

ESTUDIOS AMBIENTALES CORRESPONDIENTES AL TRÁMITE DE PERMISO
DE VERTIMIENTOS LÍQUIDOS PARA EL CAMPAMENTO HABITACIONAL,
UBICADO EN EL MUNICIPIO DE CALIFORNIA - SANTANDER

VIVIAN ANGÉLICA RAMÍREZ ROMÁN

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERIA Y ADMINISTRACIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL
BUCARAMANGA
2012

ESTUDIOS AMBIENTALES CORRESPONDIENTES AL TRÁMITE DE PERMISO
DE VERTIMIENTOS LÍQUIDOS PARA EL CAMPAMENTO HABITACIONAL,
UBICADO EN EL MUNICIPIO DE CALIFORNIA - SANTANDER

VIVIAN ANGÉLICA RAMÍREZ ROMÁN

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERIA Y ADMINISTRACIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL
BUCARAMANGA
2012

ESTUDIOS AMBIENTALES CORRESPONDIENTES AL TRÁMITE DE PERMISO
DE VERTIMIENTOS LÍQUIDOS PARA EL CAMPAMENTO HABITACIONAL,
UBICADO EN EL MUNICIPIO DE CALIFORNIA - SANTANDER

VIVIAN ANGÉLICA RAMÍREZ ROMÁN

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniera Ambiental

Supervisor
ALVARO ANDRÉS CAJIGAS CERÓN
MSc. Álvaro Andrés Cajigas Ceron

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERIA Y ADMINISTRACIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL
BUCARAMANGA
2012

NOTA DE ACEPTACION

Firma
Nombre
Presidente del jurado

Firma
Nombre
Presidente del jurado

Firma
Nombre
Presidente del jurado

Ciudad y fecha

A mis padres Juan José
Ramírez Falcón y Elizabeth
Román Monsalve.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Dios por permitirme alcanzar este gran logro, a mi familia por el apoyo y confianza que me han dado en el proceso para la obtención del título de Ingeniera Ambiental, a los directivos de la empresa GYR Ingeniería Ltda., el Ing. Vladimir Gómez y el Ing. Cesar Rojas por dejarme ser parte de su equipo técnico y por la confianza que depositaron en mi para la realización del proyecto en mención. También, al personal perteneciente y que hizo parte de la empresa por compartirme sus conocimientos y experiencias, al igual, a cada uno de los docentes de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga y del Colegio Santa Isabel de Hungría, por ser guías en el camino hacia mi meta, al Ing. Álvaro Cajigas y la ing. Consuelo Castillo por sus consejos en la elaboración del presente documento y por último quiero agradecer a mis amigos por brindarme su ayuda cuando lo necesitaba y por ser parte de mi vida.

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN	
1. OBJETIVOS.....	7
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	7
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
2. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y PROCESOS ASOCIADOS AL VERTIMIENTO	8
1.3 DESCRIPCIÓN DEL CAMPAMENTO.	8
1.4 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS – PTAR S 25.000	9
3. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	12
1.5 METODOLOGÍA ESTUDIO CAPACIDAD DE ASIMILACIÓN DEL CUERPO LÓTICO.....	12
1.5.1 Visita de campo y reconocimiento para la adecuación de puntos.	12
1.5.2 Primera caracterización (día 1)	14
1.5.3 Segunda caracterización (día 2)	14
1.6 METODOLOGÍA PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS	15
1.6.1 Escenario 1: análisis de riesgos internos del sistema de vertimiento.	16
1.6.2 Escenario 2: análisis de riesgos externos del sistema de vertimiento.	24
1.6.3 Escenario 3: análisis de riesgos por el vertimiento de aguas sin tratar sobre el medio natural.	26
4. ESTUDIO CAPACIDAD DE ASIMILACIÓN DEL CUERPO LÓTICO	28
1.7 OBSERVACIONES GENERALES.....	28
1.8 RESULTADOS OBTENIDOS	28
1.8.1 Resultados in situ	29
1.8.2 Resultados de laboratorio	31
1.9 ANÁLISIS DE RESULTADOS	34
1.9.1 Análisis gráfico	34
1.9.2 Análisis cualitativo	40

1.9.2.1	Fuente hídrica	40
1.10	CÁLCULO DE CARGA	43
1.11	MODELO SIMPLIFICADO DE STREETER AND PHELPS	44
1.11.1	Determinación de las constantes k_1 y k_2	45
1.11.2	Aplicación del modelo	46
1.12	ANÁLISIS DE RESULTADOS MODELO STREETER AND PHELPS ...	50
5.	PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS	52
1.13	ANÁLISIS DE RIESGOS DEL SISTEMA DE VERTIMIENTOS	52
1.13.1	Escenario 1: análisis de riesgo interno (tecnológico) de la planta de tratamiento	52
1.13.2	Escenario 2: análisis de riesgo externo (antrópico-naturales) de la planta de tratamiento	59
1.13.3	Escenario 3: análisis de riesgo por el vertimiento de aguas sin tratar en el medio natural	66
1.14	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS AL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO	68
1.15	PROGRAMAS DE REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN	77
1.16	SISTEMA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL PLAN	77
6.	CONCLUSIONES	80
1.17	ESTUDIO CAPACIDAD DE AIMILACIÓN DEL CUERPO LÓTICO	80
1.17.1	Capacidad asimilativa	80
1.17.2	Hidrobiológicos	80
1.18	PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS	81
7.	RECOMENDACIONES	85
1.19	ESTUDIO CAPACIDAD DE AIMILACIÓN DEL CUERPO LÓTICO	85
1.20	PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS	85
8.	BIBLIOGRAFÍA	87
ANEXOS		

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1 Georreferenciación puntos de monitoreo	12
Tabla 2 Probabilidad de ocurrencia de amenazas	17
Tabla 3 Cumplimiento de Objetivos del PTARD	18
Tabla 4 Afectación de la Planta de Tratamiento	19
Tabla 5 Tiempo de respuesta	20
Tabla 6 Seguridad personal - PTAR	21
Tabla 7 Imagen corporativa	22
Tabla 8 Clasificación del Riesgo	23
Tabla 9 Ponderación del Riesgo	23
Tabla 10 Probabilidad de ocurrencia Amenazas Naturales	24
Tabla 11 Vulnerabilidad Física del sistema (Resistencia)	25
Tabla 12 Valoración cualitativa y cuantitativa	26
Tabla 13 Valoración de Riesgo	27
Tabla 14 Datos In Situ, P1 aguas arriba vertimiento	29
Tabla 15 Datos In Situ, P2 aguas abajo vertimiento	30
Tabla 16 Datos In Situ, P3 aguas abajo vertimiento	30
Tabla 17 Datos In Situ, Vertimiento STRAD	31
Tabla 18 Resultados de Laboratorio Primera jornada de monitoreo	31
Tabla 19 Resultados de Laboratorio, Segunda jornada de monitoreo	32
Tabla 20 Resultados de Laboratorio, Vertimiento PTARD	32
Tabla 21 Observaciones de las especies de microalgas Planctónicas	33
Tabla 22 Grupos hallados en la comunidad bentónica por punto de monitoreo	33
Tabla 23 Observaciones de las especies de microalgas de Perifiton	34
Tabla 24 Cálculo de carga corriente hídrica, monitoreo Día 1	43
Tabla 25 Cálculo de carga corriente hídrica, monitoreo Día 2	43
Tabla 26 Cálculo de carga, Vertimiento PTAR S 25.000	44
Tabla 27 Constante de desoxigenación K1	45
Tabla 28 Constante de reaireación K2.....	45
Tabla 29 Condiciones iniciales del modelo	46
Tabla 30 Condiciones de mezcla	47
Tabla 31 Resultados corrida del modelo.....	47
Tabla 32 Porcentaje de amenazas clasificadas según el riesgo sin medidas y con medidas	58
Tabla 33 Porcentaje de amenazas clasificadas según el riesgo sin medidas y con medidas.	65
Tabla 34 Análisis Valoración del riesgo por descarga de agua residual doméstica sin tratamiento a fuente hídrica.....	66
Tabla 35 Condición crítica del vertimiento (Estudio Asimilación)	67

Tabla 36 Análisis de Valoración del riesgo por descarga de Agua Residual Doméstica con tratamiento a la Fuente hídrica.....	68
Tabla 37 Modelo ficha programas.....	69
Tabla 38 • Programa 1. Mantenimiento operativo de la PTAR S 25.000, líneas de conducción y unidades complementarias	70
Tabla 39 • Programa 2. Instalación de unidades complementarias.....	72
Tabla 40 • Programa 3. Capacitación del personal operativo.....	73
Tabla 41 • Programa 4. Capacitación del personal técnico, administrativo y contratista 74	
Tabla 42 • Programa 5. Construcción de obras civiles complementarias.....	75
Tabla 43 • Programa 6. Señalización y seguridad física de la PTAR S 25.000...	76
Tabla 44 Sistema de seguimiento y evaluación del plan	78

LISTA DE FIGURAS

pág.

Figura 1 Localización general campamento	8
Figura 2 PTAR S 25.000	10
Figura 3 Ubicación puntos de aforo	12
Figura 4 Metodología Aplicada	15
Figura 5 Escenarios de riesgos según lineamientos técnicos del MAVDT	16

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Pág.

Fotografía 1	P1 aguas arriba vertimiento	13
Fotografía 2	P3 aguas abajo vertimiento	13
Fotografía 3	P2 aguas abajo vertimiento	13
Fotografía 4	Vertimiento PTAR S 25.000	13
Fotografía 5	Punto toma de muestra hidrobiológica P1	13
Fotografía 6	Punto toma de muestra hidrobiológica P2	13
Fotografía 7	Punto toma de muestra hidrobiológica P3	14
Fotografía 8	Descarga localizada entre los puntos P1 y P2	28

GLOSARIO

AMENAZA: la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno y procesos naturales y acciones antrópicas con la capacidad de generar daños o pérdidas en un lugar o momento determinado.

AMENAZA ANTRÓPICA: desequilibrios generados por la actividad humana.

AMENAZAS ANTRÓPICO-NATURALES: fenómenos amenazantes derivados de la degradación ambiental, la cual actúa como catalizador de procesos naturales, haciendo que estos se presenten con mayor recurrencia o con mayor intensidad.

AMENAZA NATURAL: fenómenos de formación y transformación del planeta y se caracterizan porque el ser humano no puede incidir ni en su ocurrencia ni en su magnitud, y teóricamente tampoco en su control.

AMENAZA TECNOLÓGICA: Es una situación potencial dentro de una actividad, tarea u obra realizada por el hombre, asociada con el manejo de materiales peligrosos y procesos industriales que puede ocasionar daños al hombre, al ambiente y a la infraestructura.

AUTORIDAD AMBIENTAL: entidades dotadas de autonomía administrativa y financiera con patrimonio propio y personería jurídica, que tiene como función administrar dentro del área de su 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. Se entiende por autoridad ambiental de acuerdo a sus respectivas competencias las siguientes:

- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT.
- Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible.
- Municipios, distritos y áreas metropolitanas cuya población dentro de su perímetro igual o superior a 1.000.000 de habitantes y las autoridades ambientales de que trata el artículo 13 de la ley 768 del 2002.

CAPACIDAD DE ASIMILACIÓN Y DILUSIÓN: capacidad de un cuerpo de agua para aceptar y degradar sustancias, elementos o formas de energía, a través de procesos naturales, físicos químicos o biológicos, sin que se afecten los criterios de calidad e impidan los usos asignados.

CARGA CONTAMINANTE: es el producto de la concentración másica promedio de una sustancia por el caudal volumétrico promedio del líquido que la contiene

determinado en el mismo sitio; en un vertimiento se expresa en kilogramo por día (Kg/d).

CDMB: Corporación Autónoma Regional Para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga.

CURVA DE OXÍGENO DISUELTO DE ÓXIGENO: curva resultante al representar la concentración de oxígeno disuelto, en función de la distancia o el tiempo de flujo en un río que baja desde una fuente de contaminación que tiene una demanda de oxígeno.

ELEMENTO EN RIESGO: se refiere a las personas, estructuras, actividades o cualquier otro valor expuesto a alguna amenaza.

FAFA: Filtración Anaerobia de Flujo Ascendente (Biofiltración), correspondiente al tercer compartimiento de la PTAR S 25.000.

IMPACTO AMBIENTAL: estimativo de valor del efecto ambiental para los receptores natural, socioeconómico y humano.

PROBABILIDAD: determinación cuantitativa de la posibilidad de que se verifique u ocurra un suceso natural o antrópico.

PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

RIESGO: es la probabilidad de que una amenaza se convierta en un desastre.

RESILENCIA: capacidad del elemento en riesgo de recuperarse una vez ha sido afectado por el impacto.

TRATAMIENTO PRIMARIO: se encuentra integrado por el compartimiento 1 (sedimentador) y el compartimiento 2 (Clarificador) de la PTAR S 25.000.

TRATAMIENTO SECUNDARIO: corresponde al compartimiento 3 (FAFA) de la PTAR S 25.000.

VERTIMIENTO: descarga final a un cuerpo de agua, a un alcantarillado o al suelo, de elementos, sustancias o compuestos contenidos en un medio líquido.

VULNERABILIDAD: hace referencia a la susceptibilidad de un sistema de ser afectado por una amenaza, como a la capacidad del mismo sistema de sobreponerse luego de la afectación.

ZONA DE MEZCLA: área técnicamente determinada a partir del sitio de vertimiento, indispensable para que se produzca mezcla homogénea de este con

el cuerpo receptor; en la zona de mezcla se permite sobrepasar los criterios de calidad del agua para el uso asignado, siempre y cuando se cumplan las normas de vertimiento.

RESUMEN

En este documento se presenta el Estudio de Capacidad de Asimilación del cuerpo lóxico y el Plan de Gestión del Riesgo para el manejo de vertimientos líquidos del campamento habitacional; estudios requeridos para la solicitud del permiso de vertimientos líquidos ante la Autoridad Ambiental Competente – CDMB.

Para la elaboración del estudio de capacidad de asimilación, inicialmente se llevó a cabo la caracterización de la fuente receptora, durante dos días de monitoreo, en los cuales se recolectaron datos físico-químicos, hidrobiológicos e hidráulicos de tres puntos seleccionados a lo largo del tramo evaluado, se realizó el cálculo de carga contaminante y se determinó las concentraciones máximas que el efluente debe aportar al cuerpo hídrico sin que se altere drásticamente la calidad del agua, esto último mediante el empleo del modelo de Streeter and Phelps, con el cual se simuló el comportamiento de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y el Oxígeno Disuelto (OD) de la corriente aguas abajo del punto de vertimiento.

En la elaboración del Plan de Gestión del Riesgo para el manejo de vertimientos líquidos, se tomó como base algunos capítulos establecidos en los términos de referencia sugeridos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT; se muestra el análisis de riesgo cuantitativo del sistema de vertimiento, dirigido a la valoración de la probabilidad de ocurrencia de una amenaza y la vulnerabilidad, para tres escenarios correspondientes al “análisis de riesgos internos (tecnológicos) del sistema de vertimiento”, “análisis de riesgos externos (Antrópico - Naturales) del sistema de vertimiento” y el “análisis de riesgos por el vertimiento de aguas sin tratar al medio natural”, también, las medidas de prevención y mitigación de riesgos asociados al sistema de gestión del vertimiento, programa de rehabilitación y recuperación y el sistema de seguimiento y evaluación del Plan.

Todo lo anterior con el fin de dar cumplimiento con el marco normativo ambiental (Artículo 42 del Decreto 3930 de 2010), en lo referente al trámite de permiso de vertimientos líquidos y el compromiso por realizar una actividad responsable desde el componente técnico, ambiental y social.

PALABRAS CLAVES: modelo de Streeter and Phelps, BDO, OD, CDMB, MAVDT, Decreto 3930 de 2010, términos de referencia Plan de Gestión del Riesgo para el manejo de vertimientos.

ABSTRACT

This paper presents the study of assimilation capacity of the source lotic and Risk Management Plan for the management of liquid effluents housing camp; studies required to permit application of liquid discharges to the Competent Environmental Authority - CDMB.

For the development of assimilative capacity study, initially conducted to characterize the source host for two days of monitoring, where data were collected physico-chemical and hydro hydrobiological three selected points along the stretch evaluated, we performed the calculation of pollutant loads and maximum concentrations was determined that the effluent must provide the water body without drastically altering the water quality, the latter through the use of Streeter and Phelps model, which was simulated with the behavior of the Biochemical Oxygen Demand (BOD) and Dissolved Oxygen (DO) of the stream downstream of the discharge point.

In developing the Risk Management Plan for the management of liquid effluents, it was based chapters established in the terms of reference suggested by the Ministry of Environment, Housing and Territorial Development - MAVDT; shows the quantitative risk analysis dumping system, aimed at assessing the likelihood of a threat and vulnerability, for three scenarios for the "internal risk analysis (technological) system of dumping", "external risk analysis (Anthropic - Natural) of dumping system "and the" risk analysis by the dumping of raw sewage into the wild, "too, the prevention and mitigation of risks associated with dumping system management, rehabilitation and recovery program and tracking system and evaluation of the Plan.

All this in order to comply with the environmental regulatory framework (Article 42 of Decree 3930 of 2010), regarding the processing of permit liquid discharges and commitment to perform an activity from the component responsible for technical, environmental and social.

KEYWORDS: Streeter and Phelps model, BDO, OD, CDMB, MAVDT, Decree 3930 of 2010, Terms of Reference Risk Management Plan for handling spills.

