiana GTC 104/ GESTIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL. PRINCIPIOS Y PROCESO

[8] Petri WA Jr, Haque R. Entamoeba species, including amebiasis. In: Mandell GL, Bennett JE, Dolin R, eds. *Principles and Practice of Infectious Diseases*. 7th ed. Philadelphia, Pa: Elsevier Churchill Livingstone; 2009: chap 273.

[9] Williams-Blangero S, VandeBerg JL, Subedi J, *et al* (abril 2002). «Genes on chromosomes 1 and 13 have significant effects on Ascaris infection». *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 99 (8): pp. 5533

[10] MINISTERIO DE SALUD. Dirección general de promoción y prevención. Programa nacional de prevención y control de las ETS/VIH/SIDA. Conductas básicas en bioseguridad: Manejo integral. Protocolo Básico para el Equipo de Salud. Disponible en: http://www.incolplas.com.co/manual_bioseguridad.html

[11] LIBRO: MANUAL PARA LA FORMACION DE NIVEL SUPERIOR EN PREVENCION DE RIESGOS LABORALES / AUTOR: Juan Carlos Rubio Romero / Año de Publicación: 2005 / METODO EVALUATIVO: William T. Fine; Pagina: 46.

[12] NTP 473: Estaciones depuradoras de aguas residuales: riesgo biológico /AUTORES: Angelina Constants Aubert, Rosa Maria Alonso E., Carme Martí S. LINK:http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_473.pdf

[13] MINSA [en línea] Disponible en: http://www.minsa.gob.pe/hama/Informaci%C3%B3n_Hma/1%20DATOS%20GENERALES/Instrume

ntos%20de%20Gesti%C3%B3n/MOF%20Manual%20de%20Organizaci%C3%B3n%20y%20Funciones%20HMA/%C3%93rganos%20de%20L%C3%ADnea/MOF%20Departamento%20de%20Cirug%C3%ADA.pdf

[14] MSSSI Unidad de cuidados intensivos. Estándares y recomendaciones. [en línea] Disponible en: <http://www.msssi.gob.es/organizacion/sns/planCalidadSNS/docs/UCI.pdf>

[15] ABASTUS Empaques. Contenedor Plástico. [en línea] Disponible en: http://abastus.com/product/familia/empaques?schflt%5Bfamilia%5D=864&schultid0=3998&PRODUCT_VIEW=grid&schultval=Contenedor+53+Lt.+Tapa+Vaiv%C3%A9n+%7C+Rojo

[16] CATORCE6 Normativa nacional de vertimientos. [en línea] Disponible en: <http://www.catorce6.com/index.php/component/k2/item/891-fijan-valores-l%C3%ADmites-m%C3%A1ximos-permisibles-en-vertimientos-puntuales>

[17] WHO [en línea] Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/medicalwaste/130to134.pdf

[18] INSHT Enfermedades de origen hídrico [en línea] Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTécnicas/NTP/Ficheros/401a500/n tp_473.pdf

[19] REGIONH Normativa Internacional en base a vertimientos hospitalarios en Dinamarca [en línea] Disponible en: <https://www.regionh.dk/english/environment/Climate-Strategy-for-the-capital-region/climate-and-environmental-initiatives/PublishingImages/Pages/State-of-the-art-purification-plant-ensures-the-water-in-%C3%98resund-is-clean/ENGKlimakatalogrensningsanlaeg.pdf>

[20] EPA Normativa Internacional en base a vertimientos hospitalarios en Estados Unidos [en línea] Disponible en: http://www.epa.gov/region4/ead/news/wastewater_tn.pdf

[21] NOHARM Normativa Internacional en base a vertimientos hospitalarios en Filipinas [en línea] Disponible en: <https://noharm-global.org/articles/blog/asia/wastewater-management-healthcare>

[22] RSC Normativa Internacional en base a vertimientos hospitalarios en Australia [en línea] Disponible en: <http://www.rsc.org/chemistryworld/News/2012/February/hospital-wastewater-treatment-pharmaceuticals-drugs-bioreactor.asp>

[23] REGIONH Normativa Internacional en base a vertimientos hospitalarios en Japón [en línea] Disponible en: <https://www.regionh.dk/english/environment/Climate-Strategy-for-the-capital-region/climate-and-environmental-initiatives/PublishingImages/Pages/State-of-the-art-purification-plant-ensures-the-water-in-%C3%98resund-is-clean/ENGKlimakatalogrensningsanlaeg.pdf>

[24] Guía de operación y Mantenimiento de la Planta de Aguas Residuales de la Institución / Guía institucional

[25] Inventario de elementos hidráulicos vulnerables de la PTAR / Inventario institucional formulado por el autor del documento

[26] Formato instructivo para el manejo de sustancias anatomopatológicas y químicas en los cuartos de vertimiento / Formato institucional formulado por el autor del documento

[27] Formato instructivo de limpieza y desinfección de los cuartos de vertimiento y PTAR / Formato institucional formulado por el autor del documento

ANEXOS

ANEXO A: Formatos de inspección cuartos de vertimientos Y PTAR

LISTA DE VERIFICACIÓN				
Inspección del Aseo y el Estado de los Cuartos de Vertimientos				
FECHA:		SERVICIO:		
EVALUADOR:		EVALUADO:		
ESTADO DEL CUARTO		SI	NO	OBSERVACIONES
Elementos del cuarto para vertimientos	Se encuentra señalizado en la puerta de acceso?			
	Está en Uso?			
	Cuenta con los Formatos de seguridad (fichas de seguridad) y procedimientos?			
	El cuarto cuenta con una adecuada iluminación?			
	El cuarto cuenta con una adecuada ventilación?			
	Hay sifón de drenaje dentro de la poceta?			
	El sifón de drenaje presenta Residuos sólidos retenidos?			
	La manguera para el lavado funciona con buena presión?			
	El cuarto cuenta con estantes para los elementos de recolección de fluidos?			
	El cuarto cuenta con recipiente rojo para residuos anatomopatológicos?			
ASEO DEL CUARTO		SI	NO	OBSERVACIONES
El cuarto de vertimientos se encuentra libres de residuos sólidos en el piso?				
El cuarto de vertimientos presenta manchas de sangre o de fluidos corporales en las paredes externa e internas de la poceta de desagüe?				
La rejilla desagüe se encuentra libre de residuos sólidos o viscosos?				
El personal encargado de la limpieza del cuarto realiza el aseo y desinfección con hipoclorito al 13% en 5000 ppm, aplicando únicamente sobre el recipiente rojo, el piso con el uso de escoba y en paredes con el uso de escoba y paño?				
Una vez se realizan las labores de aseo sobre paredes y pisos, el personal de Aseo realiza la limpieza al interior de la poceta de vertimiento aplicando agua en abundancia al desagüe, y luego Empleando Germicida Amoniacal Cuaternario (sin fragancia) al 1% mediante paño limpio y seco en aspersión?				
El personal de aseo utiliza los EPP (Guantes de látex y guantes negros de caucho, Gafas protectoras, Tapabocas de carbón, y Bata o traje)?				

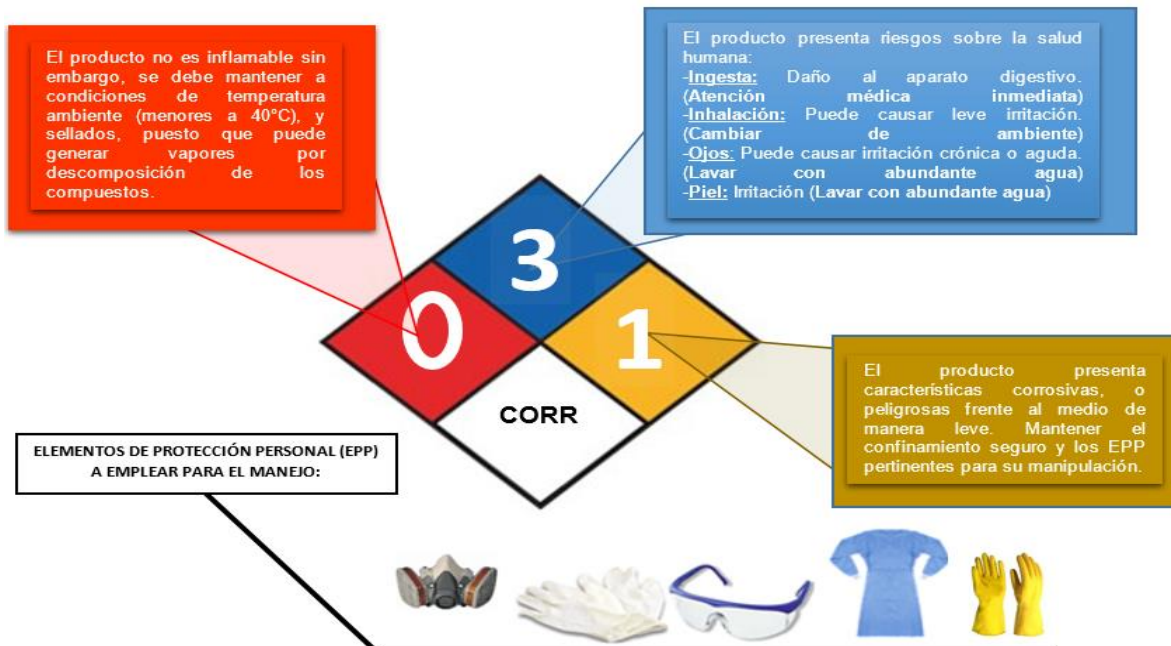
Fuente: Adaptado de procedimientos institucionales por el autor.

LISTA DE VERIFICACIÓN Inspección de la Planta de Tratamiento (PTAR)			
FECHA:	SERVICIO: ÁREA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO		
EVALUADOR:	EVALUADO: Persona a cargo de las labores de la PTAR.		
ESTADO DEL ÁREA DE LA PTAR	SI	NO	OBSERVACIONES
El área de la planta contempla todos los elementos pertenecientes y necesarios para asegurar la ejecución óptima de las labores de operación? Como: Recipiente Rojo y Verde, EPP: Mascara de Gases, Guantes de Caucho, Delantal de Plástico, Botas de Caucho, Tapabocas de Carbono, Guantes de látex y Gafas Protectoras?			
La persona encargada de la operación y/o mantenimiento de la PTAR, cumple con el porte adecuado de los EPP nombrados anteriormente?			
Se evidencia el desprendimiento de olores fuera del área de la PTAR?			
Se evidencia la generación de espuma en los sistemas de: Cribado o tanque de aireación?			
Se genera ruido de la PTAR durante un tiempo superior a 10 minutos?			
Se evidencia la decoloración o presencia de aceites (disolventes) con un olor característico a sustancias químicas de alto riesgo en los diferentes sistemas de tratamiento de la PTAR?			
Se presentan fugas o derrames en el sistema hidráulico de tuberías o tanques de la PTAR?			
Las superficies de los elementos de la PTAR se encuentran limpias y sin manchas o señales de corrosión?			
El dosificador de cloro se encuentra en el nivel adecuado para efectuar las labores de desinfección del afluente?			
Las válvulas de drenaje de lodos en los diferentes elementos que componen el sistema de la PTAR, se encuentran cerradas?			
Hay presencia de residuos de materia fecal, Compresas o residuos de gran tamaño en los diferentes sistemas de tratamiento que comprende el afluente?			
NOTA: EL ÁREA DE LA PTAR DE LA CLÍNICA ES CONTEMPLADA DE ALTO RIESGO DEBIDO A QUE LA MISMA ES RECEPTORA DE RESIDUOS LIQUIDOS PELIGROSOS, POR LO TANTO EL EVALUADOR Y/O ACOMPAÑANTE DEBE INGRESAR AL ÁREA UTILIZANDO TAPABOCAS Y GUANTES DE LATEX.			

Fuente: Adaptado de la guía de operación y mantenimiento de la PTAR por el autor.

ANEXO B: Fichas Técnicas

HIPOCLORITO DE SODIO PROCESO DE INACTIVACIÓN O DESINFECCIÓN



Fuente: <http://www.gtm.net/images/industrial/h/HIPOCLORITO%20DE%20SODIO%20AL%205%25.pdf> y Autor

GERMICIDA AMONIACAL CUATERNARIO ASEO SOBRE LOS PUNTOS O POCETAS DE VERTIMIENTOS DE ACERO INOXIDABLE



Fuente: Ficha de seguridad institucional adaptado por el Autor

MATERIAL ANATOMOPATOLÓGICO VERTIMIENTO EN LOS CUARTOS PARA SUSTANCIAS RESIDUALES HOSPITALARIAS

CLASIFICACIÓN DE EXPOSICIÓN	CONTINGENCIA TRAS EVENTUALIDAD
CLASE 1: Exposición de membranas mucosas, piel no intacta o lesiones percutáneas a sangre o líquidos corporales potencialmente contaminados, a los cuales se les aplica precauciones universales.	-Lave profusamente el área afectada con agua, solución salina y antiséptica. -Reportar el incidente o accidente -Seguimiento médico estricto, medidas necesarias y evaluaciones serológicas.
CLASE 2: Exposición de membranas mucosas y piel no intacta a líquidos los cuales no se les aplica precauciones universales o NO están visiblemente contaminados con sangre.	-Lave profusamente el área afectada con agua, solución salina y antiséptica -Reportar el incidente o accidente -Seguimiento médico estricto, medidas necesarias y evaluaciones serológicas.
CLASE 3: Exposición de piel intacta a sangre o líquidos corporales a los cuales se les aplica precauciones universales.	-Lave profusamente el área afectada con agua y jabón. -Reportar el incidente
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	
	

Fuente: Ministerio de Salud; Conductas Básicas de Bioseguridad y adaptado por el autor

QUIRUCIDAL LAVAMIENTO DE LOS ELEMENTOS ASISTENCIALES DE SALUD



Fuente: Ficha de seguridad institucional adaptado por el Autor

ANEXO C: Tablas de chequeo de la vulnerabilidad de la PTAR

La clasificación de la vulnerabilidad se da a partir de la respuesta marcada por el evaluador de la siguiente manera: **SI** (=1), cuando existe o tiene un nivel bueno; **NO** (=0), cuando no existe o tiene un nivel deficiente; o **PARCIAL** (=0.5), cuando la implementación no está terminada o tiene un nivel regular. (Fuente: <http://www.sire.gov.co/documents/12134/43764/A.3.4+Metodologias+AR.pdf/288b65be-c4d8-4d3f-a5f6-51942324e699>)

RANGO	INTERPRETACIÓN	COLOR
0.0 – 1.00	ALTA	ROJO
1.01 – 2.00	MEDIA	AMARILLO
2.01 – 3.00	BAJA	VERDE

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DE LOS MODULOS DE PRE TRATAMIENTO DE LA PTAR.										
PUNTO EVALUAR	COMPARTIMIENTO DE LLEGADA					CANAL DE CRIBADO				
	RESPUESTA			CLASIFICACIÓN	OBSERVACIÓN	RESPUESTA			CLASIFICACIÓN	OBSERVACIÓN
	SI	NO	PARCIAL			SI	NO	PARCIAL		
¿El tubo principal que conduce el agua a la PTAR se encuentra en buenas condiciones?										
¿El soporte del módulo se encuentra en buen estado?										
¿Las tuberías y/o canal de paso se encuentran en buen estado?										
¿Las tuberías de escurrimiento se encuentran en buen estado?										
¿El módulo en fibra de vidrio, se encuentra en buen estado?										
¿Las láminas perforadas de cribado están en buen estado?										
¿Se realizan inspecciones periódicas sobre el modulo?										
¿Se realiza mantenimiento a los módulos?										
PROMEDIO						PROMEDIO				

Fuente: Adaptado por el autor mediante la bibliografía señalada en el párrafo inicial del presente anexo.

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DE LOS MÓDULOS DE TRATAMIENTO PRIMARIO DE LA PTAR.										
PUNTO EVALUAR	TANQUE DE GRASAS				TANQUE DE HOMOGENIZACIÓN					
	RESPUESTA			CLASIFICACIÓN	OBSERVACIÓN	RESPUESTA			CLASIFICACIÓN	OBSERVACIÓN
	SI	NO	PARCIAL			SI	NO	PARCIAL		
¿El soporte de los módulos se encuentra en buen estado?										
¿Las tuberías y/o canal de paso se encuentran en buen estado?										
¿Las tuberías de escurrimiento se encuentran en buen estado?										
¿El módulo en fibra de vidrio, se encuentra en buen estado?										
¿La electrobomba del tanque de homogenización se encuentra en buen estado?										
PROMEDIO						PROMEDIO				

Fuente: Adaptado por el autor mediante la bibliografía señalada en el párrafo inicial del presente anexo.