INTRODUCCIÓN

El Artículo 41 del Decreto 3930 de 2010, establece que *“toda persona natural o jurídica cuya actividad o servicio genere vertimientos a las aguas superficiales, marinas, o al suelo, deberá solicitar y tramitar ante la autoridad ambiental competente, el respectivo permiso de vertimientos líquidos”*: Es por ello, que se presentó el estudio de la capacidad de asimilación del cuerpo hídrico y el plan de gestión del riesgo para el manejo de vertimientos líquidos generados en el desarrollo de las actividades internas del campamento, documentos requeridos para el trámite mencionado anteriormente.

En cuanto a la evaluación ambiental de la fuente hídrica, es claro utilizar ecuaciones que permitan determinar la capacidad de asimilación que un cuerpo hídrico puede tener ante un vertimiento, por esta razón, se realizó la modelación matemática mediante el modelo de Streeter and Phelps, el cual permite simular las condiciones actuales y futuras aplicando diversos escenarios que ayudan a anticipar las variaciones que sufrirá la cuenca, en términos de concentración de Oxígeno Disuelto y la Demanda Bioquímica de Oxígeno, en dependencia de las características topográficas, velocidad, etc., del tramo evaluado.

Con el fin de evitar eventos que limiten o impidan el tratamiento del efluente proveniente del campamento y se genere un vertimiento directo o parcialmente tratado al cuerpo hídrico receptor, se elaboró el plan de gestión del riesgo para el manejo de vertimientos, basándose en los términos de referencia propuestos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Dirección de Ecosistemas – Grupo de Recurso Hídrico; lineamientos que fueron articulados a la magnitud y otras particularidades del proyecto, como a las características ambientales y de riesgos regionales y locales que se puedan presentar en el área de influencia directa e indirecta, para lo cual se efectuó la valoración de los riesgos que la Planta de Tratamiento de Agua Residual Doméstica puede presentar, ya sea a la estructura física, el ambiente o la población aledaña; permitiendo identificar las amenazas e implementar acciones que disminuyan el nivel de riesgo evaluado inicialmente, al igual, se crearon las medidas de prevención y mitigación aplicables a los posibles riesgos internos (Tecnológico) relacionados con la operación y funcionamiento de la Planta de Tratamiento, riesgos externos (Antrópicos-Naturales) relacionados con la integridad física del sistema y la resiliencia del mismo y los riesgos sobre el medio natural cuando el vertimiento no pueda ser tratado cumpliendo con los requerimientos normativos.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar los estudios ambientales correspondientes al trámite de permiso de vertimientos líquidos para el Campamento Habitacional, ubicado en el municipio de California – Santander.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el análisis de la calidad del agua de la fuente hídrica receptora, según estudios de caracterización compuestos.
- Elaborar el estudio de la Capacidad de Asimilación del cuerpo lótico, en términos de DBO5 y OD, mediante la simulación de un modelo teórico.
- Elaborar el análisis de riesgo del sistema de vertimiento, para cada uno de los escenarios propuestos en el documento denominado términos de referencia Plan de Gestión del Riesgo para el manejo de vertimientos del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Dirección de Ecosistemas – Grupo de Recurso Hídrico.
- Ejecutar el Plan de Gestión del Riesgo para el manejo de vertimientos líquidos asociados al sistema de tratamiento.

2. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y PROCESOS ASOCIADOS AL VERTIMIENTO

En este capítulo se presenta el resumen ejecutivo de las actividades que se desarrollan en el Campamento, igualmente se describe el funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR S 25.000) instalada.

1.3 DESCRIPCIÓN DEL CAMPAMENTO.

El área del proyecto se localiza en la Vereda La Baja del municipio de California – Santander, en la provincia de Soto; en las coordenadas N 1.305.273 y E 1.126.370, como se presenta en la figura 1. El municipio se encuentra a 51 Km del Noroeste de la ciudad de Bucaramanga, pasando por los municipios de Matanza y Surata por dos tipos de vías, una pavimentada y otra sin pavimentar (carreteable); se encuentra ubicado sobre una de las estribaciones de la Cordillera Oriental del sistema montañoso andino Colombiano, con topografía ondulada y quebrada y con pendientes fuertes inclinadas hasta escarpadas.

El campamento se encuentra aproximadamente a una distancia de 2,5 Km del casco urbano del municipio, el acceso se puede realizar mediante una vía carreteable sin pavimentar.

Figura 1 Localización general campamento



El campamento tiene un área de 36 Has, de las cuales 5000 m² se encuentran construidas, como son las zonas de alojamiento, baterías sanitarias, concina, oficinas, áreas comunes y zonas verdes, con el objetivo de brindar a sus trabajadores mejores condiciones de alojamiento, comedor y puestos de trabajo. A continuación se presenta una breve descripción de los servicios que presta el campamento:

- **Alojamientos:** Tiene capacidad máxima para 136 personas, con un área correspondiente a 2074.38m².
- **Cocina y comedor:** Capacidad máxima para 900 raciones diarias entre desayunos, almuerzos y comidas. A la fecha se procesa un 40% de la capacidad, es decir 360 raciones diarias. Esta zona tiene un área de 973.13 m².
- **Oficinas:** abarca un área de 348.23 m²

1.4 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS – PTAR S 25.000

La Planta de Tratamiento de Agua Residual Doméstica instalada para el tratamiento del afluente proveniente del Campamento, se encuentra conectada mediante tubería sanitaria a 160m de este, en las coordenadas N1.305.133m y E 1.126.322m con una altura de 2151 msnm.

La PTAR S 25.000. (Ver figura 2) corresponde a una unidad compactada fabricada en Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (P.R.F.V), con refuerzos en fibras de vidrio tipo Mat de 450 gr/cm² y Woden Roving de 800 gr/ cm², dicha unidad está dividida en cinco cámaras o compartimientos, a continuación se realiza la descripción de cada una de ellas:

Figura 2 PTAR S 25.000



- **CAMARA 1 (SEDIMENTACIÓN):** Su operación se da con flujo ascendente, este primer compartimiento al tener una sección mayor que la tubería de llegada del agua, conlleva una reducción en la velocidad del agua, por lo que ocurre una decantación de las partículas sólidas sedimentables, a la vez que retiene los sólidos gruesos mediante una canastilla, los sólidos finos forman un depósito de lodos en la parte inferior del reactor. Complementariamente se da una separación de las grasas, aceites, espumas y demás materiales flotantes más ligeros que el agua, los cuales podrían distorsionar los procesos de tratamiento posteriores.

El sistema de entrada y salida impide la rotura de la capa flotante, evitando el paso de las grasas acumuladas en la superficie y los lodos depositados en la parte inferior hacia el segundo compartimiento.

- **CAMARA 2 (CLARIFICACIÓN):** Esta cámara funciona con flujo ascendente simulando la operación de un clarificador de alta taza mediante un sistema de paneles de sedimentación que permiten reducir los tiempos de retención en esta cámara.

En este lugar se realiza el proceso biológico, en el que se produce la estabilización del sustrato, mediante el cual las bacterias anaerobias metabolizan la materia orgánica, disminuyendo la cantidad de lodo generado.

- **CAMARA 3 (FILTRACIÓN ANAEROBIA DE FLUJO ASCENDENTE – BIOFILTRACIÓN):** Esta cámara incorpora un filtro tipo anillo biotecnológico **BIOPAK (no cinta)**, gracias al cual se consigue una eliminación tanto de materia orgánica como sólidos en suspensión, ya que brinda un área efectiva mayor por metro cubico que por otros medios y sin el inconveniente de la colmatación.

- **CAMARA 4 (FILTRO DE CARTUCHO PULIMENTO):** El objetivo de esta cámara es completar y refinar la calidad fisicoquímica, bacteriológica y organoléptica del efluente de la Planta de Tratamiento. El filtro cartucho de pulimento está compuesto por materiales absorbentes como carbón y zeolita, el efluente entra y mediante flujo ascendente pasa entre los intersticios dejados por el material filtrante y poroso, con características altamente afines a los compuestos nitrogenados, a la materia orgánica y a los gases, impidiendo la formación de olores. El uso de zeolitas en el tratamiento de aguas residuales, presenta como ventajas, afinidad con el amonio y el nitrógeno, fijador de materia orgánica, captador de gases y micro toxinas, no se desgasta y después de saturada puede disponerse como abono.
- **CAMARA 5 (AIREACIÓN FINAL):** Esta cámara cuenta con un dispositivo hidráulico tipo Venturi y una bomba de recirculación, las cuales proporcionan la aireación necesaria para dar un pulimento final al afluente, no requiere energía eléctrica para su funcionamiento y mejora las condiciones de oxígeno disuelto en el agua evitando la generación de olores desagradables.

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

1.5 METODOLOGÍA ESTUDIO CAPACIDAD DE ASIMILACIÓN DEL CUERPO LÓTICO

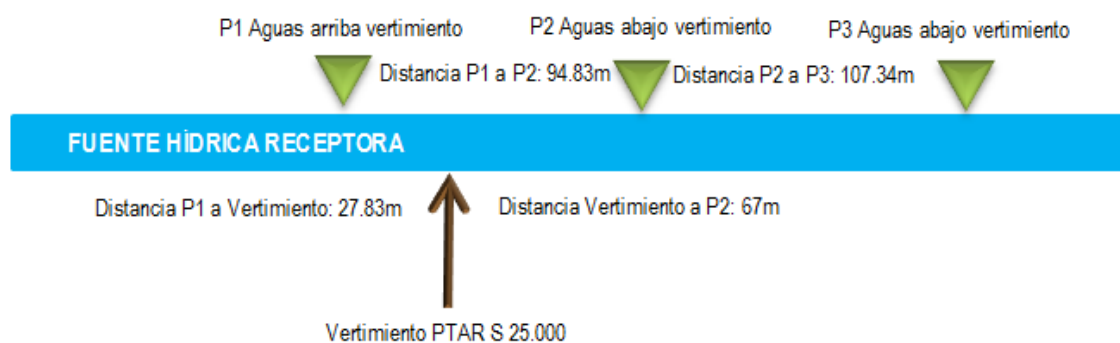
1.5.1 Visita de campo y reconocimiento para la adecuación de puntos.

Se realizó la visita preliminar de campo, con el fin de efectuar un reconocimiento general de la zona y establecer adecuadamente los puntos de aforo o muestreo y recolección de muestras, los cuales se identificaron con la nomenclatura que se presenta en la tabla 1 y su respectiva georreferenciación de dichos puntos. Además en la siguiente figura se presenta la ubicación de los puntos de aforo de la fuente hídrica y del vertimiento.

Tabla 1 Georreferenciación puntos de monitoreo

Nomenclatura	Coordenada		Elevación
	Este	Norte	
P1 aguas arriba vertimiento	1126323.1	1305072.9	2124.57
Vertimiento PTAR S 25.000	1126300.14	1305067.14	2124.97
P2 aguas abajo vertimiento	1126258.25	1305014.29	2116.55
P3 aguas abajo vertimiento	1126206.79	130.74924.43	2106.78

Figura 3 Ubicación puntos de aforo



En el siguiente registro fotográfico se plasman los puntos de monitoreo y adecuaciones realizadas en cada uno de ellos.

Fotografía 1 P1 aguas arriba vertimiento



Fotografía 3 P2 aguas abajo vertimiento



Fotografía 2 P3 aguas abajo vertimiento



Fotografía 4 Vertimiento PTAR S 25.000



Fotografía 5 Punto toma de muestra
hidrobiológica P1



Fotografía 6 Punto toma de muestra
hidrobiológica P2



Fotografía 7 Punto toma de muestra hidrobiológica P3



1.5.2 Primera caracterización (día 1)

El primer monitoreo se desarrolló durante una jornada de ocho (8) horas, en las cuales se realizó un aforo con molinete cada hora en los puntos denominados P1 aguas arriba vertimiento, P2 aguas abajo vertimiento; para el punto Vertimiento PTAR S 25.000 el aforo se realizó por el método volumétrico. En cada punto se evaluaron los siguientes parámetros:

In situ:

- Caudal.
- Oxígeno disuelto (fijación de oxígeno con winkler).
- pH.
- Temperatura del agua.
- Temperatura ambiente.

Para el punto denominado Vertimiento PTAR S 25.000 no se realizó el parámetro correspondiente a Oxígeno Disuelto y para el punto P3 aguas abajo del vertimiento no se ejecutó el aforo del caudal.

Análisis de laboratorio:

- DQO.
- DBO₅.
- Sólidos Totales.
- Sólidos Suspendidos Totales.
- Grasas y Aceites (tarde).

1.5.3 Segunda caracterización (día 2)

La segunda caracterización que se llevó a cabo durante una jornada de seis (6) horas, en las cuales se realizó el aforo con molinete cada setenta y cinco (75)

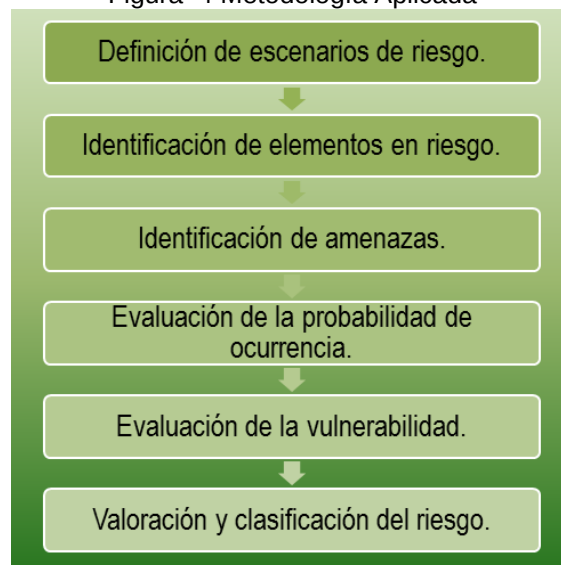
minutos, al igual que el aforo volumétrico realizado al vertimiento. Adicionalmente se evaluaron los siguientes parámetros:

- Hidrobiológicos: correspondientes a Perifiton, Plancton y Bentos. Estos parámetros se realizaron para los puntos denominados P1 aguas arriba vertimiento, P2 aguas abajo vertimiento y P3 aguas abajo del vertimiento.
- En cuanto al análisis correspondiente a DBO, se realizó la lectura para cinco (5) días en los tres puntos de monitoreo, con un intervalo de 1 día, con el fin de obtener la constante de desoxigenación (K1) y poder estimar de una manera más exacta la capacidad de asimilación que tiene la corriente.
- La toma de muestra microbiológica e hidrobiológica se realizaron en una hora específica para cada punto de muestreo, siendo esta en horas de la mañana.

1.6 METODOLOGÍA PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS

A continuación se describe la metodología aplicada para el desarrollo del documento denominado Plan Gestión del Riesgo para el Manejo del Vertimiento proveniente del Campamento, la cual se resume en la siguiente Figura.

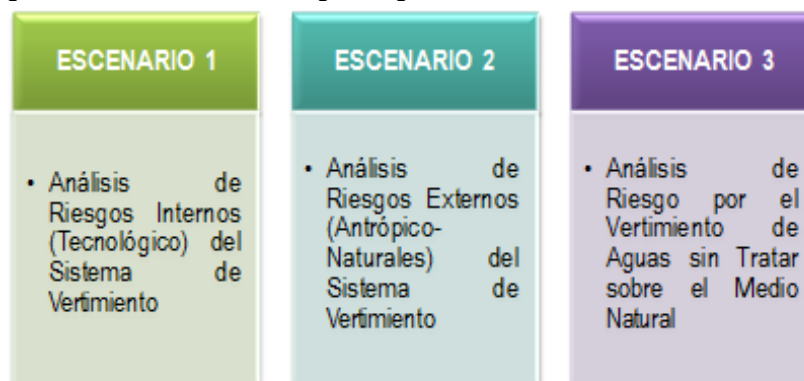
Figura 4 Metodología Aplicada



El análisis de riesgos derivado del vertimiento proveniente del campamento a la fuente lítica en el sector de influencia directa, se realizó teniendo en cuenta tres

escenarios de riesgo (Ver figura 5) según los lineamientos técnicos sugeridos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Dirección de Ecosistemas – Grupo de Recurso Hídrico.

Figura 5 Escenarios de riesgos según lineamientos técnicos del MAVDT



El análisis de los riesgos para cada escenario, se realizó teniendo en cuenta un procedimiento cuantitativo. Para los tres escenarios se evaluó la vulnerabilidad y la probabilidad de ocurrencia de las amenazas con una escala que va de 1 a 5, donde 1 corresponde a la situación más ventajosa para el desarrollo del proyecto y 5 la situación más compleja. Si bien el orden de ejecución del procedimiento de análisis de riesgos fue el mismo para cada uno de los escenarios propuestos, las variables analizadas en cada paso estaban directamente relacionadas con el escenario evaluado.

A continuación se describe el procedimiento seguido para el análisis de riesgos de cada escenario.

1.6.1 Escenario 1: análisis de riesgos internos del sistema de vertimiento.

Para este escenario se desarrollaron las siguientes actividades:

- **Identificación de amenazas:** En este escenario las amenazas hacen referencia a posibles fallas físicas en los diferentes elementos que componen el sistema de tratamiento; igualmente se incluyeron dentro de las amenazas posibles fallas de tipo operativas.
- **Probabilidad de ocurrencia:** La probabilidad de ocurrencia es la periodicidad con que se puede presentar la amenaza descrita en el punto anterior. Para establecer una escala cuantitativa en cuanto a la probabilidad de ocurrencia se tomó como guía lo propuesto por **Peltier Thomas**. Sin embargo, dada la importancia del estudio evaluado, la escala de tiempos fue modificada por un factor de seguridad para hacerla más restrictiva en el proyecto habitacional. En la

tabla 2 se muestra la calificación asignada a un evento teniendo en cuenta su probabilidad de ocurrencia.