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DE LOS MODULOS DE TRATAMIENTO SECUNDARIO DE LA PTAR.										
PUNTO EVALUAR	TANQUE DE AIREACIÓN				SEDIMENTADOR DE ALTA TASA					
	RESPUESTA			CLASIFICACIÓN	OBSERVACIÓN	RESPUESTA			CLASIFICACIÓN	OBSERVACIÓN
	SI	NO	PARCIAL			SI	NO	PARCIAL		
¿Se evidencia la existencia de solidos suspendidos en los módulos?										
¿Existe la presencia de olores fuertes provenientes de ambos módulos?										
¿Las tuberías y/o canal de paso se encuentran en buen estado?										
¿Las tuberías de escurrimiento se encuentran en buen estado?										
¿El módulo en fibra de vidrio, se encuentra en buen estado?										
¿El sistema de aireación funciona correctamente?										
PROMEDIO						PROMEDIO				

Fuente: Adaptado por el autor mediante la bibliografía señalada en el párrafo inicial del presente anexo.

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DE LOS MODULOS DE TRATAMIENTO TERCIARIO DE LA PTAR.										
PUNTO EVALUAR	CLORINADOR					LECHOS DE SECADO				
	RESPUESTA			CLASIFICACION	OBSERVACIÓN	RESPUESTA			CLASIFICACIÓN	OBSERVACION
	SI	NO	PARCIAL			SI	NO	PARCIAL		
¿El tubo principal que conduce el efluente al clorinador está en buen estado?										
¿El soporte del clorinador se encuentra en buen estado?										
¿El clorinador manual se encuentra cargado con pastillas (hipoclorito de sodio 5%)?										
¿Las tuberías de escurrimiento de lodos del módulo del lecho de secado se encuentran en buen estado?										
¿El módulo en fibra de vidrio, de los lechos de secado se encuentra en buen estado?										
¿El lecho filtrante ha sido cambiado con una periodicidad mínima de 3 meses?										
¿La bomba sumergible del módulo de los lechos de secado se encuentra funcionando de manera apropiada?										
¿La tubería de recirculación de lodos se encuentra en buen estado?										
PROMEDIO						PROMEDIO				

Fuente: Adaptado por el autor mediante la bibliografía señalada en el párrafo inicial del presente anexo

ANEXO D: Medidas correctivas de los riesgos de la planta de tratamiento de aguas residuales (ZONA #2)

MEDIDAS CORRECTIVAS HIDRÁULICAS: MÓDULO 1

Amenazas en el sistema de tuberías	Tramo / accesorio	Tiempo de respuesta mínimo sin consecuencia	Consecuencia	Medida correctiva (una vez notificada la amenaza...)
Taponamiento en la tubería principal de entrada (TPE)	TPE-TPM#1	< a 12 horas	-Reflujo de las aguas residuales. -Contaminación Olfativa.	<p>1-ACCIÓN: Realizar el reconocimiento del punto afectado y valorar el nivel de la amenaza con el fin formular las medidas correctivas.</p> <p>2-ACCIÓN: Notificar al instante con el personal de planta física y operación para notificar la amenaza y llevar al sitio los elementos necesarios para atender la eventualidad.</p> <p>3-ACCIÓN: Hacer uso de los elementos de protección personal para atender la eventualidad</p> <p>4-ACCIÓN: Si el área afectada se encuentra en el tramo que está anclado al techo, procurar no aplicar fuerzas sobre el tubo y el módulo de tratamiento.</p> <p>5-ACCIÓN: Con el empleo de una sonda liberar los sólidos incrustados o aglomerados en el tubo. Por medio de la válvula de entrada.</p> <p>6-ACCIÓN: Una vez resuelta la situación y abandonar el recinto, lavar los instrumentos con jabón desinfectante y/o partes afectadas en las personas involucradas.</p> <p>7-ACCIÓN: Notificar con el personal de aseo y desinfección para realizar las labores de limpieza. (Formato instructivo para el mantenimiento y limpieza de los cuartos de vertimientos [27] (aplica para la PTAR))</p>
Taponamiento en la tubería de lodos	TLM#1 – TLM#3	< a 14 días	-Ruptura o desprendimiento de la tubería. -Mal funcionamiento en el sistema de recirculación de lodos.	El tramo de escurrimiento de lodos en el módulo 1, se encuentra suspendido y/o clausurado debido a la alta presencia de materiales gruesos por inexistencia de pre tratamiento en el primero modulo.
Taponamiento en la tubería de paso	TPM#1 – TPM#2	< a 2 horas	-Rebose del efluente en el primer y segundo módulo. -Mayor exposición a contacto con material anatomopatológico y químico.	<p>1-ACCIÓN: Realizar el reconocimiento del punto afectado y valorar el nivel de la amenaza con el fin formular las medidas correctivas.</p> <p>2-ACCIÓN: Hacer uso de los elementos de protección personal para atender la eventualidad.</p> <p>3-ACCIÓN: Realizar limpieza de las tablas perforadas de cribado, retirando los sólidos encontrados en el canal y arrojándolos al recipiente rojo del recinto de la PTAR. (NO APLICA PARA TPM#1)</p> <p>4-ACCIÓN: Notificar al instante con el personal de planta física y operación para notificar la amenaza y llevar al sitio los elementos necesarios para atender la eventualidad. (NO APLICA PARA TPM#2)</p> <p>5-ACCIÓN: Hacer uso de los elementos de protección personal para atender la eventualidad</p>
Taponamiento en el canal de cribado	TPM#1 – TPM#2			

Amenazas en el sistema de tuberías	Tramo / accesorio	Tiempo de respuesta mínimo sin consecuencia	Consecuencia	Medida correctiva (una vez notificada la amenaza...)
				<p>6-ACCIÓN: Con el empleo de una sonda liberar los sólidos incrustados o aglomerados en el tubo.</p> <p>7-ACCIÓN: Una vez resuelta la situación y abandonar el recinto, lavar los instrumentos con jabón desinfectante y/o partes afectadas en las personas involucradas.</p> <p>8-ACCIÓN: Observar que el efluente retorne al flujo normal y notificar la eventualidad con la unidad ambiental de la clínica.</p>
Ruptura en la tubería de escurrimiento de lodos	TLM#1 – TLM#3	< a 14 días	<p>-No hay purga.</p> <p>-ACCIONES de corrección limitadas en el módulo.</p>	<p>1-ACCIÓN: Si hay se presenta fuga del agua residual en tratamiento, cerrar inmediatamente la válvula de paso en la tubería de lodos.</p> <p>2-ACCIÓN: En caso de que la válvula de la tubería de lodos no funcione, pasar a la medida correctiva de "Daño de Accesorios Hidráulicos".</p> <p>3-ACCIÓN: Notificar al instante con el personal de planta física y operación para informar la amenaza y llevar al sitio los elementos necesarios para atender la eventualidad.</p> <p>4-ACCIÓN: Buscar los elementos necesarios para reemplazar el tramo afectado. (Inventario de Elementos Vulnerables en la PTAR)[25]</p> <p>5-ACCIÓN: Desmontar la tubería afectada.</p> <p>6-ACCIÓN: Con un acople de tubo para 2" realizar la colocación de la tubería y fijar con el adhesivo epopsico para PVC.</p> <p>7-ACCIÓN: Esperar el tiempo necesario para la recuperación de la tubería y notificar con el personal de aseo y desinfección para realizar las labores de limpieza. (Formato instructivo de limpieza y desinfección de los cuartos de vertimientos [27] (aplica para la PTAR)).</p> <p>8-ACCIÓN: Notificar la eventualidad con unidad ambiental de la clínica y reportar los elementos de repuesto utilizados durante el manejo de la amenaza.</p>
Ruptura en la tubería de paso.	TPE-TPM#1	< a 1 día	<p>-Fuga del efluente residual.</p> <p>-Mayor exposición a contacto con material anatomopatológico y químico.</p> <p>-Ineficiencia en el proceso de tratamiento de las aguas residuales de la clínica.</p> <p>-Aumento en el nivel de riesgo para los operarios involucrados.</p>	<p>1-ACCIÓN: Notificar al instante con el personal de planta física y operación para informar la amenaza y llevar al sitio los elementos necesarios para atender la eventualidad.</p> <p>2-ACCIÓN: Extender un comunicado en las áreas donde hayan puntos de vertimientos con el fin de suspender las actividades de vertimiento hasta solucionar la situación.</p> <p>3-ACCIÓN: Hacer uso de los elementos de protección personal para atender la eventualidad.</p> <p>4-ACCIÓN: Si el área afectada se encuentra en el tramo que se está anclado al techo, procurar no aplicar fuerzas sobre el tubo y el módulo de tratamiento.</p> <p>5-ACCIÓN: Sellar la fuga en la tubería afectada y dar paso al efluente dando apertura en la rosca de la tubería principal, que se encuentra siguiente a la ramificación que conduce el efluente a la PTAR.</p> <p>6-ACCIÓN: Buscar los elementos necesarios para reemplazar el tramo afectado. (Inventario de Elementos Vulnerables en la PTAR)[25]</p> <p>7-ACCIÓN: Remover el sello de la tubería afectada y proceder a desmontar TPE.</p> <p>8-ACCIÓN: Con un acople de tubo para 6" realizar la colocación de la tubería y fijar con el adhesivo epopsico para PVC.</p>