Tabla 2 Probabilidad de ocurrencia de amenazas

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE AMENAZAS		
CLASIFICACIÓN	VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN
Bajo	1	> a 2 años
Bajo - Medio	2	1 vez cada 2 años
Medio	3	1 vez cada año
Alto	4	1 vez cada 8 meses
Muy Alto	5	1 vez cada 6 meses

Para determinar la probabilidad de ocurrencia de cada evento se tuvo en cuenta las especificaciones de la Planta de Tratamiento de aguas residuales domésticas suministrada, los reportes de la literatura y la experiencia del equipo evaluador respecto a operación de sistemas de tratamiento de aguas domésticas y evaluación de riesgos.

- **Identificación de elementos en riesgo:** El elemento en riesgo para el primer escenario es la totalidad de la planta de tratamiento, las líneas de conducción y accesorios que la conforman, el cual podría verse afectado en mayor o menor medida por las amenazas internas identificadas.
- **Evaluación de la vulnerabilidad:** La vulnerabilidad del sistema se evaluó independientemente para tres componentes específicos, los cuales se describen a continuación.
 - **Cumplimiento de los objetivos del sistema:** Este componente hace referencia a la finalidad última de la planta instalada (PTAR S 25.000), la cual es tratar adecuadamente el afluente proveniente del campamento. Dentro de la evaluación se incluyeron dos variables de referencia: tratamiento del afluente proveniente del campamento y el tiempo de respuesta necesario para solventar una situación presentada, a cada variable se le asignó un valor cuantitativo teniendo en cuenta la convención mostrada en la tabla 3.

Tabla 3 Cumplimiento de Objetivos del PTARD

VALORACIÓN	VULNERABILIDAD	
	Cumplimiento de Objetivos	
	Afectación de la Planta de Tratamiento	Tiempo de respuesta
1	Tratamiento Completo (Descarga estructura escalonada)	< a 3 horas
2	Tratamiento primario + secundario + estructura escalonada	Entre 3 y 12 horas
3	Tratamiento secundario + filtración y pulimento + estructura escalonada	Entre 12 y 24 horas
4	Tratamiento primario + filtración y pulimento + estructura escalonada	Entre 1 y 2 días
5	Sin Tratamiento	Mayor a 2 días

La variable “Afectación de la Planta de Tratamiento” corresponde al paso del afluente por cada uno de los compartimientos de la Planta de Tratamiento diseñada. Por lo tanto, se asignaron valores entre 1 para un tratamiento completo y 5 cuando el afluente no tiene ningún tipo de tratamiento. En la tabla 4 se describe el significado de cada nivel de afectación.

Tabla 4 Afectación de la Planta de Tratamiento

Valor	CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS	
	Afectación de la Planta de Tratamiento	Descripción
1	Tratamiento Completo (Descarga estructura escalonada)	La ponderación se realizará cuando la totalidad del caudal afluente pase por cada uno de los compartimientos que integran la PTAR S 25.000 instalada y que las características físico-químicas requeridas para el vertimiento estén dentro de los estándares establecidos por la normatividad vigente en términos de concentración.
2	Tratamiento primario + secundario + estructura escalonada	La ponderación se realizará cuando la amenaza afecte solamente los compartimientos de la PTAR S 25.000 donde se lleva a cabo la filtración y pulimento y la totalidad del afluente paso por los compartimientos anteriores sin que se alteren.
3	Tratamiento secundario + filtración y pulimento + estructura escalonada	La ponderación se realizará cuando la amenaza afecte el primer y segundo compartimiento de la Planta de Tratamiento, correspondientes al sedimentador y clarificador, pero la totalidad del afluente puede ser conducida a los compartimientos posteriores.
4	Tratamiento primario + filtración y pulimento + estructura escalonada	La ponderación se realizará cuando la amenaza afecte el tercer compartimiento, que hace referencia al FAFA y que el afluente pueda transportarse por los compartimientos anteriores y posteriores a él.
5	Sin Tratamiento	La ponderación se realizará cuando la amenaza afecte la totalidad de los compartimientos de la PTAR S 25.000, generando un vertimiento directo sin tratar del afluente proveniente del campamento a la fuente lítica receptora.

Para la cuantificación de la variable “Tiempo de respuesta” se asumió como valor mínimo tres (3) horas, en concordancia con el artículo 36 del Decreto 3930 de 2010, el cual cita en uno de sus apartes “...Si su reparación y reinicio requiere de un lapso de tiempo superior a tres (3) horas diarias se debe informar a la autoridad ambiental competente sobre la suspensión de actividades y/o la puesta en marcha del Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos previsto en el artículo 44 del presente decreto.” La descripción de los valores asignados en la variable “Tiempo de respuesta se muestra en la tabla 5.

Tabla 5 Tiempo de respuesta

Valoración	Cumplimiento de Objetivos	
	Tiempo de respuesta	Descripción
1	< a 3 horas	Los daños presentados pueden ser atendidos y reparados rápidamente, por lo tanto la Planta de Tratamiento sufriría una interrupción menor a tres horas en su operación o funcionamiento.
2	Entre 3 y 12 horas	Los daños presentados pueden ser atendidos y reparados entre 3 y 12 horas. Si la magnitud de los daños no permiten que el afluente proveniente del campamento reciba algún tratamiento, se debe informa a la Autoridad Ambiental competente.
3	Entre 12 y 24 horas	Los daños presentados pueden ser atendidos y reparados entre 12 y 24 horas. Si la magnitud de los daños no permiten que el afluente proveniente del campamento reciba algún tratamiento, se debe informa a la Autoridad Ambiental competente.
4	Entre 1 y 2 días	Los daños presentados pueden ser atendidos y reparados entre 1 y 2 días. Si la magnitud de los daños no permite que el afluente proveniente del campamento reciba algún tratamiento, se debe informar a la Autoridad Ambiental competente.
5	Mayor a 2 días	La reparación de los daños presentados tomará un tiempo mayor a dos días. Si la magnitud de los daños no permite que el afluente proveniente del campamento reciba algún tratamiento, se debe informar a la Autoridad Ambiental competente.

Finalmente, para obtener el valor de vulnerabilidad relacionado con el cumplimiento de los objetivos del tratamiento, se tomó un promedio aritmético de las dos variables analizadas.

- **Seguridad del personal - PTAR:** El segundo componente evaluado en términos de vulnerabilidad fue la seguridad del personal encargado del manejo y supervisión de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Doméstico diseñada e instalada. Esta evaluación hace referencia exclusivamente a la afectación de la salud del personal para los casos en que se presenten las amenazas identificadas.

Para la cuantificación de la vulnerabilidad por concepto de seguridad, se tomó un rango entre 1 a 5, en donde 1 corresponde a eventos en los que no se presenta ninguna lesión y 5 para los casos en que se podría presentar por lo menos una fatalidad. La descripción de los valores establecidos para calificar la vulnerabilidad por concepto de seguridad, se describen en la tabla 6.

Tabla 6 Seguridad personal - PTAR

Valoración	Vulnerabilidad	
	Seguridad personal PTAR	Descripción
1	Ninguna Lesión o enfermedad.	La amenaza presentada no produce ningún tipo de lesión en el personal de la PTARD.
2	Lesión o enfermedad menor sin incapacidad.	Atención en el lugar de trabajo y no afecta el rendimiento laboral ni causa incapacidad.
3	Lesiones o enfermedades con incapacidad laboral temporal > 1 día.	Afectan el rendimiento laboral, como la limitación a ciertas actividades o requiere unos días para recuperarse completamente. Efectos menores en la salud que son reversibles, por ejemplo: irritación en la piel, intoxicación por alimentos.
4	Lesiones o enfermedades graves irreparables (Incapacidad permanente, parcial o invalidez).	Afectan el desempeño laboral por largo tiempo, como una ausencia prolongada al trabajo. Daños irreversibles en la salud con inhabilitación seria sin pérdida de vida; por ejemplo: lesiones lumbares crónicas, daño repetido por realizar esfuerzos, síndrome y sensibilización.
5	Fatalidad	Pérdida de vidas por causa de la amenaza presentada

- **Imagen corporativa:** El tercer y último componente evaluado en términos de vulnerabilidad fue la imagen corporativa. Este parámetro fue incluido debido a la importancia que representa mantener una imagen corporativa ambientalmente responsable a nivel interno, local, regional, nacional e internacional.

Para la cuantificación de la vulnerabilidad por concepto de imagen corporativa, se asignaron valores entre 1 y 5, siendo 1 la valoración para los casos donde la imagen de la no se ve afectada y 5 en casos en los que la imagen de la empresa podría verse afectada a nivel internacional. La descripción de los valores establecidos para calificar la vulnerabilidad por concepto de imagen corporativa, se describen en la tabla 7.

Tabla 7 Imagen corporativa

Valoración	Vulnerabilidad	
	Imagen Corporativa	Descripción
1	Interna	Puede ser de conocimiento interno de la empresa pero no de interés público.
2	Local	Atención de habitantes aledaños al proyecto, algunos medios de prensa y Las ONG locales que potencialmente pueden afectar a la empresa.
3	Regional	Conocimiento por parte de la Autoridad Ambiental (CDMB), oposición de los medios regionales de prensa, relativa atención de los medios nacionales de prensa y/o partidos político locales/regionales, oposición de Las ONG regionales y del gobierno local.
4	Nacional	Conocimiento por parte de la Autoridad Ambiental Nacional (MAVDT), Oposición general de los medios de prensa nacionales, Políticas nacionales/regionales con medidas potencialmente restrictivas y/o impacto en el otorgamiento de licencias, quejas de Las ONG nacionales, posible afectación del valor de las Acciones.
5	Internacional	Oposición general de los medios de prensa internacional, política nacionales / internacionales con un impacto potencialmente grave en las relaciones internacionales de la Empresa, el otorgamiento de licencias y/o la legislación impositiva. Afectación del valor de las Acciones.

• **Valoración y Clasificación del Riesgo:** La valoración del riesgo se realizó como una función de la probabilidad de ocurrencia de una amenaza específica por la vulnerabilidad de un determinado elemento en riesgo, siguiendo la siguiente ecuación:

$$[R_{ij}] = [A_j] \times [V_{ij}]$$

Dónde:

R_{ij}: (Riesgo Específico); la pérdida probable al elemento debido a una amenaza de intensidad *j*.

A_j: (Amenaza); la probabilidad de experimentar un evento amenazante de intensidad *j*.

V_{ij}: (Vulnerabilidad); el nivel de pérdida que puede causarse al elemento *i* como resultado de experimentar una amenaza de intensidad *j*.

Teniendo en cuenta que la valoración de la probabilidad de ocurrencia de las amenazas identificadas y la valoración de la vulnerabilidad de los elementos en riesgo, se realizó cuantitativamente en una escala de 1 a 5, el riesgo encontrado

según la ecuación 1 tiene también un valor cuantitativo, con valores que van entre 1 y 25.

Una vez realizada la valoración del riesgo, se realizó la clasificación del mismo asumiendo un color característico y teniendo en cuenta las convenciones mostrada en las tabla 8.

Tabla 8 Clasificación del Riesgo

CLASIFICACIÓN DEL RIESGO		
CLASIFICACIÓN	VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN
Bajo	1 - 4	Representa un riesgo mínimo para la PTAR, líneas de conducción y la continuidad del tratamiento del vertimiento. Los controles actuales son suficientes para garantizar una operación normal del sistema.
Bajo - Medio	5 - 8	Representa un riesgo tolerable para el sistema instalado, sin embargo, se debe realizar un seguimiento.
Medio	9 - 14	No son suficientes los sistemas de control establecidos; se deben tomar medidas que controlen mejor el riesgo.
Alto	15 - 20	El riesgo del sistema es inaceptable, se denotan falencias graves en las medidas actuales para la disminución del riesgo, se requiere un replanteo de las mismas.
Muy Alto	21 - 25	El riesgo denota que bajo las condiciones actuales, de ninguna manera el sistema podrá cumplir con sus objetivos. Ausencia total de medidas preventivas y correctivas.

Finalmente es preciso anotar que para los riesgos catalogados como medio, alto y muy alto, se deben plantear acciones preventivas y correctivas con el fin de disminuir el nivel de riesgo obtenido.

Tabla 9 Ponderación del Riesgo

Vulnerabilidad	PROBABILIDAD				
	> 2 años	1 vez cada 2 años	1 vez cada año	1 vez cada 8 meses	1 vez cada 6 meses
	1	2	3	4	5
1	BAJO (1)	BAJO (2)	BAJO (3)	BAJO (4)	BAJO - MEDIO(5)
2	BAJO (2)	BAJO (4)	BAJO - MEDIO (6)	BAJO - MEDIO (8)	MEDIO (10)
3	BAJO (3)	BAJO - MEDIO (6)	MEDIO (9)	MEDIO (12)	ALTO (15)
4	BAJO (4)	BAJO - MEDIO (8)	MEDIO (12)	ALTO (16)	ALTO (20)
5	BAJO - MEDIO (5)	MEDIO (10)	ALTO (15)	ALTO (20)	MUY ALTO (25)

1.6.2 Escenario 2: análisis de riesgos externos del sistema de vertimiento.

En este escenario se desarrollaron las siguientes actividades:

- **Identificación de amenazas:** Para el escenario 2 las amenazas hacen referencia a eventos de origen natural o antrópico que pueden afectar los diferentes elementos que componen el sistema de tratamiento.
- **Probabilidad de ocurrencia:** La probabilidad de ocurrencia para eventos de origen antrópico se evaluó siguiendo los mismos parámetros utilizados en la evaluación de probabilidad de ocurrencia en el escenario 1 (ver tabla 2). Sin embargo, para los eventos de origen natural, se utilizó una escala de valoración diferente, donde la probabilidad de ocurrencia toma el valor mínimo para eventos con periodicidad igual o mayor a 30 años. Este valor se determinó teniendo en cuenta la vida útil de la PTAR S 25.000, la cual corresponde como mínimo a un tiempo de 30 años. En la tabla 10 se muestran los valores asumidos para evaluar la probabilidad de ocurrencia por eventos naturales.

Tabla 10 Probabilidad de ocurrencia Amenazas Naturales

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE AMENAZAS NATURALES		
CLASIFICACIÓN	VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN
Bajo	1	Mayor a 30 años
Bajo - Medio	2	Entre 20 y 30 años
Medio	3	Entre 10 y 20 años
Alto	4	Entre 5 y 10 años
Muy Alto	5	Entre 0 y 5 años

- **Identificación de elementos en riesgo:** Al igual que en el primer escenario, el elemento en riesgo en este análisis es la totalidad de la PTAR S 25.000, incluyendo las líneas de conducción, accesorios y la estructura escalonada (Escaleras de aireación).
- **Evaluación de la vulnerabilidad:** La vulnerabilidad del sistema se evaluó independientemente para cuatro aspectos específicos. Al final de la evaluación individual se tomó como vulnerabilidad del sistema el valor más crítico encontrado. A continuación se describe cada uno de los aspectos utilizados en la evaluación de la vulnerabilidad.
 - **Vulnerabilidad Física:** La vulnerabilidad física del sistema en el análisis de riesgos externos, se evaluó en función de la resistencia de la Planta de Tratamiento (PTAR S 25.000), líneas de conducción y estructura escalonada ante un evento externo determinado. La vulnerabilidad física se valoró desde 1 para los casos en los que no se produce ningún daño, hasta 5 cuando se

produce un daño total del elemento evaluado. La tabla 11 muestra los criterios utilizados para la valoración de la vulnerabilidad física.

Tabla 11 Vulnerabilidad Física del sistema (Resistencia)

Valoración	Vulnerabilidad Física del sistema (Resistencia)	
	Afectación de la Planta de Tratamiento	Descripción
1	Sin daño	No se genera ningún tipo de daño en la infraestructura del sistema.
2	Daños menores	Fisuras o daños menores en la Planta de Tratamiento, tuberías y estructura escalonada que no impidan el funcionamiento normal del sistema.
3	Daño medio	Fisuras mayores y rupturas de tuberías que impidan temporalmente el funcionamiento de la Planta de Tratamiento.
4	Daño alto	Ruptura de la Planta de Tratamiento, suspensión temporal del tratamiento.
5	Daño total	Daño total de la infraestructura del sistema.

- **Vulnerabilidad Funcional:** La vulnerabilidad funcional del sistema se evaluó teniendo en cuenta la resiliencia del sistema, en términos del tiempo necesario para solucionar una eventualidad presentada por causa de una amenaza externa. La valoración de la vulnerabilidad funcional se realizó de la misma forma que la variable “Tiempo de respuesta” evaluada en la vulnerabilidad del sistema en el escenario 1 (Ver tabla 5).
- **Seguridad del personal PTAR:** El tercer componente evaluado en la vulnerabilidad del sistema en su componente externo fue la seguridad. La evaluación de la vulnerabilidad en función de la seguridad, hace referencia exclusivamente a la afectación de la salud de los operadores de la Planta de Tratamiento para los casos en que se presenten amenazas externas. La valoración de la vulnerabilidad por concepto de la seguridad del personal de la PTAR S 25.000 se realizó según lo descrito en la tabla 6.
- **Imagen corporativa:** Se evaluó la vulnerabilidad del sistema en términos de la imagen corporativa. La descripción de los valores utilizados para calificar la vulnerabilidad por concepto de imagen corporativa son iguales a los establecidos para el escenario 1 descritos en la tabla 7.
- **Valoración y Clasificación del Riesgo:** La cuantificación del riesgo en el escenario 2 se realizó siguiendo las mismas convenciones descritas en la valoración y clasificación del riesgo para el escenario 1 (Ver tabla 8 y 9).