Amenazas en el sistema de tuberías	Tramo / accesorio	Tiempo de respuesta mínimo sin consecuencia	Consecuencia	Medida correctiva (una vez notificada la amenaza...)
				<p>9-ACCIÓN: Una vez resuelta la situación, fomentar a los operarios lavar los instrumentos con jabón desinfectante y/o partes afectadas en las personas involucradas.</p> <p>10-ACCIÓN: Esperar el tiempo necesario para la recuperación de la tubería y notificar con el personal de aseo y desinfección para realizar las labores de limpieza. (Formato instructivo para el mantenimiento y limpieza de los cuartos de vertimientos [27] (aplica para la PTAR)).</p> <p>11-ACCIÓN: Notificar la eventualidad con unidad ambiental de la clínica y reportar los elementos de repuesto utilizados durante el manejo de la amenaza.</p> <p>12-ACCIÓN: Cuando la eventualidad este corregida, cerrar la rosca de paso en la tubería principal y extender nuevamente el comunicado sobre las áreas para dar apertura a los cuartos de vertimiento.</p>
Ruptura en la tubería de paso TPM#1- TPM#2 y daño sobre las placas de cribado	TPM#1- TPM#2	< a 1 día	<ul style="list-style-type: none"> -Fuga del efluente residual. -Mayor exposición a contacto con material anatomopatológico y químico. -Ineficiencia en el proceso de tratamiento de las aguas residuales de la clínica. -Aumento en el nivel de riesgo para los operarios involucrados. 	<p>2-ACCIÓN: Realizar el reconocimiento del punto afectado y valorar el nivel de la amenaza con el fin formular las medidas correctivas.</p> <p>3-ACCIÓN: Notificar al instante con el personal de planta física y operación para notificar la amenaza y llevar al sitio los elementos necesarios para atender la eventualidad.</p> <p>3-ACCIÓN: Hacer uso de los elementos de protección personal para atender la eventualidad</p> <p>4-ACCIÓN: Buscar los elementos necesarios para reemplazar el tramo afectado. (ANEXO: Inventario de Elementos Vulnerables en la PTAR)</p> <p>4-ACCIÓN: Cerrar la válvula TPE y esperar a que el nivel del efluente disminuya dentro del tanque para proceder atender el tubo afectado. (APLICA PARA TPM#1)</p> <p>5-ACCIÓN: Cerrar la válvula TPE y hacer limpieza sobre el canal de cribado para proceder a cambiar las láminas perforadas. (APLICA PARA TPM#2)</p> <p>6-ACCIÓN: Con un acople de tubo para 2" realizar la colocación de la tubería y fijar con el adhesivo epoxico para PVC. (APLICA PARA TPM#1)</p> <p>10-ACCIÓN: Esperar el tiempo necesario para la recuperación de la tubería y abrir la válvula de paso TPE.</p> <p>6-ACCIÓN: Una vez resuelta la situación y abandonar el recinto, lavar los instrumentos con jabón desinfectante y/o partes afectadas en las personas involucradas.</p> <p>11-ACCIÓN: Notificar la eventualidad con unidad ambiental de la clínica y reportar los elementos de repuesto utilizados durante el manejo de l</p>
Daño en los Accesorios hidráulicos	1)Válvula TPE 2)Válvula TLM#1	< a 1 día	<ul style="list-style-type: none"> -Fuga de efluente residual sin tratar. -Mayor exposición con material anatomopatológico y químico. -Acumulación de efluente residual sin tratamiento. 	<p>1-ACCIÓN: Si notifica alguna fuga en la válvula de paso TPE o TLM#1.</p> <p>2-ACCIÓN: Hacer uso de los elementos de protección personal inmediatamente para hacer manejo de la situación.</p> <p>3-ACCIÓN: Tratar de sellar la fuga.</p> <p>4-ACCIÓN: Notificar al instante con el personal de planta física y operación para informar la amenaza y llevar al sitio los elementos necesarios para atender la eventualidad.</p> <p>5-ACCIÓN: Buscar los elementos necesarios para reemplazar el tramo afectado. (ANEXO: Inventario de Elementos Vulnerables en la PTAR)</p>

Amenazas en el sistema de tuberías	Tramo / accesorio	Tiempo de respuesta mínimo sin consecuencia	Consecuencia	Medida correctiva (una vez notificada la amenaza...)
				<p>6-ACCIÓN: Si la situación se presenta en la tubería TPE. Realizar una perforación en el tubo justo debajo del módulo #1 de manera cuidadosa, con el fin de descargar las aguas residuales del tubo y facilitar la ejecución de las medidas correctivas sobre la válvula de paso. (APLICA PARA TPE)</p> <p>7-ACCIÓN: Si la situación se presenta en la tubería de lodos TLM#1. Cerrar la válvula de paso TPE y esperar a que se desocupe el tanque de recepción. (APLICA PARA TLM#1)</p> <p>8-ACCIÓN: Proceder a la desinstalación y reposición del accesorio afectado. Mediante la utilización de acople para tubería de 2" TLM#1 y de 6" para TPE y adhesivo epoxico.</p> <p>9-ACCIÓN: Esperar el tiempo necesario para la recuperación del accesorio.</p> <p>10-ACCIÓN: En el caso de la tubería de paso TPE, realizar nuevamente el acople de las tuberías y sellar la perforación realizada. (NOTA: Se recomienda instalar una Tee universal con apertura de rosca en la tubería donde se realizó la perforación)</p> <p>11-ACCIÓN: En el caso de la tubería TLM#1, retirar el sello y proceder a colocar el accesorio sobre la tubería comprometida.</p> <p>12-ACCIÓN: Esperar el tiempo necesario para la recuperación de la tubería y los accesorios y abrir la válvula de paso TPE.</p> <p>13-ACCIÓN: Notificar la eventualidad con unidad ambiental de la clínica y reportar los elementos de repuesto utilizados durante el manejo de la amenaza.</p>
Ruptura del módulo o pérdida de vida útil del módulo	-	< a 3 semanas	<p>-No tratamiento de las aguas residuales.</p> <p>-Sanciones por parte de la autoridad ambiental competente.</p>	<p>1-ACCIÓN: Hacer uso de los elementos de protección personal necesarios.</p> <p>2-ACCIÓN: Dependiendo del módulo afectado inhabilitar los dispositivos tecnológicos para evitar la continua fuga del efluente residual.</p> <p>3-ACCIÓN: Cerrar la válvula de entrada a la PTAR, TPE y dejar que el resto de los sistemas realicen la operación de tratamiento hasta desocupar los módulos.</p> <p>4-ACCIÓN: Abrir la rosca de la tubería principal, que se encuentra siguiente a la ramificación que conduce el efluente a la PTAR.</p> <p>5-ACCIÓN: Aislar la zona afectada y asegurar los dispositivos tecnológicos o elementos de protección vulnerables ante el surgimiento de la amenaza.</p> <p>6-ACCIÓN: Notificar con el personal de aseo y desinfección para realizar las labores de limpieza. (Formato instructivo para el mantenimiento y limpieza de los cuartos de vertimientos [27](aplica para la PTAR)).</p> <p>7-ACCIÓN: Extender un comunicado en las áreas donde hayan puntos de vertimientos con el fin de suspender las actividades de vertimiento hasta solucionar la situación.</p> <p>8-ACCIÓN: Identificar las razones del surgimiento de la eventualidad y tomar registro y evidencias del hecho.</p> <p>9-ACCIÓN: Notificar la eventualidad con la unidad ambiental de la clínica.</p> <p>10-ACCIÓN: Ponerse en comunicación con el fabricante.</p>

Amenazas en el sistema de tuberías	Tramo / accesorio	Tiempo de respuesta mínimo sin consecuencia	Consecuencia	Medida correctiva (una vez notificada la amenaza...)
				<p>11-ACCIÓN: Si el modulo no se encuentra en garantía, realizar la gestión de la reposición del módulo con el departamento de compras.</p> <p>12-ACCIÓN: Informar a las áreas con cuartos de vertimiento la suspensión temporal y las medidas a adoptar hasta nuevo aviso. (Inactivación de productos)</p> <p>13-ACCIÓN: Comunicar con la autoridad ambiental competente la eventualidad y el tiempo estimado para retornar las actividades de tratamiento.</p>

Fuente: Adaptado del pre diseño de la planta por el autor

MEDIDAS CORRECTIVAS HIDRÁULICAS: MÓDULO 2, 3, 4 Y 5

Amenazas en el sistema de tuberías	Tramo / accesorio	Tiempo de respuesta mínimo sin consecuencia	Consecuencia	Medida Correctiva (Una vez Notificada la Amenaza...)
Taponamiento en la tubería de Paso	TPM#2-TPM#3 TPM#4-TPM-5	< a 2 horas	-Rebose del efluente en el tercer y cuarto modulo. -Mayor exposición a contacto con material anatomopatológico y químico.	<p>1-ACCIÓN: Realizar el reconocimiento del punto afectado y valorar el nivel de la amenaza con el fin formular las medidas correctivas.</p> <p>2-ACCIÓN: Notificar al instante con el personal de planta física y operación para notificar la amenaza y llevar al sitio los elementos necesarios para atender la eventualidad.</p> <p>3-ACCIÓN: Hacer uso de los elementos de protección personal para atender la eventualidad</p> <p>4-ACCIÓN: Cerrar la válvula TPE y abrir la válvula de escurrimiento de lodos del módulo 4 y esperar a que el nivel del efluente disminuya dentro del tanque para introducir la sonda. (APLICA SOLO PARA TPM#4)</p> <p>5-ACCIÓN: Cerrar la válvula TPE y abrir la válvula de escurrimiento de lodos del módulo 3 y esperar a que el nivel del efluente disminuya dentro del tanque para introducir la sonda. (APLICA SOLO PARA TPM#3)</p> <p>6-ACCIÓN: Cerrar la válvula de escurrimiento de lodos.</p> <p>7-ACCIÓN: Con el empleo de una sonda liberar los sólidos incrustados o aglomerados en el tubo.</p> <p>8-ACCIÓN: Una vez resuelta la situación abrir la válvula TPE y fomentar a los operarios lavar los instrumentos con jabón desinfectante y/o partes afectadas en las personas involucradas.</p> <p>9-ACCIÓN: Observar que el efluente retorne al flujo normal y notificar la eventualidad con la unidad ambiental de la clínica.</p>

Amenazas en el sistema de tuberías	Tramo / accesorio	Tiempo de respuesta mínimo sin consecuencia	Consecuencia	Medida Correctiva (Una vez Notificada la Amenaza...)
Taponamiento en la tubería de lodos	TLM#3– TLM#4 TLM#1-3-4 / TLM#5	< a 14 días	-Ruptura o desprendimiento de la tubería. -Mal funcionamiento en el sistema de recirculación de lodos.	<p>1-ACCIÓN: Realizar el reconocimiento del punto afectado y valorar el nivel de la amenaza con el fin formular las medidas correctivas.</p> <p>2-ACCIÓN: Notificar al instante con el personal de planta física y operación para notificar la amenaza y llevar al sitio los elementos necesarios para atender la eventualidad.</p> <p>3-ACCIÓN: Hacer uso de los elementos de protección personal para atender la eventualidad</p> <p>4-ACCIÓN: Cerrar la válvula TPE y proceder a introducir la sonda por la tubería de lodos del módulo 3 y 4.</p> <p>5-ACCIÓN: Repetir la acción hasta que sean liberados los sólidos aglomerados o incrustados en la tubería, chequeando el módulo de lechos de secado. (APLICA PARA EL TLM#3-TLM#4)</p> <p>6-ACCIÓN: Si la acción anterior no demuestra resultados, proceder a Cerrar las válvulas 3 y 4 y desprender por la unión en codo del tramo TLM#1-3-4 Y TLM#5.</p> <p>7-ACCIÓN: Introducir nuevamente la sonda en el nuevo tramo hasta liberar los elementos sólidos aglomerados o incrustados en la tubería. (APLICA PARA EL TLM#1-3-4 / TLM#5)</p> <p>8-ACCIÓN: Hacer unión de la tubería en los tramos afectados y cerrar nuevamente las válvulas de escurrimiento de lodos del módulo 3 y 4.</p> <p>9-ACCIÓN: Abrir la válvula TPE nuevamente.</p> <p>10-ACCIÓN: Una vez resuelta la situación, fomentar a los operarios lavar los instrumentos con jabón desinfectante y/o partes afectadas en las personas involucradas.</p> <p>11-ACCIÓN: Notificar con el personal de aseo y desinfección para realizar las labores de limpieza. (Formato instructivo para el mantenimiento y limpieza de los cuartos de vertimientos [27] (aplica para la PTAR)).</p> <p>12-ACCIÓN: Observar que el efluente retorne al flujo normal y notificar la eventualidad con la unidad ambiental de la clínica.</p>
Taponamiento en la tubería de paso	TPM#5- TPM#6	< a 2 horas	-Rebose del efluente en el primer y segundo módulo. -Mayor exposición a contacto con material anatomopatológico y químico.	<p>1-ACCIÓN: Realizar el reconocimiento del punto afectado, descartando fallas tecnológicas por parte de los dispositivos: Bomba sumergible y Electro Bomba en el tablero de control.</p> <p>2-ACCIÓN: Si es descartado la amenaza tecnológica, proceder a inhabilitar la bomba sumergible del módulo 4 y abrir la tubería de escurrimiento de lodos de los módulos 4 y 5.</p> <p>3-ACCIÓN: Notificar al instante con el personal de planta física y operación para notificar la amenaza y llevar al sitio los elementos necesarios para atender la eventualidad.</p> <p>4-ACCIÓN: Una vez desocupado el módulo 5, proceder a desprender la tubería del tramo TPM#4 - TPM#5.</p> <p>5-ACCIÓN: Introducir la sonda hasta liberar los sólidos aglomerados o incrustados en la tubería.</p>

Amenazas en el sistema de tuberías	Tramo / accesorio	Tiempo de respuesta mínimo sin consecuencia	Consecuencia	Medida Correctiva (Una vez Notificada la Amenaza...)
				<p>6-ACCIÓN: Acoplar nuevamente el tramo afectado y cerrar la válvula de escurrimiento de lodos # 4 y 5.</p> <p>7-ACCIÓN: Una vez resuelta la situación, fomentar a los operarios lavar los instrumentos con jabón desinfectante y/o partes afectadas en las personas involucradas.</p> <p>8-ACCIÓN: Notificar con el personal de aseo y desinfección para realizar las labores de limpieza. (Formato instructivo para el mantenimiento y limpieza de los cuartos de vertimientos [27] (aplica para la PTAR)).</p> <p>9-ACCIÓN: Observar que el efluente retorne al flujo normal y notificar la eventualidad con la unidad ambiental de la clínica.</p>
Ruptura en la tubería de escurrimiento de lodos	TLM#3-TLM#4 TLM#1-3-4 / TLM#5	< a 14 días	<ul style="list-style-type: none"> -No hay purga - ACCIONES de corrección limitadas en el módulo. 	La media correctiva para esta amenaza se encuentra señalada en la sección de ruptura de tubería de escurrimiento de lodos del tramo tlm#1-tlm#3. (<u>Módulo 2 del presente documento</u>)
Ruptura en la tubería de paso.	TPM#4-TPM#5	< a 1 día		<p>1-ACCIÓN: Hacer uso de los elementos de protección personal.</p> <p>2-ACCIÓN: Tratar de sellar la fuga de inmediato.</p> <p>3-ACCIÓN: Si no es posible sellar la tubería, Inhabilitar la bomba sumergible del módulo 4 y abrir la válvula para escurrimiento de lodos del módulo 4 hasta solucionar la situación.</p> <p>4-ACCIÓN: Notificar al instante con el personal de planta física y operación para informar la amenaza y llevar al sitio los elementos necesarios para atender la eventualidad.</p> <p>5-ACCIÓN: Buscar los elementos necesarios para reemplazar el tramo afectado. (ANEXO: Inventario de Elementos Vulnerables en la PTAR)</p> <p>6-ACCIÓN: Desmontar la tubería afectada.</p>
Ruptura en la tubería de paso	TPM#5-TPM#6	< a 1 día	<ul style="list-style-type: none"> -Fuga del efluente residual. -Mayor exposición a contacto con material anatomopatológico y químico. -Ineficiencia en el proceso de tratamiento de las aguas residuales de la clínica. -Aumento en el nivel de riesgo para los operarios involucrados. 	<p>7-ACCIÓN: Con un acople de tubo para 1 1/2" realizar la colocación de la tubería y fijar con el adhesivo epoxico para PVC.</p> <p>8-ACCIÓN: Esperar el tiempo necesario para la recuperación de la tubería y notificar con el personal de aseo y desinfección para realizar las labores de limpieza. (Formato instructivo para el mantenimiento y limpieza de los cuartos de vertimientos [27] (aplica para la PTAR)).</p> <p>9-ACCIÓN: Cerrar nuevamente la válvula de escurrimiento de lodos del módulo 4 y habilitar la bomba sumergible del mismo modulo.</p> <p>10-ACCIÓN: Notificar la eventualidad con unidad ambiental de la clínica y reportar los elementos de repuesto utilizados durante el manejo de la amenaza.</p>
Ruptura del módulo o pérdida de vida útil del módulo	-	< a 3 semanas	<ul style="list-style-type: none"> -No tratamiento de las aguas residuales. -Sanciones por parte de la autoridad ambiental competente. 	La media correctiva para esta amenaza se encuentra señalada en la sección de ruptura del módulo o pérdida de vida útil del mismo para los módulos 1 y 2.