1.6.3 Escenario 3: análisis de riesgos por el vertimiento de aguas sin tratar sobre el medio natural.

Debido a que no se ha establecido la línea base de la fuente hídrica lítica, se tomó la decisión de realizar el análisis del posible impacto ambiental del vertimiento aplicando la metodología de causa y efecto cuantitativo sugerida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en su guía ambiental para evitar, corregir y compensar los impactos de las acciones de reducción y prevención de riesgos en el nivel municipal.

En la tabla 12 se muestra la metodología de valoración cuantitativa aplicada para la elaboración de la valoración de los impactos ambientales con sus respectivas definiciones y puntuación correspondiente.

Tabla 12 Valoración cualitativa y cuantitativa

TABLA DE VALORACIÓN CUANTITATIVA Y CUALITATIVA					
Valoración		Persistencia		Pronóstico	
Positiva	+	Temporal	1	Controlable	1
Negativa	-	Persistente	3	Inevitable	3
Área de influencia		Magnitud		Resiliencia	
Puntual	1	Baja	1	Reversible	1
Local	2	Media	2	No Reversible	3
General	3	Alta	3		

Fuente: Guía ambiental, para evitar, corregir y compensar los impactos de las acciones de reducción y prevención de riesgos en el nivel municipal MAVDT.

- **Valoración de la calidad ambiental.** Se refiere a la forma como la acción afecta el entorno.

Positiva (+): la acción impactante es benéfica para el entorno.

Negativa (-): la acción es adversa para el entorno.

- **Área de Influencia.** Hace referencia al área o longitud hasta la cual el elemento puede ser afectado por el impacto.

Puntual: El efecto se presenta en un sitio muy localizado del área de influencia directa.

Local: El efecto trasciende los límites de la obra.

General: La cobertura del efecto es generalizado en todo el entorno.

- **Persistencia en el Tiempo.** Se refiere al período durante el cual el efecto estará presente ocasionando alguna modificación.

Temporal: El impacto de la acción sobre los elementos solo está presente durante el tiempo que dura la actividad.

Persistente: Supone que la alteración de los elementos se presentan aún después de finalizada la actividad.

- **Magnitud.** Hace referencia a la acción del impacto sobre las propiedades o características del elemento afectado.

Baja: Solo una característica o propiedad no esencial del elemento es afectada por el impacto.

Media: Solo algunas características o propiedades del elemento son afectadas por el impacto.

Alta: Una propiedad esencial del elemento es afectada por el impacto.

- **Pronóstico.** Probabilidad de que una acción genere impacto sobre las características del elemento afectado.

Controlable: La ocurrencia del impacto se derive de la no implementación de medidas de control.

Inevitable: Siempre ocurre el impacto.

- **Resiliencia.** Capacidad del elemento de recuperarse una vez ha sido afectado por el impacto.

Reversible: El efecto producido puede subsanarse mediante la implementación de acciones.

No Reversible: No es posible restaurar las condiciones originales del medio ambiente.

El componente ambiental evaluado para la fuente lítica fue el componente biótico. La valoración del impacto se estableció según la tabla 13.

Tabla 13 Valoración de Riesgo

CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	
VALORACIÓN	CLASIFICACIÓN
5 a 8	Bajo
9 a 12	Medio
13 a 15	Alto

4. ESTUDIO CAPACIDAD DE ASIMILACIÓN DEL CUERPO LÓTICO

1.7 OBSERVACIONES GENERALES

De las dos jornadas de monitoreo realizadas, se tienen las siguientes observaciones tomadas en campo, que son de interés para el análisis de los resultados y la evaluación de la capacidad de carga de la Fuente hídrica.

- En el día 1 se realizó la medición del caudal y toma de muestras para el punto Vertimiento PTAR S 25.000 en las siguientes horas 10:00 am, 1:30 pm y 2:00 pm, debido a que en estas horas no se generó descarga de la PTAR S 25.000 a la Fuente hídrica.
- En el punto P1 aguas arriba del vertimiento, el primer día de monitoreo se evidencio mayor turbiedad a partir de la 1:00 pm, a diferencia de los aforos anteriores.
- Para la toma de muestras hidrobiológicas se seleccionaron tres (3) tramos de la Fuente hídrica (ver fotografías 5, 6 y 7) los cuales se encontraban antes de los puntos determinados para la toma de muestras físico-químicas y de campo.
- Durante las jornadas de monitoreo se presentó buenas condiciones climatológicas, las cuales permitieron el desarrollo del monitoreo sin ningún inconveniente y con el acompañamiento del personal de la Autoridad Ambiental - CDMB.

Fotografía 8 Descarga localizada entre los puntos P1 y P2



1.8 RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos de los parámetros evaluados In Situ y en el laboratorio (físico-químicos, microbiológicos e hidrobiológicos).

1.8.1 Resultados in situ

En las Tablas 14, 15, 16 y 17 se presentan los datos IN SITU obtenidos en las dos jornadas de monitoreo.

Los puntos de muestreo se relacionan nuevamente a continuación:

- P1 aguas arriba vertimiento.
- P2 aguas abajo vertimiento.
- P3 aguas abajo vertimiento.
- Vertimiento PTAR S 25.000.

Tabla 14 Datos In Situ, P1 aguas arriba vertimiento

Hora		Caudal (m ³ /s)		Oxígeno Disuelto (mg/L)		pH (Unidades de pH)		Temperatura del agua (°C)		Temperatura Ambiente (°C)	
Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
09:00	08:00	0.881	0.724	9.2	8.8	6.6	7.18	18	16	19	18
10:00	09:15	0.871	0.63	8	8.4	7.72	7.25	19	18	21	21
11:00	10:30	0.879	0.673	8	8.4	7.6	7.71	10	19	12	24
12:00	11:45	0.847	0.675	8	8.8	7.59	7.8	10	20	11	25
13:00	13:00	0.632	0.611	7.2	8	7.6	8.45	10	21	13	25
13:30	14:15	0.790	0.742	8.4	8.4	7.46	8.17	11	17	11	19
02:00	-	0.615	-	8.4	-	7.68	-	10	-	11	-
03:00	-	0.730	-	8.4	-	7.59	-	10	-	13	-
Máximo		0.881	0.742	9.200	8.800	7.720	8.450	19.00	21.00	21.00	25.00
Mínimo		0.615	0.611	7.200	8.000	6.600	7.180	10.00	16.00	11.00	18.00
Promedio		0.781	0.676								

Tabla 15 Datos In Situ, P2 aguas abajo vertimiento

Hora		Caudal (m3/s)		Oxígeno Disuelto (mg/L)		pH (Unidades de pH)		Temperatura del agua (°C)		Temperatura Ambiente (°C)	
Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
09:00	08:02	0.778	0.770	8.4	7.6	7.37	7.45	14.5	11.75	18	14
10:00	09:17	0.709	0.798	8.8	7.8	8.1	7.65	14.5	12.71	19.5	16.5
11:00	10:32	0.825	0.779	9	7.2	7.76	7.57	15.03	14.41	18	23
12:00	11:47	0.916	0.748	7	7.6	7.57	7.67	15.44	15.61	21	20
13:00	13:02	0.914	0.772	6.6	7.6	7.85	7.52	15.4	16.07	17	21
13:30	14:17	0.874	0.755	6.44	7.8	7.49	7.56	15.33	16.22	16.5	20
14:00	-	0.864	-	7.4	-	7.66	-	15.49	-	17.5	-
14:30	-	0.893	-	6.4	-	7.74	-	15.6	-	17	-
Máximo		0.916	0.798	9.000	7.800	8.100	7.670	15.600	16.220	21.000	23.000
Mínimo		0.709	0.748	6.400	7.200	7.370	7.450	14.500	11.750	16.500	14.000
Promedio		0.847	0.770								

Tabla 16 Datos In Situ, P3 aguas abajo vertimiento

Hora		Oxígeno Disuelto (mg/L)		pH		Temperatura del agua (°C)		Temperatura Ambiente (°C)	
Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
09:00	08:04	8	7.2	7	7	14	11.5	19	12
10:00	09:19	7.2	7.6	7	7	14	13	19	19
11:00	10:34	6.8	7.6	7	7	15	15	26	19
12:00	11:49	7.6	7	7	7	16	16	24	22
13:00	13:04	7.6	7	7	7	16	17	21	21.5
13:30	14:19	8	-	7	7	15	16	20	23
14:00	-	6.8	-	7	-	16	-	20.5	-
14:30	-	7.2	-	7	-	17	-	21	-
Máximo		8.000	7.600	7.000	7.000	17.000	17.000	26.000	23.000
Mínimo		6.800	7.000	7.000	7.000	14.000	11.500	19.000	12.000

Tabla 17 Datos In Situ, Vertimiento STRAD

Hora		Caudal (m3/s)		pH		Temperatura del agua (°C)		Temperatura Ambiente (°C)	
Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
09:00	07:40	0.00020	0.00006	6.48	6.43	13	11	17	17
11:00	09:00	0.00004	0.00012	6.59	6.67	14	14	14	15
12:00	10:15	0.00027	0.00006	6.49	6.55	19	14	19	25
13:00	11:30	0.00027	0.00015	6.46	6.8	12	14	12	17
15:00	13:00	0.00018	0.00023	6.47	6.29	13	14	19	21
16:00	-	0.00014	-	6.51	-	12	-	19	-
Máximo		0.00027	0.00023	6.590	6.800	19.000	14.000	19.000	25.000
Mínimo		0.00004	0.00006	6.460	6.290	12.000	11.000	12.000	15.000
Promedio		0.00019	0.00013						

1.8.2 Resultados de laboratorio

En las tablas 18, 19 y 20 se presentan los resultados de los análisis físico-químicos reportados por el Laboratorio, de las muestras tomadas durante las dos (2) jornadas de monitoreo.

Tabla 18 Resultados de Laboratorio Primera jornada de monitoreo

Parámetro	Unidades	P1 aguas arriba vertimiento	P2 aguas abajo vertimiento	P3 aguas abajo vertimiento	Vertimiento PTAR S 25.000	Método
DQO	mg O ₂ /L	< 15	< 15	< 15	653	S.M. 5220 C
DBO ₅	mg O ₂ /L	<5	<5	<5	271	S.M. 5210 B
Sólidos Totales	mg/L	212	208	212	808	S.M. 2540 D
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	28	44	28	70	S.M. 2540 D
Grasas y Aceites	mg/L	14	18	14	123	S.M. 5220-D

Tabla 19 Resultados de Laboratorio, Segunda jornada de monitoreo

Parámetro	Unidades	P1 aguas arriba vertimiento	P2 aguas abajo vertimiento	P3 aguas abajo vertimiento	Vertimiento PTAR S 25.000	Método
DQO	mg O ₂ /L	34	<15	17	706	S.M. 5220 C
DBO ₁	mg O ₂ /L	0.63	0.23	0.63	-	S.M. 5210 B
DBO ₂	mg O ₂ /L	2.31	0.4	0.73	-	S.M. 5210 B
DBO ₃	mg O ₂ /L	2.88	0.5	0.83	-	S.M. 5210 B
DBO ₄	mg O ₂ /L	3.09	0.6	1.16	-	S.M. 5210 B
DBO ₅	mg O ₂ /L	3.27	0.8	1.32	284	S.M. 5210 B
Sólidos Totales	mg/L	234	234	246	796	S.M. 2540 D
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	58	54	56	92	S.M. 2540 D
Grasas y Aceites	mg/L	6	100	149	162	S.M. 5220-D

Tabla 20 Resultados de Laboratorio, Vertimiento PTARD

Parámetro	Unidades	Vertimiento PTARD Día 1	Vertimiento PTARD Día 2	Método
DQO	mg O ₂ /L	653	706	S.M. 5220 C
DBO ₅	mg O ₂ /L	271	284	S.M. 5210 B
Sólidos Totales	mg/L	808	796	S.M. 2540 D
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	70	92	S.M. 2540 D
Grasas y Aceites	mg/L	123	162	S.M.5220-D

A continuación se presenta las tablas resumen de los resultados hidrobiológicos reportados por el laboratorio, estos análisis se realizaron para tres (3) puntos de la Fuente hídrica.

En la tabla 21 se muestra el resumen de los géneros de microalgas planctónica encontrados en los tres (3) puntos de monitoreo de la corriente de agua. Estos géneros están constituidos por algas Clorophytas y Bacilariophytas (diatomeas), también se hallan algas conocidas como Verde azules o Cianophyceas. Se observó predominio de las algas diatomeas.

Tabla 21 Observaciones de las especies de microalgas Planctónicas

GÉNERO	OBSERVACIONES
Diatoma	Del grupo de las diatomeas y aguas superficiales
Cosmarium	Desmido de aguas superficiales.
Melosira sp	Diatomea de aguas superficiales
Navicula	Diatomea de aguas superficiales
Staurodesmus	Alga verde de aguas superficiales
Cyclotella	Diatomea de aguas superficiales
Gomphonema	Diatomea adherida
Phacus	Alga de aguas superficiales, puede ocasionar olor al agua
Trachelomonas	Algas flageladas, pueden ocasionar obturación en los filtros
Fragillaria	Del grupo de las diatomeas y aguas superficiales
Staurostrum	Desmidia de aguas superficiales, puede ocasionar olor al agua
Anabaena	Alga verde azul o cianofícea, puede ocasionar olor al agua, taponadora de filtros
Oscillatoria	Del grupo de las cianofíceas o cianobacterias, se encuentra en aguas contaminadas, superficiales, puede ocasionar sabor y olor al agua
Ankistrodesmus	Alga verde de aguas superficiales limpias
Calanus	Copépodo ciclopoideo zooplanctónico
Euglena	Alga flagelada de aguas superficiales
Desmidium	Desmido de aguas superficiales

En la tabla 22, se presenta el resumen de los grupos hallados con respecto a la comunidad bentónica en cada punto de monitoreo.

Tabla 22 Grupos hallados en la comunidad bentónica por punto de monitoreo

PUNTO	FAMILIA Y/O GRUPO	OBSERVACIONES
P1 aguas arriba vertimiento	<i>Perlidae</i>	Ejemplares adultos
	<i>Ptilodactylidae</i>	Ejemplares adultos
	<i>Libellulidae</i>	Odonata
P2 aguas abajo vertimiento	<i>Gerridae</i>	Hemiptera, Chinchas de aguas
	<i>Libellulidae</i>	Odonata
P3 aguas abajo vertimiento	<i>Copepodae</i>	Calanoideae (Copepodo)
	<i>Oligochaeta</i>	Annelidos (gusanos)

En la tabla 23 se reporta las especies de microalgas de Perifiton encontradas en cada uno de los puntos de monitoreo.

Tabla 23 Observaciones de las especies de microalgas de Perifiton

GÉNERO	OBSERVACIONES
Anabaena	Alga verde azul olorosa de aguas superficiales
Diatoma	Diatomea puede ser obturadora
Chaetophora	Alga verde adherida
Nitzschia	Diatomea, común en aguas superficiales
Tabellaria	Diatomea puede ocasionar olores
Navicula	Diatomea de aguas superficiales
Oedogonium	Alga verde adherida de agua superficiales
Pinularia	Diatomea de aguas limpias

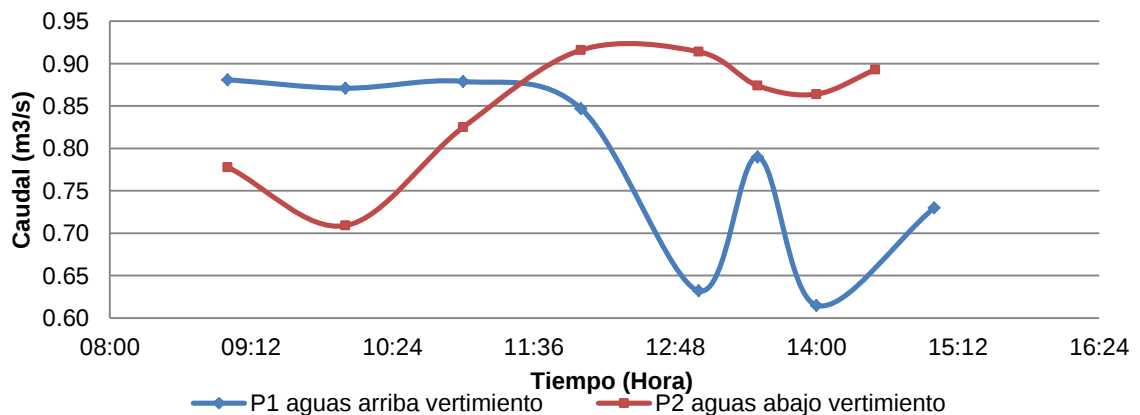
1.9 ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se presenta los análisis gráficos y cualitativos de los resultados obtenidos en campo y los reportados por el laboratorio, los cuales se muestran en el capítulo anterior. También se incluye los cálculos de carga correspondientes a cada punto de aforo.