Amenazas en el sistema de tuberías	Tramo / accesorio	Tiempo de respuesta mínimo sin consecuencia	Consecuencia	Medida Correctiva (Una vez Notificada la Amenaza...)
Daño en los Accesorios hidráulicos	2)Válvula TLM#5 3)Válvula TLM#3	< a 1 día	-Fuga de efluente residual sin tratar. -Mayor exposición con material anatomopatológico y químico. -Acumulación de efluente residual sin tratamiento.	La medida correctiva para esta amenaza se encuentra señalada en la sección daño en los accesorios hidráulicos de la válvula tim#1. (<u>Módulo 1 del presente anexo</u>)

Fuente: Adaptado del pre diseño de la planta por el autor

MEDIDAS CORRECTIVAS HIDRAULICAS: MÓDULOS 6 y 8

Amenazas en el sistema de tuberías	Tramo / accesorio	Tiempo de respuesta mínimo sin consecuencia	Consecuencia	Medida Correctiva (Una vez Notificada la Amenaza...)
Taponamiento en la tubería de Paso	TPM#6-TPM#8	< a 2 horas	-Rebose del efluente en el tercer y cuarto modulo. -Mayor exposición a contacto con material anatomopatológico y químico.	1-ACCIÓN: Realizar el reconocimiento del punto afectado y valorar el nivel de la amenaza con el fin formular las medidas correctivas. 2-ACCIÓN: Hacer uso de los elementos de protección personal para atender la eventualidad 3-ACCIÓN: El operario de la planta con ayuda de la vara auxiliar, debe remover los materiales y/o elementos sólidos aglomerados o incrustados en la tubería de paso. 4-ACCIÓN: Una vez liberado los elementos causantes del taponamiento, retirar los elementos sólidos flotantes o suspendidos con la maya de mantenimiento. 5-ACCIÓN: Una vez resuelta la situación, fomentar a los operarios lavar los instrumentos con jabón desinfectante y/o partes afectadas en las personas involucradas. 6-ACCIÓN: Observar que el efluente retorne al flujo normal y notificar la eventualidad con la unidad ambiental de la clínica.
Taponamiento en la tubería de lodos	TLM#6-TLM#1-3-4-5-6-8	< a 14 días	-Ruptura o desprendimiento de la tubería. -Mal funcionamiento en el sistema de recirculación de lodos.	1-ACCIÓN: Realizar reconocimiento de la amenaza. 2-ACCIÓN: Notificar al instante con el personal de planta física y operación para notificar la amenaza y llevar al sitio los elementos necesarios para atender la eventualidad. 3-ACCIÓN: Hacer uso de los elementos de protección personal. 4-ACCIÓN: Verificar que las válvulas de escurrimiento de lodos el módulo 6 se encuentren cerradas.

Amenazas en el sistema de tuberías	Tramo / accesorio	Tiempo de respuesta mínimo sin consecuencia	Consecuencia	Medida Correctiva (Una vez Notificada la Amenaza...)
				<p>5-ACCIÓN: Desprender con cuidado la unión en codo del tramo de tubería de escurrimiento 6-8.</p> <p>6-ACCIÓN: Introducir la sonda por el tramo indicado y volver a ensamblar la unión en codo del tramo señalado.</p> <p>7-ACCIÓN: Abrir las válvulas de escurrimiento de lodos del módulo seis y verificar la existencia de flujo en la tubería.</p> <p>8-ACCIÓN: Si no hay evidencia de flujo. Proceder a introducir la sonda en el tanque de aireación hasta alcanzar las tuberías de escurrimiento.</p> <p>9-ACCIÓN: Abrir las válvulas de paso para escurrimiento de lodos en el módulo seis y verificar la existencia de flujo en la tubería.</p> <p>10-ACCIÓN: Una vez resuelta la situación, fomentar a los operarios lavar los instrumentos con jabón desinfectante y/o partes afectadas en las personas involucradas.</p> <p>11-ACCIÓN: Notificar con el personal de aseo y desinfección para realizar las labores de limpieza. (Formato instructivo para el mantenimiento y limpieza de los cuartos de vertimientos [27] (aplica para la PTAR)).</p> <p>12-ACCIÓN: Observar que el efluente retorne al flujo normal y notificar la eventualidad con la unidad ambiental de la clínica.</p>
Mal funcionamiento del sistema de inyección de aire.	-	< a 2 días	<p>-Ineficiencia en el tratamiento de las aguas residuales hospitalarias.</p> <p>-Mortandad de microorganismos.</p> <p>-Posible aumento en el material solido suspendido.</p>	<p>1-ACCIÓN: Descartar fallas tecnológicas en el tablero de control.</p> <p>1-ACCIÓN: Notificar al instante con el personal de planta física y operación para notificar la amenaza y llevar sitio los elementos necesarios para atender la eventualidad...).</p> <p>3-ACCIÓN: Realizar pruebas de funcionamiento del sistema de inyección de aire mediante el tablero de control.</p> <p>4-ACCIÓN: Descartar taponamiento en el sistema de tuberías de inyección de aire, abriendo las válvulas para escurrimiento de lodos.</p> <p>5-ACCIÓN: Contactar al fabricante en caso tal de que no cuenten con repuestos o reparación del equipo.</p>
Ruptura en la tubería de escurrimiento de lodos	TLM#6– TLM#1-3-4-5-6-8	< a 14 días	-No hay purga	La media correctiva para esta amenaza se encuentra señalada en la sección de ruptura de tubería de escurrimiento de lodos del tramo tlm#1-tlm#3. (<u>Módulo 2 del presente anexo</u>)
Ruptura en la tubería de paso.	TPM#6- TPM#8	< a 1 día	-Fuga del efluente residual.	la media correctiva para esta amenaza se encuentra señalada en la sección de ruptura de tubería de paso del tramo tpe-tpm#1 (<u>Módulo 1 del presente anexo</u>)
Ruptura del módulo o pérdida de vida útil del módulo	-	< a 3 semanas	-No tratamiento de las aguas residuales.	La media correctiva para esta amenaza se encuentra señalada en la sección de ruptura del módulo o pérdida de vida útil del mismo para los módulos 1 y 2.

Amenazas en el sistema de tuberías	Tramo / accesorio	Tiempo de respuesta mínimo sin consecuencia	Consecuencia	Medida Correctiva (Una vez Notificada la Amenaza...)
			- Sanciones por parte de la autoridad ambiental competente.	
Daño en los Accesorios hidráulicos	1) Placas del sedimentador de alta tasa. 2) Válvula TLM#6 3) Válvula TLM#8	< a 1 día	- Fuga de efluente residual sin tratar. - Mayor exposición con material anatomopatológico y químico. - Acumulación de efluente residual sin tratamiento.	La medida correctiva para esta amenaza se encuentra señalada en la sección daño en los accesorios hidráulicos de la válvula tim#1. (Modulo 1 del presente anexo)

Fuente: Adaptado del pre diseño de la planta por el autor

MEDIDAS CORRECTIVAS HIDRAULICAS: MÓDULOS 9 y 10

Amenazas en el sistema de tuberías	Tramo / accesorio	Tiempo de respuesta mínimo sin consecuencia	Consecuencia	Medida correctiva (una vez notificada la amenaza...)
Taponamiento en la tubería de Paso	TPM#9-TPM#10	< a 4 horas	- Rebose del efluente en el tercer y cuarto modulo. - Mayor exposición a contacto con material anatomopatológico y químico.	<p>1-ACCIÓN: Realizar el reconocimiento del punto afectado y valorar el nivel de la amenaza con el fin formular las medidas correctivas.</p> <p>2-ACCIÓN: Notificar al instante con el personal de planta física y operación para notificar la amenaza y llevar al sitio los elementos necesarios para atender la eventualidad.</p> <p>3-ACCIÓN: Las personas involucradas en la atención de la amenaza deberán usar el porte adecuado de los EPP.</p> <p>4-ACCIÓN: Apagar la electro bomba y abrir la válvula de escurrimiento de lodos en los módulos 10 y 11.</p> <p>5-ACCIÓN: Desprender la tubería ligada a la electrobomba.</p> <p>6-ACCIÓN: Identificar la ubicación del taponamiento mediante la Introducción de la sonda con el fin de ubicar y liberar los materiales solidos aglomerados o incrustados.</p> <p>7-ACCIÓN: Una vez resuelta la situación, cerrar las válvulas de escurrimiento de los módulos 10 y 11 y fomentar a los operarios lavar los instrumentos con jabón desinfectante y/o partes afectadas en las personas involucradas.</p>

Amenazas en el sistema de tuberías	Tramo / accesorio	Tiempo de respuesta mínimo sin consecuencia	Consecuencia	Medida correctiva (una vez notificada la amenaza...)
				<p>8-ACCIÓN: Notificar con el personal de aseo y desinfección para realizar las labores de limpieza. (Formato instructivo de limpieza y desinfección de los cuartos de vertimientos [27] (aplica para la PTAR)).</p> <p>9-ACCIÓN: Observar que el efluente retorne al flujo normal y notificar la eventualidad con la unidad ambiental de la clínica.</p>
Taponamiento en la tubería de paso	TLM#10-TLM#11	< a 14 días	<p>-Ruptura o desprendimiento de la tubería.</p> <p>-Mal funcionamiento en el sistema de recirculación de lodos.</p>	La media correctiva para esta amenaza se encuentra señalada en la sección de taponamiento de tubería de paso del tramo tpm#4-tpm-5. (Módulo 4 del presente anexo)
Taponamiento en la tubería para escurrimiento de lodos	TLM#10-11 / TLM#1-3-4-5-6-8-10-11	< a 2 horas	<p>-Rebose del efluente en el primer y segundo módulo.</p> <p>-Mayor exposición a contacto con material anatomopatológico y químico.</p>	La media correctiva para esta amenaza se encuentra señalada en la sección de taponamiento de tubería para escurrimiento de lodos del tramo tlm#6– tlm#1-3-4-5-6-8 (<u>Módulo 6 del presente anexo</u>)
Ruptura en la tubería paso	TPM#9-TPM#10	< a 1 día	<p>-No hay purga</p> <p>-Fuga del efluente residual.</p>	La media correctiva para esta amenaza se encuentra señalada en la sección de ruptura de tubería de paso del tramo tpm#5-tpm#6 (<u>Módulo 5 del presente anexo</u>)
Ruptura en la tubería de paso.	TPM#10-TPM#11			
Ruptura en la tubería de escurrimiento de lodos	TLM#10-11 / TLM#1-3-4-5-6-8	< a 14 días	<p>-No hay purga.</p> <p>-Acciones de corrección limitadas en el módulo.</p>	La media correctiva para esta amenaza se encuentra señalada en la sección de ruptura de tubería de escurrimiento de lodos del tramo tlm#1-tlm#3. (<u>Módulo 1 del presente anexo</u>)
Ruptura del módulo o pérdida de vida útil del módulo	-	< a 3 semanas	<p>-No tratamiento de las aguas residuales.</p> <p>-Sanciones por parte de la autoridad ambiental competente.</p>	La media correctiva para esta amenaza se encuentra señalada en la sección de ruptura del módulo o pérdida de vida útil del mismo para los módulos 1 y 2.

Amenazas en el sistema de tuberías	Tramo / accesorio	Tiempo de respuesta mínimo sin consecuencia	Consecuencia	Medida correctiva (una vez notificada la amenaza...)
Daño en los Accesorios hidráulicos	1)Válvula TPM#10 y TPM#11 2)Válvula TLM#10 Y TLM#11	< a 1 día	-Fuga de efluente residual sin tratar. -Mayor exposición con material anatomopatológico y químico. -Acumulación de efluente residual sin tratamiento.	La medida correctiva para esta amenaza se encuentra señalada en la sección daño en los accesorios hidráulicos de la válvula tlm#1. (Módulo 1 del presente anexo)

Fuente: Adaptado del pre diseño de la planta por el autor

MEDIDAS CORRECTIVAS HIDRÁULICAS: MÓDULOS 11, 12 y 13

Amenazas en el sistema de tuberías	Tramo / accesorio	Tiempo de respuesta mínimo sin consecuencia	Consecuencia	Medida correctiva (una vez notificada la amenaza...)
Taponamiento en la tubería de Paso	TPM#11-TPM#12	< a 4 horas	-Rebose del efluente en el tercer y cuarto modulo. -Mayor exposición a contacto con material anatomopatológico y químico.	<p>1-ACCIÓN: Realizar el reconocimiento del punto afectado y valorar el nivel de la amenaza con el fin formular las medidas correctivas.</p> <p>2-ACCIÓN: Notificar al instante con el personal de planta física y operación para notificar la amenaza y llevar al sitio los elementos necesarios para atender la eventualidad.</p> <p>3-ACCIÓN: Las personas involucradas en la atención de la amenaza deberán usar el porte adecuado de los EPP.</p> <p>4-ACCIÓN: Apagar la electro bomba y abrir la válvula de escurrimiento de lodos en los módulos 10 y 11.</p> <p>5-ACCIÓN: Desprender la tubería ligada al tramo afectado.</p> <p>6-ACCIÓN: Identificar la ubicación del taponamiento mediante la Introducción de la sonda con el fin de ubicar y liberar los materiales solidos aglomerados o incrustados.</p> <p>7-ACCIÓN: Una vez resuelta la situación, cerrar las válvulas de escurrimiento de los módulos 10 y 11 y fomentar a los operarios lavar los instrumentos con jabón desinfectante y/o partes afectadas en las personas involucradas.</p> <p>8-ACCIÓN: Notificar con el personal de aseo y desinfección para realizar las labores de limpieza. (ANEXO: Formato instructivo para el mantenimiento y limpieza de los cuartos de vertimientos (aplica para la PTAR)).</p> <p>9-ACCIÓN: Observar que el efluente retorne al flujo normal y notificar la eventualidad con la unidad ambiental de la clínica.</p>