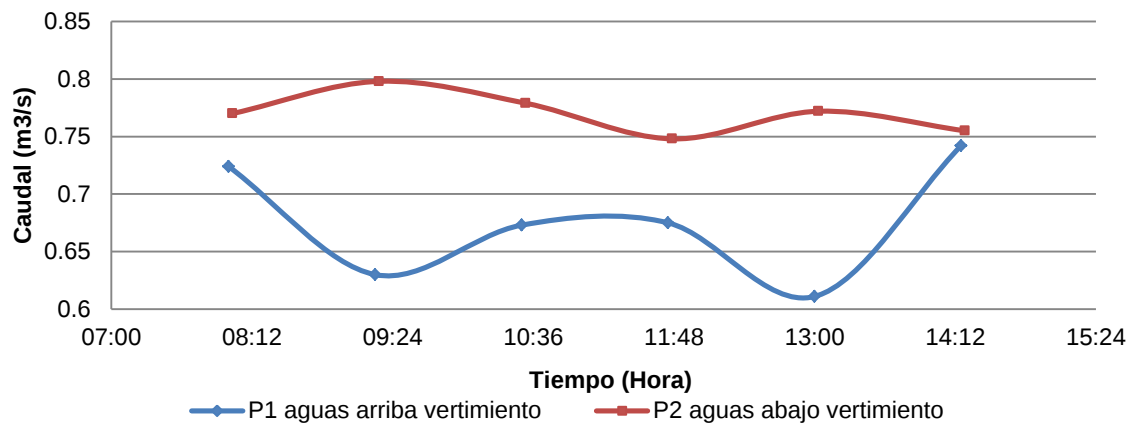
1.9.1 Análisis gráfico

Para el análisis gráfico se revisó el comportamiento de los parámetros evaluados In Situ, como Caudal, pH, Temperatura y Oxígeno Disuelto, en cada punto de muestreo para los dos días evaluados, como se muestran en las Gráficas del 1 al 17.

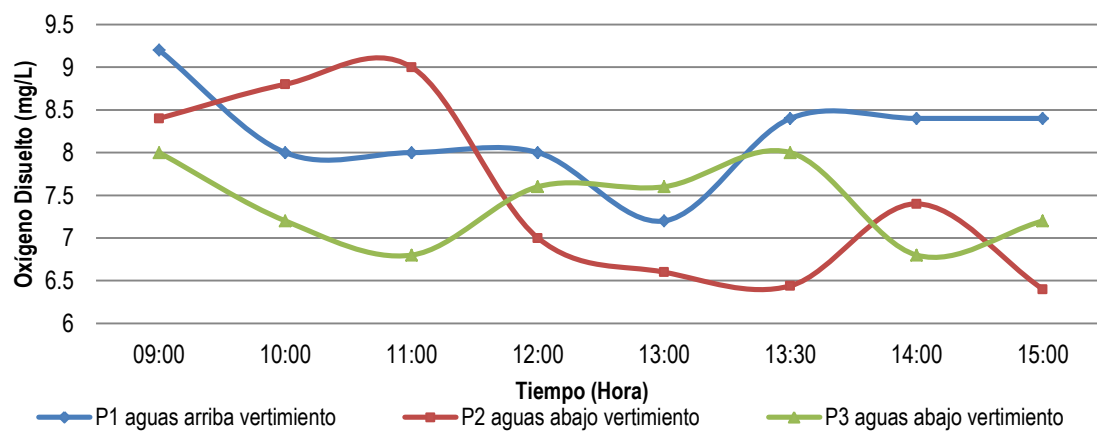
Gráfica 1 Comportamiento hidráulico, Día 1



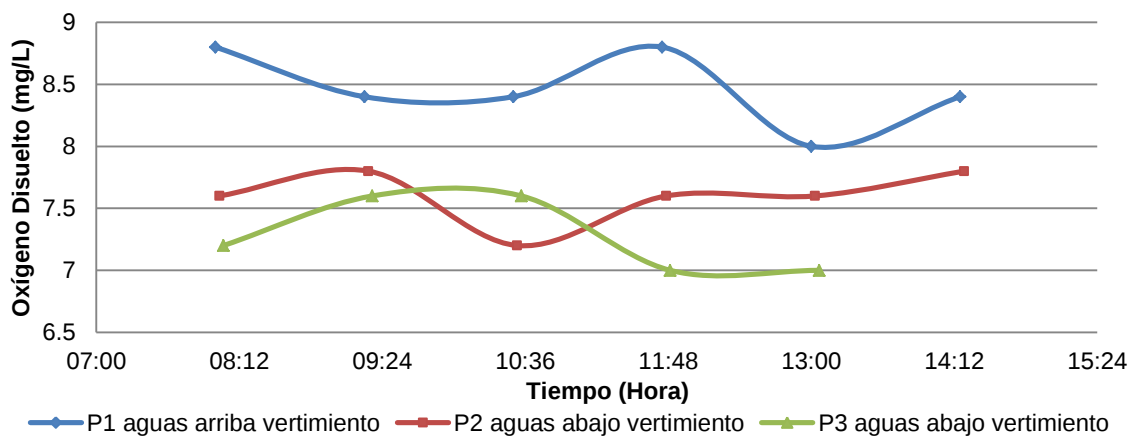
Gráfica 2 Comportamiento hidráulico, Día 2



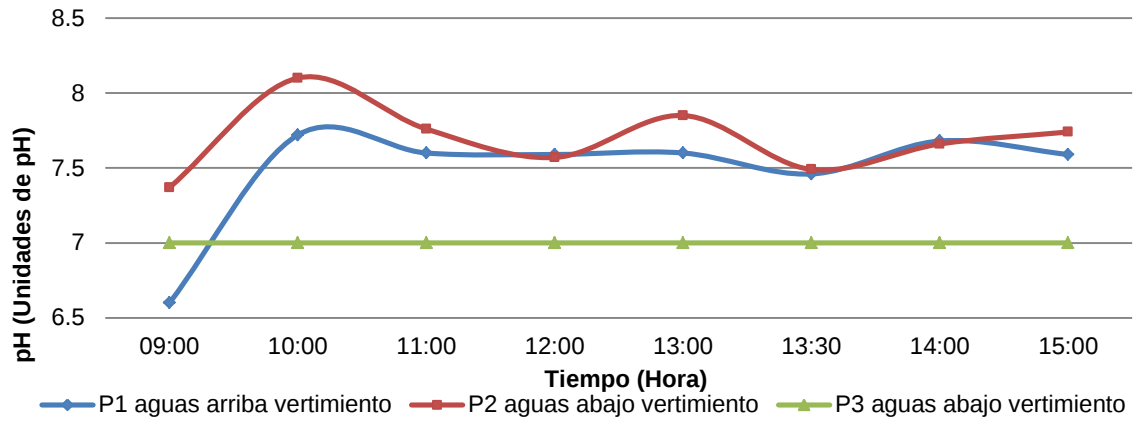
Gráfica 3 Comportamiento Oxígeno Disuelto, Día 1



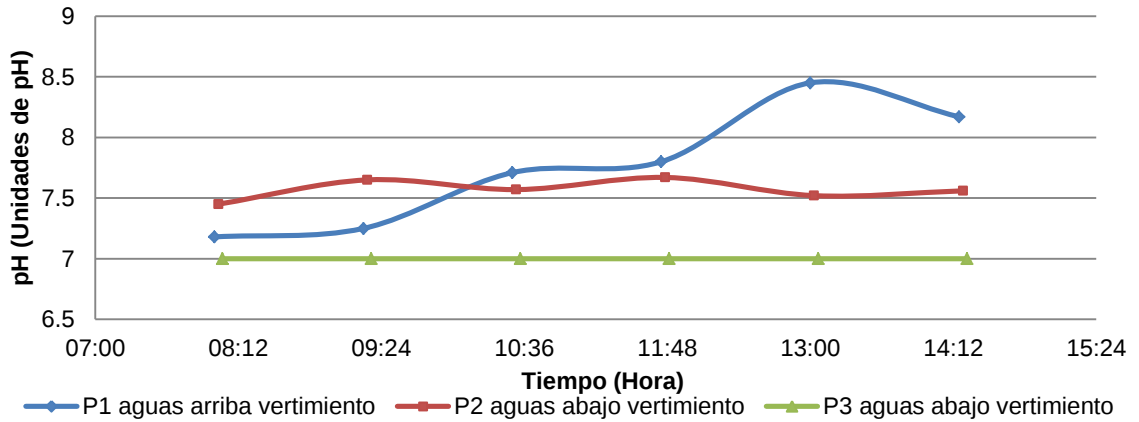
Gráfica 4 Comportamiento Oxígeno Disuelto, Día 2



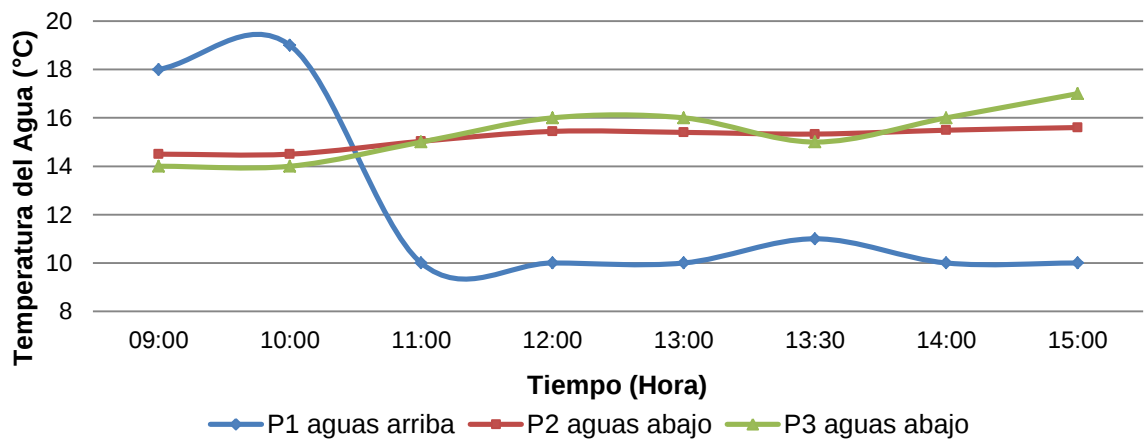
Gráfica 5 Comportamiento pH, Día 1



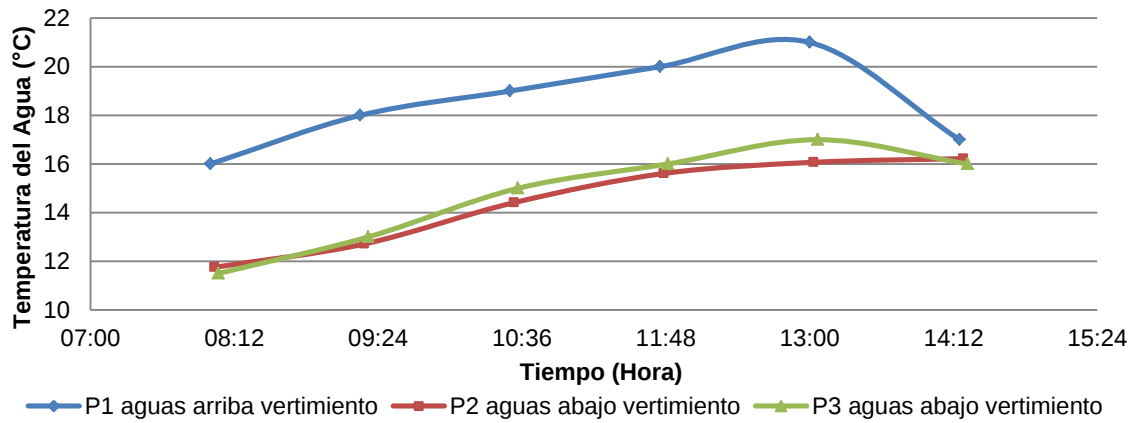
Gráfica 6 Comportamiento pH, Día 2



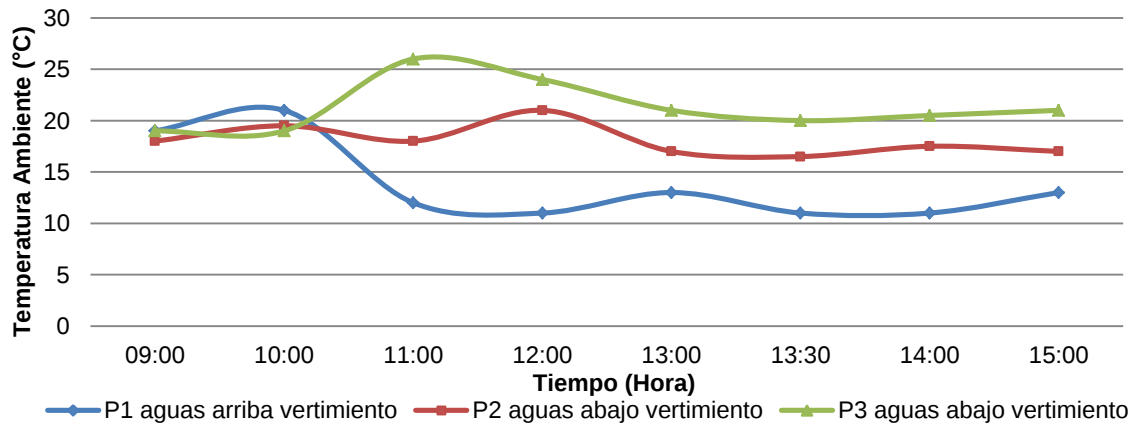
Gráfica 7 Comportamiento Temperatura del Agua, Día 1



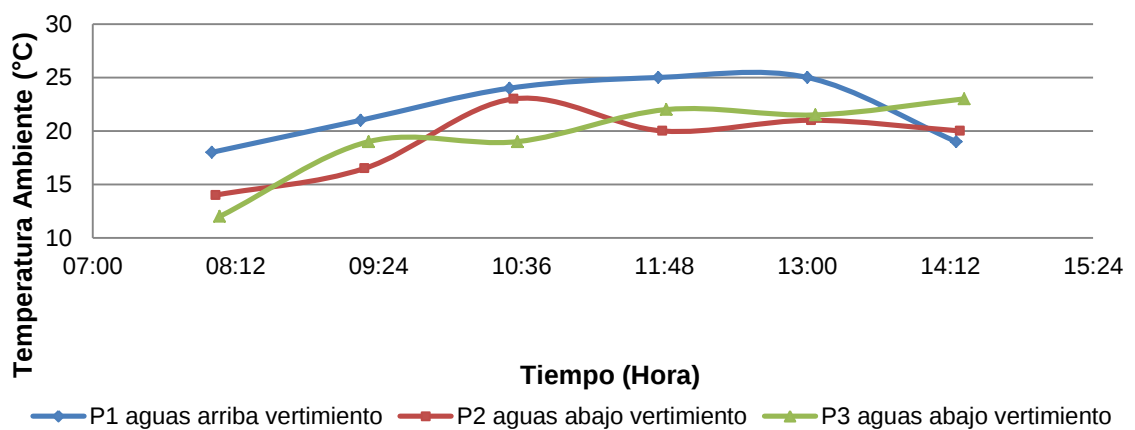
Gráfica 8 Comportamiento Temperatura del Agua, Día 2



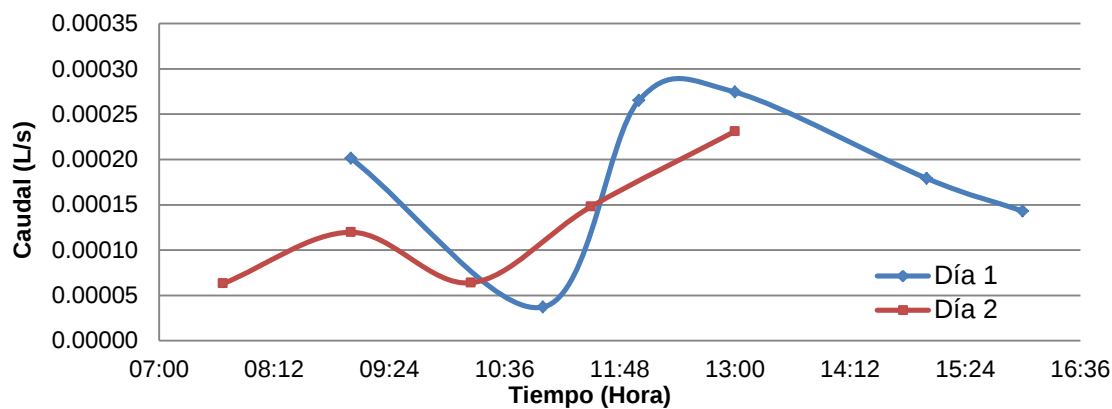
Gráfica 9 Comportamiento Temperatura Ambiente, Día 1