Amenazas en el sistema de tuberías	Tramo / accesorio	Tiempo de respuesta mínimo sin consecuencia	Consecuencia	Medida correctiva (una vez notificada la amenaza...)
Taponamiento en la tubería de paso	TLM#13-TPS	< a 14 días	-Ruptura o desprendimiento de la tubería. -Mal funcionamiento en el sistema de recirculación de lodos.	<p>1-ACCIÓN: Realizar el reconocimiento del punto afectado y valorar el nivel de la amenaza con el fin formular las medidas correctivas.</p> <p>2-ACCIÓN: Notificar al instante con el personal de planta física y operación para notificar la amenaza y llevar al sitio los elementos necesarios para atender la eventualidad.</p> <p>3-ACCIÓN: Las personas involucradas en la atención de la amenaza deberán usar el porte adecuado de los EPP.</p> <p>5-ACCIÓN: Desprender la tapa del módulo 13 o tanque de prueba.</p> <p>6-ACCIÓN: Identificar la ubicación del taponamiento mediante la Introducción de la sonda con el fin de ubicar y liberar los materiales solidos aglomerados o incrustados.</p> <p>7-ACCIÓN: Una vez resuelta la situación, fomentar a los operarios lavar los instrumentos con jabón desinfectante y/o partes afectadas en las personas involucradas.</p> <p>8-ACCIÓN: Notificar con el personal de aseo y desinfección para realizar las labores de limpieza. (ANEXO: Formato instructivo para el mantenimiento y limpieza de los cuartos de vertimientos (aplica para la PTAR)).</p> <p>9-ACCIÓN: Observar que el efluente retorne al flujo normal y notificar la eventualidad con la unidad ambiental de la clínica.</p>
Ruptura en la tubería de paso	TPM#11-TPM#12	< a 2 horas	-Rebose del efluente en el primer y segundo módulo.	En la sección de ruptura de tubería de paso del tramo tpm#5-tpm#6 (<u>Módulo 5 del presente anexo</u>)
Ruptura en la tubería de paso	TPM#13-TPS		-Mayor exposición a contacto con material anatomopatológico y químico.	En la sección de ruptura de tubería de paso del tramo tpm#5-tpm#6 (<u>Módulo 5 del presente anexo</u>)
Ruptura del módulo o pérdida de vida útil del módulo	-	< a 3 semanas	-No tratamiento de las aguas residuales. -Sanciones por parte de la autoridad ambiental competente.	La medida correctiva para esta amenaza se encuentra señalada en la sección de ruptura del módulo o pérdida de vida útil del mismo para los módulos 1 y 2.
Daño en los Accesorios hidráulicos	1)Válvula TPM#10 y TPM#11 2)Válvula TLM#10 Y TLM#11	< a 1 día	-Fuga de efluente residual sin tratar. -Mayor exposición con material anatomopatológico y químico. -Acumulación de efluente residual sin tratamiento.	La medida correctiva para esta amenaza se encuentra señalada en la sección daño en los accesorios hidráulicos de la válvula tlm#1. (<u>Módulo 1 del presente anexo</u>)

Fuente: Adaptado del pre diseño de la planta por el autor

MEDIDAS CORRECTIVAS HIDRAULICAS: MODULOS 14 y recirculación de lodos

Amenazas en el sistema de tuberías	Tramo / accesorio	Tiempo de respuesta mínimo sin consecuencia	Consecuencia	Medida correctiva (una vez notificada la amenaza...)
Taponamiento en la tubería de escurrimiento de lodos	UTL-Lechos de Secado	< a 15 días	-Ruptura o desprendimiento de la tubería.	La medida correctiva para esta amenaza se encuentra señalada en la sección de taponamiento de la tubería para escurrimiento de lodos del tramo. tlm#6– tlm#1-3-4-5-6-8 (Módulo 6 del presente anexo)
Taponamiento en la tubería de recirculación de lodos.	Lechos de Secado-TRL		-Mal funcionamiento en el sistema de recirculación de lodos.	La medida correctiva para esta amenaza se encuentra señalada en la sección de taponamiento de la tubería para escurrimiento de lodos del tramo. tpm#9-tpm#10 (Módulo 9 del presente anexo)
Ruptura en la tubería de escurrimiento de lodos	UTL-Lechos de Secado	< a 14 días	-No hay purga.	La medida correctiva para esta amenaza se encuentra señalada en la sección de ruptura de tubería de escurrimiento de lodos del tramo tlm#1-tlm#3. (Módulo 2 del presente anexo)
Ruptura en la tubería de recirculación de lodos	Lechos de Secado-TRL		-ACCIONES de corrección limitadas en el módulo.	la medida correctiva para esta amenaza se encuentra señalada en la sección de ruptura de tubería de paso del tramo tpm#5-tpm#6 (Módulo 5 del presente anexo)
Ruptura del módulo o pérdida de vida útil del módulo	-	< a 3 semanas	-No tratamiento de las aguas residuales. -Sanciones por parte de la autoridad ambiental competente.	La medida correctiva para esta amenaza se encuentra señalada en la sección de ruptura del módulo o pérdida de vida útil del mismo para los módulos 1 y 2.

Fuente: Adaptado del pre diseño de la planta por el autor

Tabla de las Medidas Correctivas para los riesgos Exógenos de los componentes de la PTAR

ANÁLISIS DE LOS RIEGOS O AMENAZAS EN EL ESCENARIO 2 : RECINTO OPERACIONAL DE LA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES								
Factor	Infraestructura hospitalaria	Amenazas	Causa	Evaluación de la amenaza				
		Socio-naturales y tecnológicas		EXP	CSC	PRB	G.PRB	ACCIÓN A SEGUIR
EXOGENO	Área de la planta de tratamiento para aguas residuales	Daño y/o desplome en la infraestructura externa del recinto de la PTAR.	1) Accidente vehicular. 2) Movimiento de placas tectónicas. 3) Desplome de infraestructuras aledas al recinto de la PTAR.	1	10	4	BAJO	1) Notificar con el jefe de ambiente físico. 2) Si existen daños en la planta derivados de amenazas externas, realizar inspección sobre los elementos o módulos afectados y dar notificación al personal de planta física y mantenimiento. 3) En situaciones de movimientos sísmicos, evacuar el recinto de la PTAR y dirigirse a las rutas de evacuación señaladas al interior de la clínica, luego del suceso verificar el funcionamiento óptimo de la planta y registrar.
		Incendios en infraestructuras aledañas	1) Fuga e incineración de compuestos volátiles 2) Explosiones de maquinaria o dispositivos.	1	10	4	BAJO	1) En caso de activarse la alarma contra incendios, retirarse del recinto de la PTAR y dirigirse a la ruta programada de evacuación al interior de la clínica o área aledaña, luego de la eventualidad verificar el funcionamiento de la planta y registrar. 2) En presencia de eventualidades como explosiones por fallas de maquinaria o fugas de compuestos volátiles, dirigirse a un área segura y esperar indicaciones por parte del coordinador de desastres de la clínica. (Cord. Unidad Ambiental)
		Inaceptación Social por vertimiento de efluentes hospitalarios	Alto nivel de peligrosidad en las características infecciosas del efluente.	1	1	4	BAJO	1) Realizar campañas para la propagación de las buenas estrategias de mitigación de impactos socio-ambientales que se emplean en la clínica.
		Inseguridad	1) Robo de equipos y dispositivos esenciales para la operación en el instituto hospitalario.	1	1	4	BAJO	1) Realizar inspección del funcionamiento de la PTAR, en caso de encontrar fallas en el funcionamiento (Ejemplo: falta de suministro de energía) extender un comunicado para la suspensión de actividades de vertimiento en las áreas que estén involucradas, hasta corregir la situación o eventualidad.
		Sanciones de la Autoridad Ambiental Competente	No cumplimiento de la normativa nacional vigente	1	1	1	BAJO	1) Realizar los estudios de calidad del afluente hospitalario en el tanque de prueba con el fin de comparar los resultados con los valores máximos

ANÁLISIS DE LOS RIEGOS O AMENAZAS EN EL ESCENARIO 2 : RECINTO OPERACIONAL DE LA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES								
Factor	Infraestructura hospitalaria	Amenazas	Causa	Evaluación de la amenaza				
		Socio-naturales y tecnológicas		EXP	CSC	PRB	G.PRB	ACCIÓN A SEGUIR
			para el vertimiento de efluentes hospitalarios.					permitidos según la normativa de vertimiento vigente. (Res 631 de 2015 mod. 2659 del 2015).
		Colapso de la red de alcantarillado municipal en el tramo del vertimiento	1) Mantenimiento de la redes 2) Aumento excesivo del caudal en la red de alcantarillado 3) Taponamiento en la tubería principal de recepción de las aguas residuales hospitalarias tratadas.	1	10	1	BAJO	1) Contactar con la empresa municipal prestadora del servicio de alcantarillado y notificar el suceso. 2) Realizar revisión de la red de alcantarillado municipal aledaña a la institución hospitalaria con el fin de encontrar un nuevo lugar de vertimiento temporal.

Fuente: Adaptado del pre diseño de la planta por el autor

NOTA: La fuente de las tablas de medidas correctivas para los módulos de la PTAR fueron realizadas por el autor mediante recopilación informativa de la institución (Inventario de los elementos hidráulicos de la PTAR ^[25]), experiencias por parte del personal de la institución y reseñas bibliográficas mencionadas en el documento principal del proyecto.