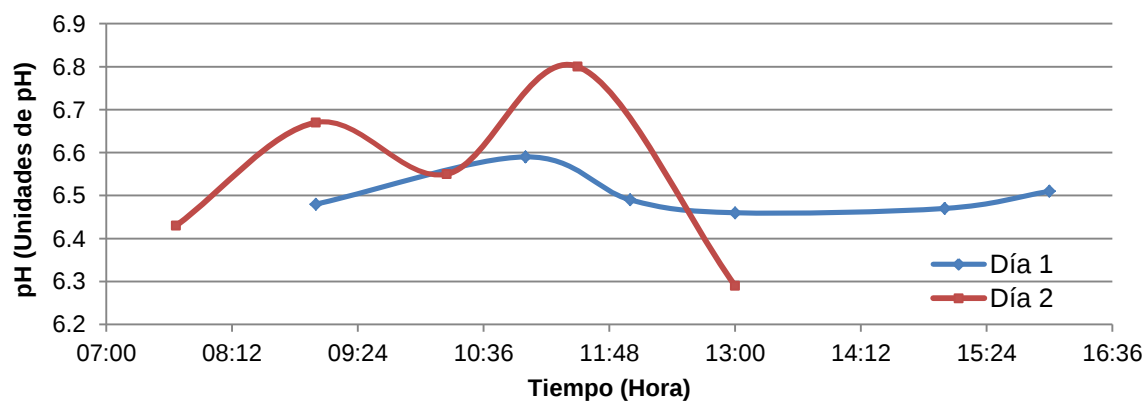
Gráfica 10 Comportamiento Temperatura Ambiente, Día 2



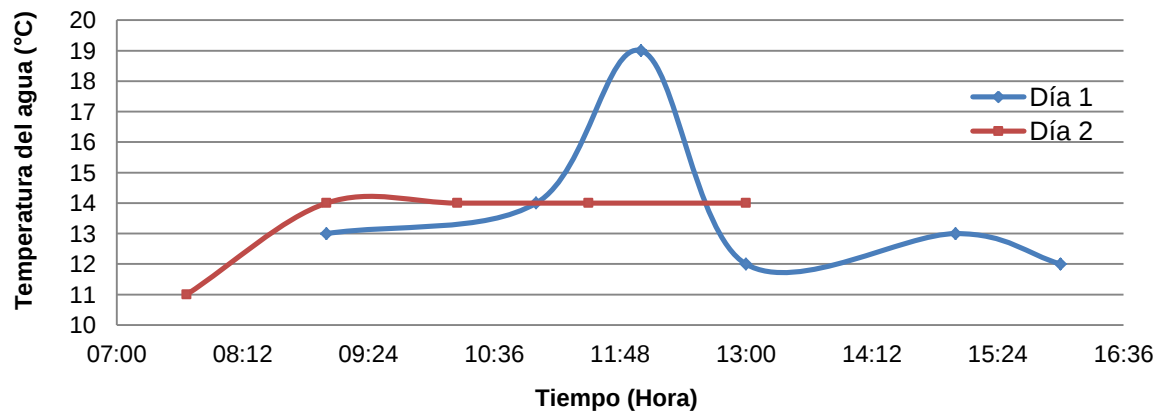
Gráfica 11 Comportamiento hidráulico, Vertimiento PTARD



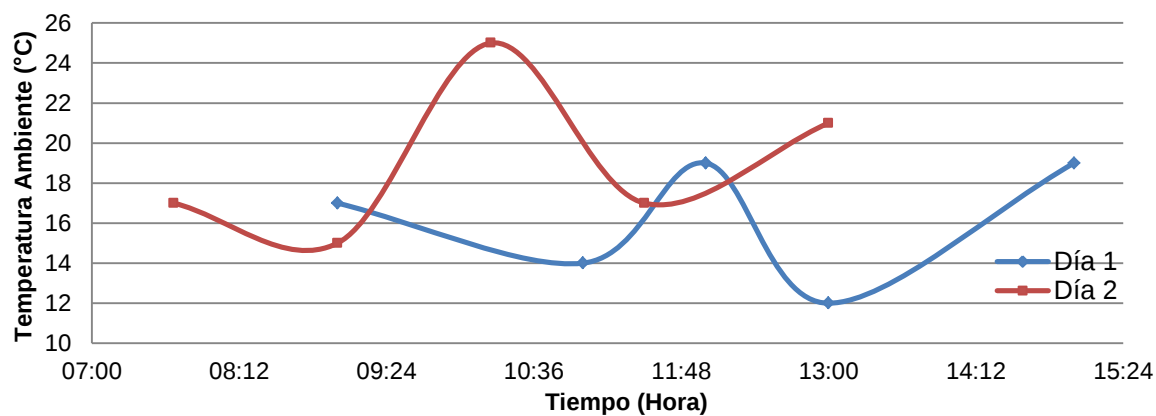
Gráfica 12 Comportamiento pH, Vertimiento PTARD



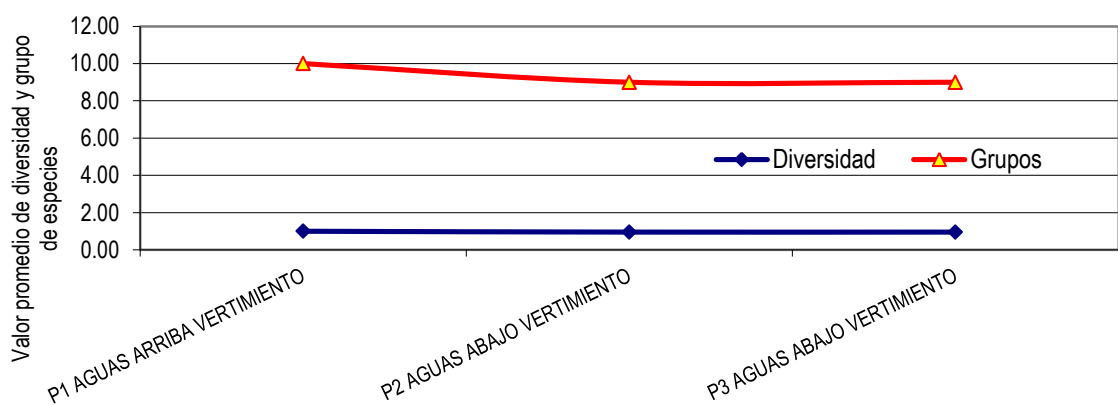
Gráfica 13 Comportamiento Temperatura Agua, Vertimiento PTARD



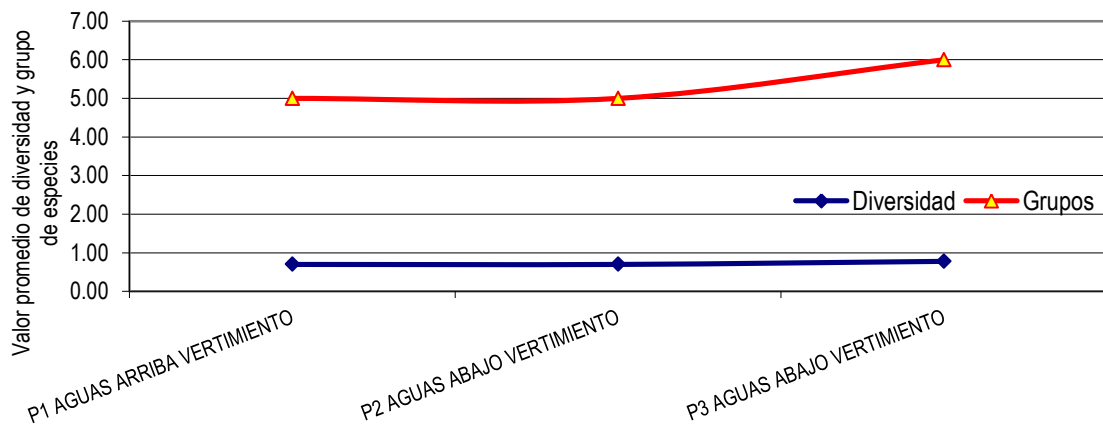
Gráfica 14 Comportamiento Temperatura Ambiente, Vertimiento PTARD



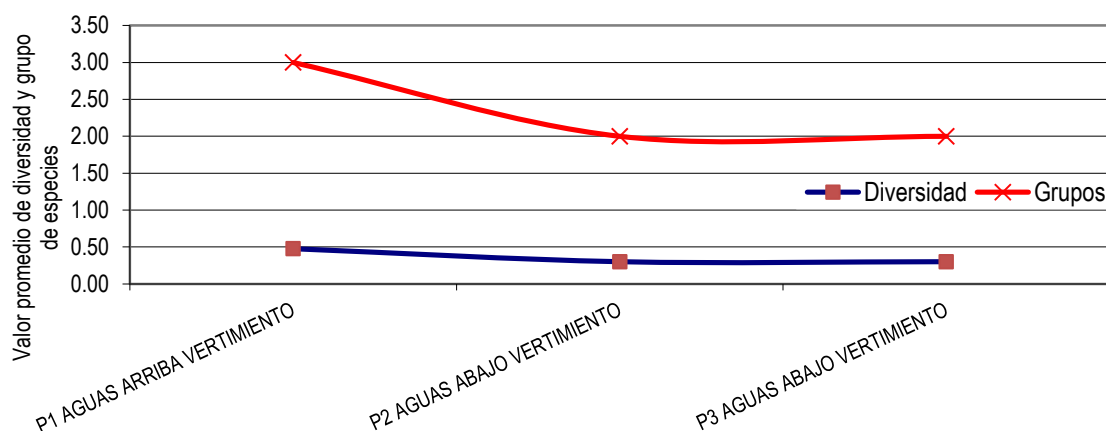
Gráfica 15 Valor promedio de diversidad de especies y grupos de especies de Plancton por punto de monitoreo



Gráfica 16 Valor promedio de diversidad de especies y grupos de especies de Perifiton por punto de monitoreo



Gráfica 17 Valor promedio de diversidad de especies y grupos de especies de Bentos por punto de monitoreo



1.9.2 Análisis cualitativo

1.9.2.1 Fuente hídrica

De acuerdo con los resultados obtenidos durante las 2 jornadas de monitoreo, para el estudio de asimilación de la fuente hídrica, se puede establecer que:

Al observar el comportamiento hidráulico para los puntos P1 aguas arriba vertimiento y P2 aguas abajo vertimiento se presentan comportamientos diferentes durante las jornadas de muestreo. Sin embargo, para el día 1 al calcular el caudal promedio se evidencia que la diferencia entre estos dos puntos no supera un 10%, ya que estos corresponden a $0.781 \text{ m}^3/\text{s}$ para el punto P1 y $0.847 \text{ m}^3/\text{s}$ para el punto P2. Para el día 2 se observa una situación similar, debido a que el caudal para el punto P1 fue de $0.676 \text{ m}^3/\text{s}$ y para el punto P2 de $0.770 \text{ m}^3/\text{s}$. La posible razón de las diferencias en los datos de caudales medidos se debe a las características del tramo evaluado, debido a que el terreno presenta altas pendientes, fondos rocosos y resaltos hidráulicos a lo ancho de la corriente, los cuales generan un incremento de velocidades en el aforo de la corriente.

De acuerdo a los datos registrados del día 1 en los tres puntos, se reportan altas concentraciones de oxígeno disuelto en todos los puntos, encontrándose éstos en un rango entre $6,5 \text{ mg/L}$ y $9,3 \text{ mg/L}$. Para el punto antes del vertimiento, el caudal máximo medido fue de $9,3 \text{ mg/L}$ y el menor de $7,2 \text{ mg/L}$ los cuales se registraron a las 09:00 horas y las 13:30 horas respectivamente. Para el punto P2 (después del vertimiento) el Oxígeno Disuelto máximo registrado fue de 9 mg/L y el mínimo de $6,4 \text{ mg/L}$, medidos a las 11:00 horas y 14:30 horas respectivamente. Para el punto P3, a las 09:00 horas se registró una concentración máxima de 8 mg/L y una mínima de $6,8 \text{ mg/L}$ a las 14:30 horas. Al interponer el perfil horario del oxígeno

disuelto en los tres puntos, se puede observar que en diferentes horas del día, cada uno de los puntos registra una concentración alta.

El Día 2, la concentración mayor siempre se registra en el punto P1, en segundo lugar el punto P2 y en el tercero el punto P3. Lo anterior evidencia un menor comportamiento de la concentración del oxígeno ya que al disminuir la altura del punto de ubicación, disminuye el oxígeno de saturación.

Para el día 1, se evidencia la similitud de las unidades de pH en los puntos P1 y P2 durante el día de monitoreo, excepto para las 09:00 horas en donde se presentó una diferencia de pH de 0,8 unidades. El comportamiento del pH en punto P3 fue muy constante durante el día del monitoreo.

El día 2, se presentó para el primer punto (P1) un incremento del pH, iniciando a las 09:00 horas con 7,18 y finalizando con 8,17 unidades a las 13:30 horas. Para el punto P2, el pH se mantuvo constante, iniciando en 7,45 unidades a las 09:00 horas y finalizando en 7,56 unidades a las 13:30 horas y para punto P3, el pH se mantuvo muy constante, registrándose 7 unidades durante el día de monitoreo.

Al analizar el comportamiento de la temperatura del agua en los tres puntos en el día 1, es preciso mencionar que los puntos P2 y P3, se comportaron de una manera muy similar durante el día de monitoreo, manteniéndose en un rango de temperatura mínima de 14,5 °C y 14,0°C respectivamente y una temperatura mayor de 15,6 °C y 17,0°C. Sin embargo, para el caso del primer punto (P1), el comportamiento fue variado durante el día del monitoreo, ya que se registró un valor mínimo de 10°C en diferentes horas del día y un valor máximo de 19°C a las 10:00 horas.

Para el segundo día de monitoreo, éste comportamiento fue muy diferente ya que el punto P1 registró un incremento durante el día, iniciando con una temperatura de 16,0°C a las 09:00 horas, con una temperatura máxima de 21,0°C a las 13:00 horas y finalizando a las 13:30 horas con una temperatura de 17,0°C.

La temperatura del agua está relacionada con la temperatura ambiente y es por esta razón que se presentó el comportamiento en el punto P1 en el primer día que disminuyó la temperatura del agua, debido a que la temperatura ambiente estuvo a partir de las 11:00 horas entre 10°C y 14°C. Para el punto P2, la temperatura ambiente se mantuvo entre 16,0°C y 21,0°C y para el punto P3 entre 19,0°C y 26°C, favoreciendo que la temperatura del agua se incrementara.

En el segundo día, las gráficas de temperatura ambiente de los tres puntos presentan un incremento durante el día y posteriormente en horas de la tarde comienza a descender, lo que permitió un comportamiento más similar entre los tres puntos respecto a la temperatura del agua.

Para efectos del presente estudio, se decidió utilizar la información medida en el segundo día de monitoreo (Día 2), ya que en el primer día se midieron las condiciones hidráulicas de la fuente hídrica, la cual permitió que para el segundo día de monitoreo se conocieran los momentos exactos para la toma de la muestra de agua en los tres (3) puntos de monitoreo, con el fin de analizar la misma matriz de agua en estos puntos y conocer el comportamiento de la capacidad asimilativa del cuerpo hídrico.

1.9.2.2 Vertimiento

Al comparar el comportamiento del caudal del vertimiento proveniente de la PTAR S 25.000 durante los dos (2) días de monitoreo se observa una tendencia similar en las gráficas, esto es debido a que en las actividades realizadas internamente en el Campamento habitacional (cocina, lavado) se llevan a cabo a una hora específica, igualmente al verificar en términos de población, el caudal promedio utilizando un consumo de 80 L/hab.día corresponde a una población aproximadamente de 205 hab. Sin embargo, al observar los caudales promedios en los dos (2) días de monitoreo, los cuales corresponden a 0.00019 m³/s para el primer día y 0.00013 m³/s para el segundo día, se observa una disminución aproximada de 65%, debido a que en el segundo día el tiempo de duración de monitoreo fue menor, al igual que el tiempo entre las alícuotas fue mayor.

El pH del vertimiento durante el primer día presentó un rango entre 6.4 Unidades y 6.6 Unidades. Para el segundo día el pH se movió en un rango entre 6.3 Unidades y 6.8 Unidades. Los valores de pH en el vertimiento dan cumplimiento a lo establecido en el Artículo 72 del Decreto 1594 de 1984, por encontrarse el pH en un rango entre 5 a 9 Unidades de pH.

Respecto al comportamiento de la temperatura del primer día se observa que esta se mueve en un rango entre 12 a 19°C. El valor registrado de 19°C, pudo generarse por una descarga con alta temperatura en la zona de cocina en horas del mediodía, para lo cual, al mezclarse con el volumen de agua residual contenido en la PTAR S 25.000, se presentó una disminución de la temperatura. Para el segundo día, la temperatura presenta un comportamiento similar durante la jornada de monitoreo, siendo esta de 14°C, exceptuando la temperatura reportada a las 7:40 horas (11°C). Estos valores se encuentran por debajo de 40°C, según lo estipulado en el Artículo 72 del Decreto 1594 de 1984.

1.9.2.3 Hidrobiológicos

En cuanto al índice de diversidad y grupos de especies encontrados en los análisis hidrobiológicos del tramo evaluado de la Fuente hídrica, se puede observar que el punto con mayor diversidad y ocurrencia de especies de Plancton fue el punto P1, aguas arriba del vertimiento en donde presentó 10 grupos y 1,00 de valor de diversidad.

El punto de monitoreo con mayor valor de diversidad de especies de Perifiton fue P3 con 0,78 (6 grupos) y el menor valor fue de 0,70 producto de la presencia de 5 grupos perifíticos. (P1 y P2, Aguas arriba del vertimiento y Aguas Abajo del vertimiento, respectivamente).

Los datos de diversidad de especies para la comunidad bentónica registran valores máximos de 0,48 correspondiendo al punto de monitoreo P1 (Aguas Arriba del Vertimiento) se presentaron tres grupos biológicos. El grupo más representativo correspondió a la Clase Insecta (P1: Familias Perlidae, Familia Ptilodactylidae, Familia Libellulidae) (P2: Familia Libellulidae, Familia Gerridae) Los Oligochaetos (posiblemente lombrices) y Crustáceos (Clase Copepoda, Familia Calanoidae) se observaron en el punto P3, Aguas abajo del vertimiento.

1.10 CÁLCULO DE CARGA

El cálculo de la carga diaria para cada uno de los puntos de muestreo en los dos días de monitoreo, se muestran en las Tablas 24, 25 y 26.

Tabla 24 Cálculo de carga corriente hídrica, monitoreo Día 1

Parámetro	P1 Aguas arriba vertimiento			P2 Aguas abajo vertimiento			P3 Aguas abajo vertimiento		
	Concentración (mg/L)	Caudal (L/s)	Carga (Kg/d)	Concentración (mg/L)	Caudal (L/s)	Carga (Kg/d)	Concentración (mg/L)	Caudal (L/s)	Carga (Kg/d)
DBO5	5	780.625	337.2	5.0	846.625	365.7	5	846.625	365.7
DQO	15		1011.7	15.0		1097.2	15		1097.2
SST	32		2158.3	44.0		3218.5	28		2048.2
G&A	180		12140.3	18.0		1316.7	14		1024.1

Tabla 25 Cálculo de carga corriente hídrica, monitoreo Día 2

Parámetro	P1 Aguas arriba vertimiento			P2 Aguas abajo vertimiento			P3 Aguas abajo vertimiento		
	Concentración (mg/L)	Caudal (L/s)	Carga (Kg/d)	Concentración (mg/L)	Caudal (L/s)	Carga (Kg/d)	Concentración (mg/L)	Caudal (L/s)	Carga (Kg/d)
DBO5	3.27	675.833	190.9	0.8	770.333	53.2	1.32	770.333	87.9
DQO	34		1985.3	15.0		998.4	17		1131.5
SST	58		3386.7	54.0		3594.1	56		3727.2
G&A	6		350.4	100.0		6655.7	149		9917.0

Tabla 26 Cálculo de carga, Vertimiento PTAR S 25.000

Parámetro	Día 1			Septiembre 27		
	Concentración (mg/L)	Caudal (L/s)	Carga (Kg/d)	Concentración (mg/L)	Caudal (L/s)	Carga (Kg/d)
DBO ₅	271	0.19138	4.4810	284	0.12510	3.0697
DQO	653		10.7975	706		7.6309
SST	70		1.1575	92		0.9944
G&A	123		2.0338	162		1.7510

Para efectos del cálculo del vertimiento realizado por el proyecto habitacional, el equipo consultor asumió el caudal promedio del día como el caudal promedio medido durante la jornada de monitoreo. Esto se hizo debido a que el mayor caudal de vertimiento se presenta en horas diurnas.

Así mismo, se verifica que en términos de carga de DBO₅, el porcentaje de aporte del vertimiento de la PTAR S 25.000 sobre la Fuente hídrica es de 1.3% para el día 1 y de 1.9% para el día 2.

En cuanto al porcentaje de aporte del vertimiento en términos de Sólidos Suspendidos Totales corresponde a 0.05% para el primer día de monitoreo y de 0.03% para el segundo día.

Respecto al porcentaje de aporte de las Grasas y Aceites por parte del vertimiento en el primer día de monitoreo, éste corresponde a 0.017% y de 0.5% para el segundo día.

1.11 MODELO SIMPLIFICADO DE STREETER AND PHELPS

Como se señaló en el Marco Teórico, para evaluar la capacidad de asimilación de la fuente hídrica receptora ante el efluente proveniente de la PTAR S 25.000 instalada en el Campamento Habitacional, se utilizó el modelo simplificado de **Streeter and Phelps**, las constantes a utilizar en el modelo se definen en este capítulo. Para realizar el planteamiento del modelo simplificado de **Streeter and Phelps** se tuvo en cuenta la figura 3 presentada en el capítulo 3.

En términos generales el esquema planteado, representa una situación en la cual una corriente, con unas condiciones iniciales de calidad del agua, se puede ver alterada por una descarga del efluente final de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Doméstica; se busca entonces, determinar cuál es la alteración máxima permitida de acuerdo con las normas ambientales vigentes.

1.11.1 Determinación de las constantes k1 y k2.

En la tabla 27, se presenta las constantes de desoxigenación (K_1) halladas para cada punto de monitoreo de la cuenca hídrica. La constante de desoxigenación (K_1) se determinó mediante el método de mínimos cuadrados¹, utilizando los datos de las cinco (5) DBO reportadas por el laboratorio para el día 27 de septiembre; El valor de la K_1 calculado corresponde a **0.3566 d⁻¹** perteneciente al punto P1 aguas arriba del vertimiento y realizando la corrección por temperatura corresponde a **0.3732 d⁻¹**. Dicha constante será empleada en la aplicación del modelo de Streeter and Phelps.

Tabla 27 Constante de desoxigenación K1

Constante de desoxigenación K1	
P1 aguas arriba vertimiento	0.3566
P2 agua abajo vertimiento	0.17422
P3 aguas abajo vertimiento	0.0572
Asumida	0.3566
Corrección por Temperatura	0.3732

Para la definición de la constante de reaireación K_2 , se partió de la información disponible señalada en la Tabla 28.

Tabla 28 Constante de reaireación K2

AUTOR	Día 1		Día 2	
	P1 Aguas arriba	P2 Aguas abajo	P1 Aguas arriba	P2 Aguas abajo
Texas	5.31	4.20	4.87	3.81
O' Connor y Dobbins	0.07	0.04	0.06	0.04
Churchill	29.67	16.01	23.07	12.49
Owens	42.47	25.05	34.77	20.23
Langbein y Durum	8.46	4.75	6.62	3.76
K2 Teórica	1 a 10	1 a 5	1 a 10	1 a 5
K2 Asumida	6.62			
Corrección por Temperatura	6.77			

¹ Romero R. Jairo A., Tratamiento de Aguas Residuales: Teoría y principios de diseño, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, pág 43.

Como se indicó en el numeral 6.2, se utilizó la información medida en campo en los puntos P1 y P2 para calcular la constante de reaireación K_2 . En este cálculo, se utilizaron las ecuaciones de los cinco (5) autores como se muestra en la tabla anterior, y se asumió **Langbein y Durum** como la K_2 para la elaboración del modelo de Streeter and Phelps, ya que la constante según estos autores se encuentran en el rango establecido en la tabla 1, la cual asume que el tipo de corriente es rápida. Por lo tanto, la K_2 corresponde a **6.6247 d⁻¹** y realizando la corrección por temperatura la K_2 es de **6.7705 d⁻¹**.

1.11.2 Aplicación del modelo

1.11.2.1 Condiciones iniciales

Para la aplicación del modelo, se establecen como condiciones iniciales las que se describen en la Tabla 29, condiciones que corresponden a los datos obtenidos en campo y los reportados por el laboratorio para el segundo día de monitoreo.

Tabla 29 Condiciones iniciales del modelo

PUNTO	PARÁMETRO	VALOR	
P1 aguas arriba vertimiento	DBO ₅ río	3.27	mg/L
	DBOUC río	4.24	mg/L
	OD río	8.00	mg/L
	Caudal río	0.68	m ³ /s
	Velocidad río	0.624	m/s
Vertimiento PTAR S 25.000	DBO ₅	284.00	mg/L
	DBOUC	335.95	mg/L
	OD	0.00	mg/L
	Caudal	0.0001251	m ³ /s
Datos asumidos	K ₁	0.3566	d ⁻¹
	K ₂	6.6247	d ⁻¹

1.11.2.2 Condiciones de mezcla

Aplicando un balance de masa, se calculan las condiciones de mezcla con los datos de los puntos P1 aguas arriba del vertimiento y el punto Vertimiento PTAR S25.000, obtenidos en el monitoreo del segundo día, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 30 Condiciones de mezcla

Parámetro	Fuente Hídrica	Vertimiento PTAR S 25.000	Mezcla
Caudal (m ³ /s)	0.6758	0.0001251	0.6760
DBO ₅ (mg/L)	3.27	284.00	3.32195
DBOUC (mg/L)	4.24	335.95	4.29723
OD (mg/L)	8.00	0.00 ²	7.99852
SST (mg/L)	58	92	58.00629
Temperatura (°C)	21.00	14.00	20.99870

1.11.2.3 Aplicación del modelo

En la tabla 31 se presentan los resultados obtenidos en la aplicación del modelo de **Streeter and Phelps**, en la cual se muestran cinco (5) corridas del modelo, donde la primera corresponde a las condiciones iniciales (datos obtenidos en la jornada de monitoreo del día 2) y los demás pertenecen a los cuatro (4) escenarios propuestos por el equipo consultor para el vertimiento de la PTAR S 25.000 perteneciente al Campamento Habitacional, esto con el fin de simular el comportamiento que presenta la fuente hídrica una vez se realice el vertimiento.

Tabla 31 Resultados corrida del modelo

Corrida	Fuente Hídrica			Vertimiento PTAR S 25.000			Mezcla			Resultados			
	OD (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	Q (m ³ /s)	OD (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	Q (m ³ /s)	OD (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	Q (m ³ /s)	Tc (s)	Xc (m)	Dc (mg/L)	ODc (mg/L)
1					284	0.00013	7.99	3.32	0.67	0.432	0.27	0.991	7.998
2					50	0.0003	7.99	3.29	0.67	1.296	0.81	0.993	7.996
3	8.00	3.27	0.68	0.00	100	0.0005	7.99	3.34	0.67	2.16	1.35	0.995	7.994
4					200	0.001	7.98	3.56	0.67	5.184	3.23	1.001	7.988
5					400	0.001	7.98	3.85	0.67	4.925	3.07	1.001	7.988

- Para visualizar el comportamiento de la Fuente Hídrica en términos de materia orgánica y oxígeno disuelto, se definieron cinco (5) condiciones de comportamiento de la PTAR S 25.000. La primera condición corresponde a situaciones reales medidas en el monitoreo del día 27 de septiembre, en donde La DBO₅ reportada fue de 284 mg/L con un caudal de 0.13 L/s. Esta condición medida será mayor al incrementarse la población o número de habitantes que

² Este valor se asumió como 0.0 mg/L, puesto que no fue medido en campo ni en laboratorio y se asume como la condición más crítica.

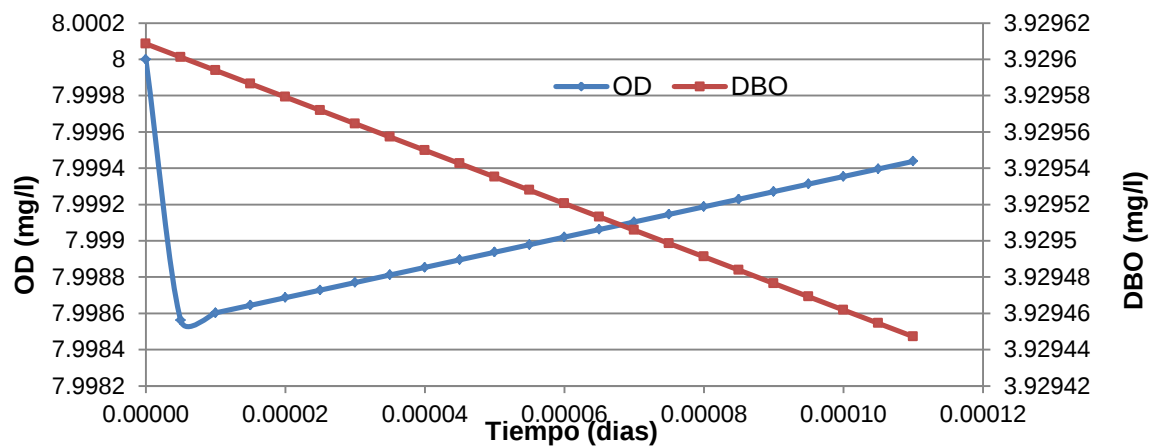
se alojaran en el Campamento Habitacional, ya que se incrementaría el caudal de aguas residuales a tratar. La concentración registrada en el efluente de la PTAR es alta dado que corresponde a un efluente previamente tratado, sin embargo, dichos resultados pueden verse atribuidos a que el sistema de tratamiento establecido se encuentra en fase de arranque para posteriormente estabilizarse.

- En la segunda condición se presenta la situación proyectada de eficiencia para el tren de tratamiento, con una remoción aproximada del 85% en carga, con una población máxima de 300 habitantes, un caudal efluente de 0.30 L/s y una concentración de DBO_5 de 50 mg/L.
- La tercera condición corresponde a un incremento de caudal y de concentración de DBO_5 en el vertimiento, los cuales corresponden a 0.5L/s y 100mg/L, respectivamente. La razón del incremento en carga contaminante se debe a que se asumió una dotación de 150 L/Hab.día y una eficiencia del 65% de remoción.
- En la cuarta condición se estableció una dotación de 300 L/Hab.día, asumiendo un excesivo consumo de agua en las labores diarias relacionadas a las actividades propias del Campamento Habitacional. Adicionalmente, se asume que la PTAR S 25.000 no fue operada de una manera correcta lo cual generó que no se presentara una estabilización en el sistema de tratamiento y por lo tanto la planta removerá aproximadamente un 30% en carga de los contaminantes.
- Para el Quinto y último escenario se establecieron unas condiciones muy críticas, las cuales indican que no existe una remoción en el sistema de tratamiento, se presenta una carga aportante alta de DBO_5 y una dotación de 300 L/Hab.día.

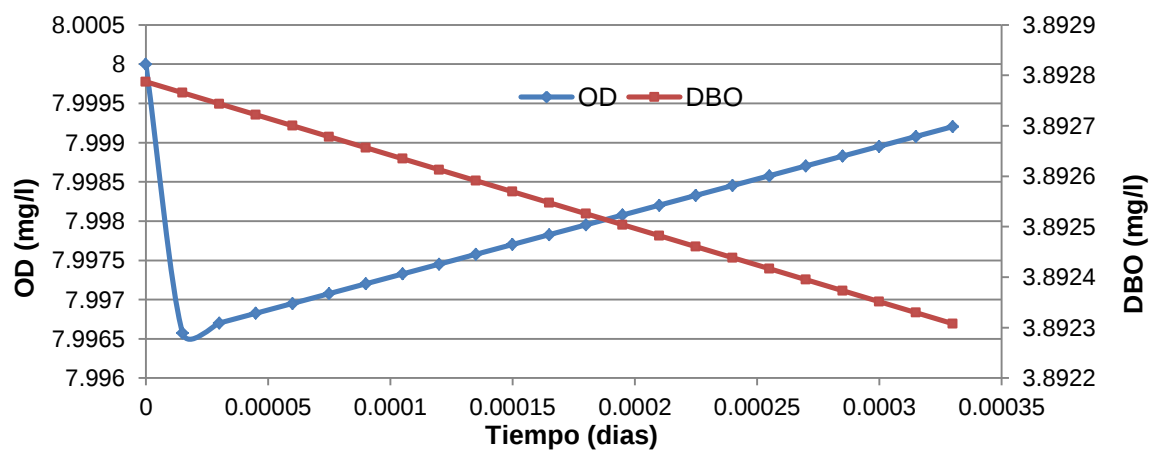
1.11.2.4 Representación gráfica Curva de Oxígeno Disuelto.

En las siguientes gráficas se presentan la curva de déficit de oxígeno (SAG) de cada uno de los escenarios planteados en la anterior tabla.

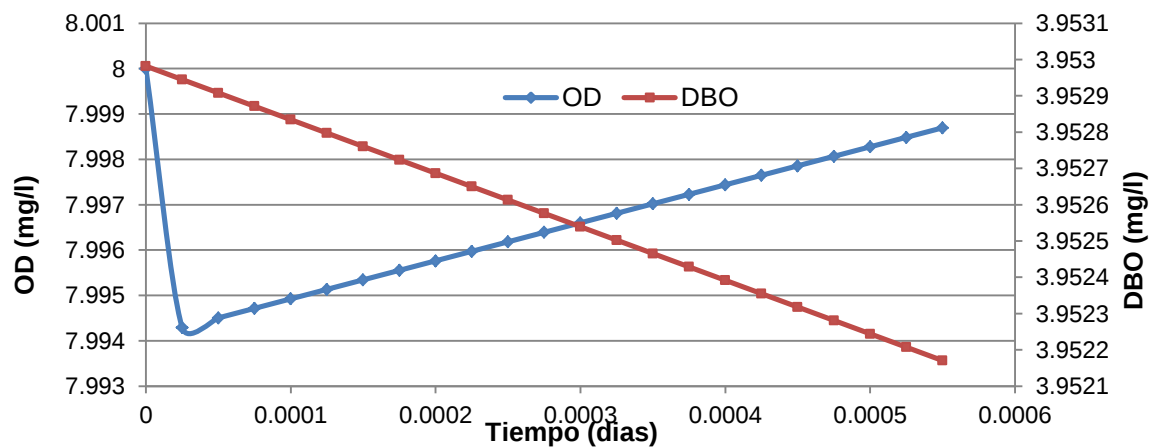
Gráfica 18 Curva de Oxígeno Disuelto, corrida 1



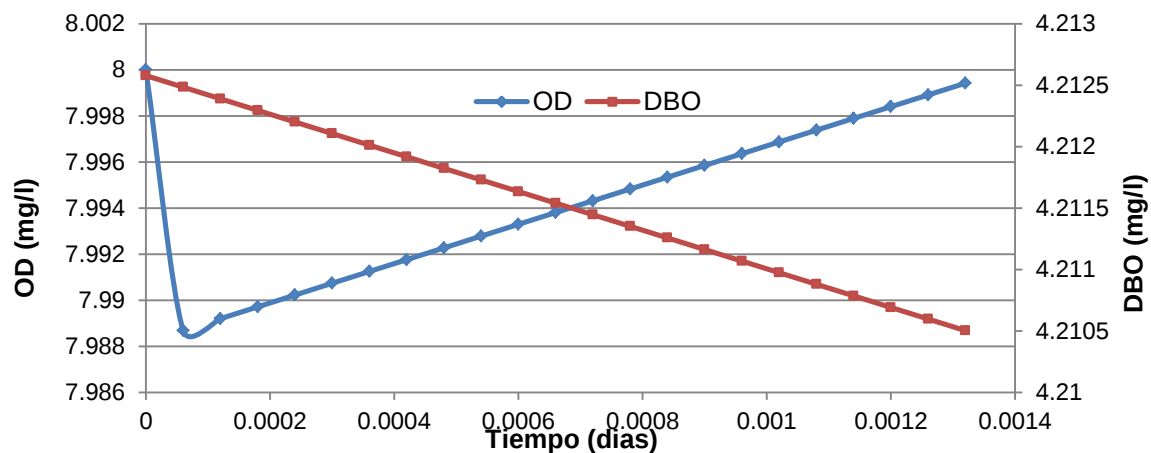
Gráfica 19 Curva de Oxígeno Disuelto, corrida 2



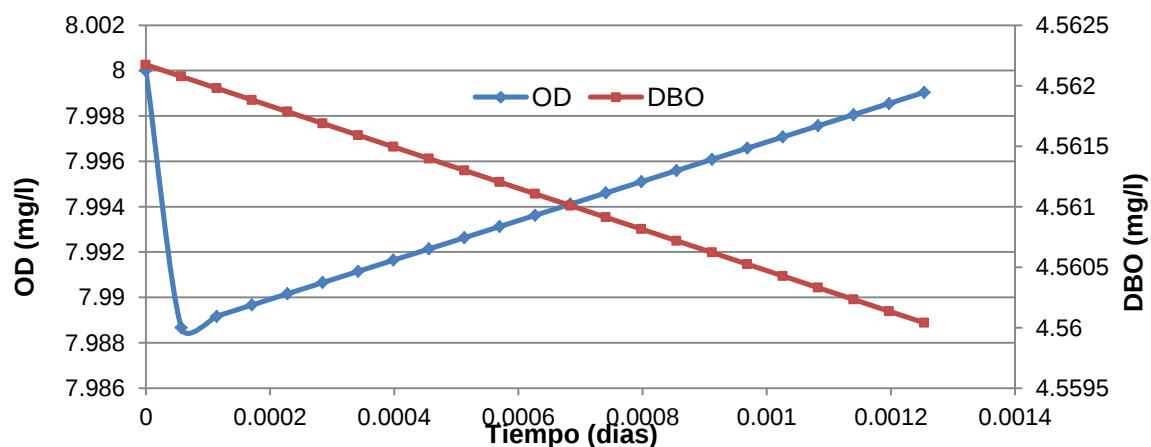
Gráfica 20 Curva de Oxígeno Disuelto, corrida 3



Gráfica 21 Curva de Oxígeno Disuelto, corrida 4



Gráfica 22 Curva de Oxígeno Disuelto, corrida 5



1.12 ANÁLISIS DE RESULTADOS MODELO STREETER AND PHELPS

De los resultados obtenidos a partir de la aplicación del modelo para determinar la capacidad de asimilación de la fuente hídrica en el punto P1 aguas arriba del vertimiento generado en el Campamento Habitacional, se tienen los siguientes análisis:

- Como se puede observar en la tabla 20 y en las gráficas donde se representa la Curva de Oxígeno Disuelto de cada uno de los escenarios propuestos, no existe una pérdida significativa de Oxígeno Disuelto de la Fuente Hídrica por la descarga del vertimiento proveniente de la PTAR S 25.000, debido a que este parámetro en la zona de mezcla y después de ésta presenta solamente una

pérdida menor de 0,1 mg/L para la condición más crítica de los escenarios y la concentración mínima calculada es de 7.98 mg O₂/L, siendo esta condición óptima para la preservación de la flora y fauna existente en la fuente hídrica.

- Respecto a las concentraciones de DBO₅ remanente en la Fuente Hídrica después de la descarga del vertimiento proveniente de la PTAR S 25.000 para la condición medida en campo y la más crítica se presentarán valores de 3.92 mg/L y 4.56 mg/L respectivamente; generando un incremento del 20% para la condición medida en campo y del 40% para la condición más crítica. Sin embargo, las concentraciones para las dos (2) situaciones son muy bajas y se evidencia que no generan una alteración en las condiciones de Oxígeno Disuelto en la Fuente Hídrica.
- Respecto a la distancia donde se presentarán las condiciones más críticas de la concentración del Oxígeno Disuelto, se tiene que para la condición inicial (condición medida en campo) corresponde a 0.30 metros del punto de vertimiento, y para la condición más crítica (escenario cinco) la menor concentración de Oxígeno Disuelto se presentará a una distancia equivalente a 3.07 metros. Estas cortas distancias expresan o indican que la fuente hídrica con respecto a la descarga presenta un alto índice de dilución, sin alteración significativa de las características físico químicas.

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

1.13 ANÁLISIS DE RIESGOS DEL SISTEMA DE VERTIMIENTOS

1.13.1 Escenario 1: análisis de riesgo interno (tecnológico) de la planta de tratamiento

1.13.1.1 Matriz de análisis de riesgos – sin controles – escenario 1.

En el anexo 1 se presenta la valoración del escenario 1, en cuanto a la probabilidad de ocurrencia de las amenazas identificadas a nivel interno y a la vulnerabilidad de la Planta de Tratamiento en términos del cumplimiento de los objetivos del sistema, seguridad del personal e imagen corporativa, además, se identificó la calificación final del riesgo, definida como una función de la probabilidad de ocurrencia de la amenaza específica por la vulnerabilidad más significativa de los elementos en riesgo definidos.

En el anexo 2, se presenta el resumen de la ponderación del riesgo del escenario 1, en la tabla se puede observar la codificación dada a cada una de las amenazas, esto se realizó con el fin de presentar en las gráficas de dispersión la incidencia de ellas en la valoración de la probabilidad, la vulnerabilidad y el riesgo.

Para el escenario 1 se identificaron 20 elementos en riesgo, de los cuales quince (15) corresponden a fallas físicas y cinco (5) a fallas operacionales de la Planta de Tratamiento.

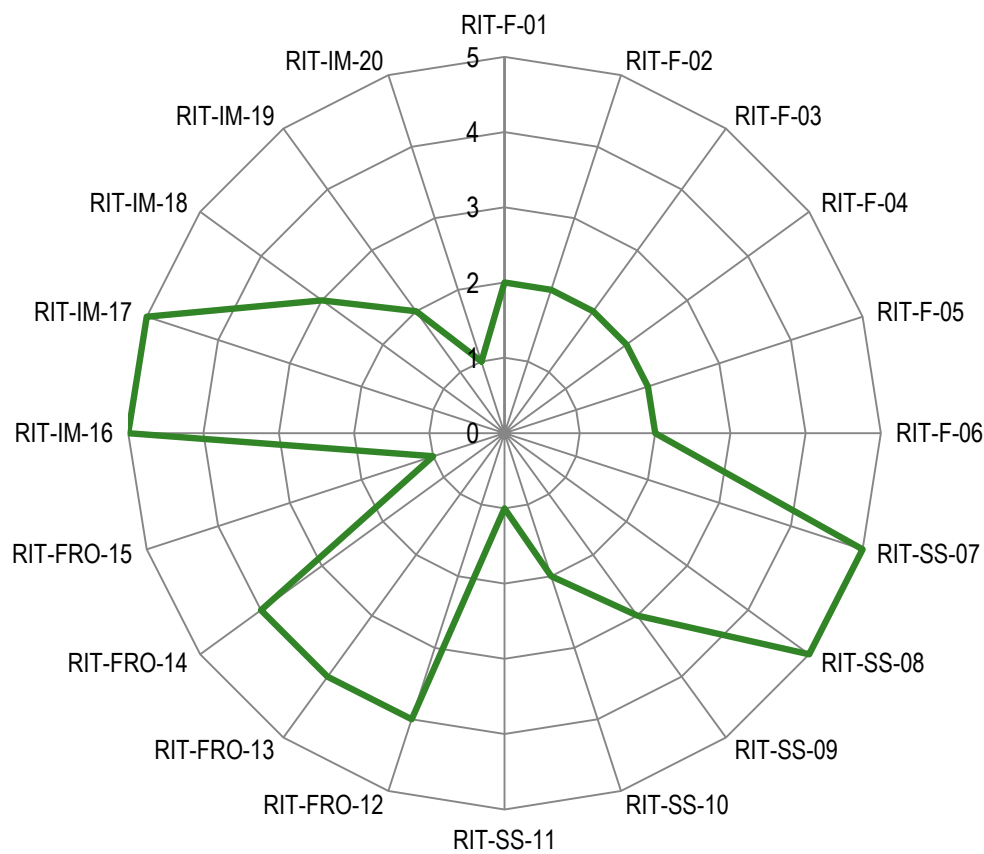
De los veinte (20) elementos en riesgo, dos (2) que corresponden al 10%, presentaron riesgo Bajo; cinco (5) que corresponden al 25% presentaron riesgo Bajo – Medio; seis (6) que corresponden al 30%, presentaron riesgo Medio y siete (7) que corresponden al 35%, presentaron riesgo Alto.

En conclusión se tiene que trece (13) elementos en riesgo que corresponden al 65%, presentaron un riesgo significativo, es por ello que el equipo consultor diseñó los programas que establecen las medidas de prevención y mitigación encaminadas en la reducción del riesgo calificado; la descripción de las fichas que contiene los programas se presenta en el numeral 5.2.

En la gráfica 23 se ilustra la dispersión de los elementos en riesgo en términos de la probabilidad de ocurrencia; es importante precisar que la probabilidad de ocurrencia más significativa se presenta en la saturación o sedimentación del primer y segundo compartimiento de la Planta de Tratamiento (RIT-SS) y fisura(s), ruptura y/u obstrucción tubería y accesorios entre el casino y el campamento hasta la conexión de la red principal y desde la red principal hasta la PTAR S 25.000

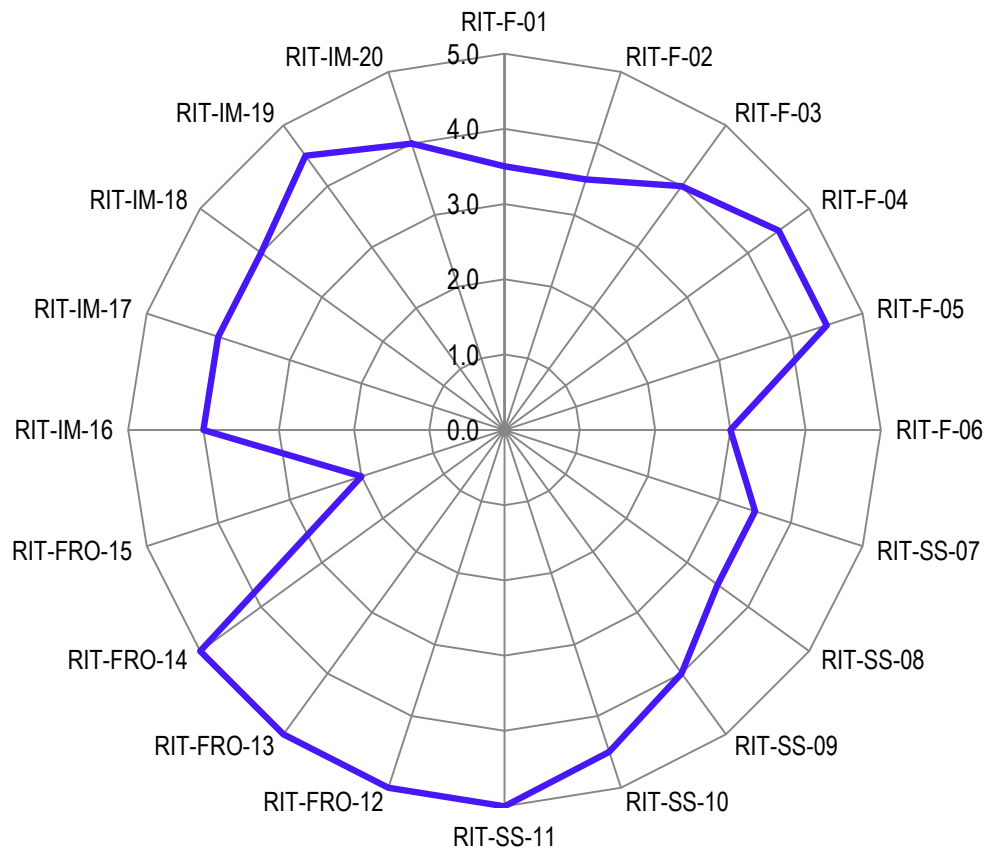
(RIT-FRO) pertenecientes a los Riesgos Internos por Fallas Físicas e Inadecuado mantenimiento del primer y segundo compartimiento de la Planta de Tratamiento (RIT-IM), correspondientes a Riesgos Internos por Fallas Operacionales.

Gráfica 23 Dispersión de las amenazas en términos de probabilidad de ocurrencia



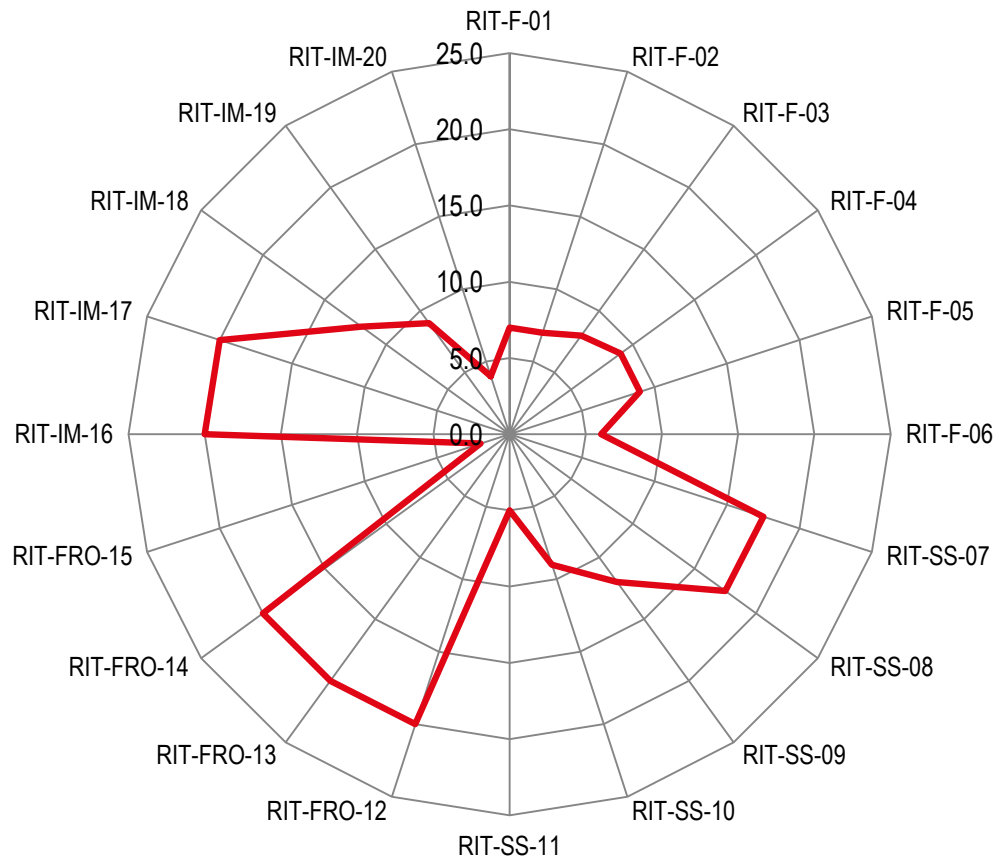
En la gráfica 24 se presenta la dispersión de los elementos en riesgo identificados en lo referente a la vulnerabilidad en términos del cumplimiento de los objetivos del sistema, seguridad del personal y la imagen corporativa. Como se evidenció en la matriz de análisis de riesgo, para este escenario la mayor vulnerabilidad en cuanto a Fallas Físicas se presentó en lo correspondiente al cumplimiento de los objetivos del sistema y para Fallas Operacionales en la seguridad del personal.

Gráfica 24 Dispersión de las amenazas en términos de vulnerabilidad



En la gráfica 25, se presenta la dispersión de los riesgos valorados en la matriz de análisis, y como se ilustró anteriormente de los veinte (20) elementos en riesgo identificados para el escenario 1, trece (13) que corresponden al 65%, se encuentran en la franja de riesgo Medio y Alto, en consecuencia las medidas a implementar deben estar orientadas a disminuir la probabilidad de ocurrencia de las amenazas y en algunos aspectos la vulnerabilidad.

Gráfica 25 Dispersión de los riesgos valorados en la matriz -sin medidas-



1.13.1.2 Matriz de análisis de riesgos – con controles – escenario 1.

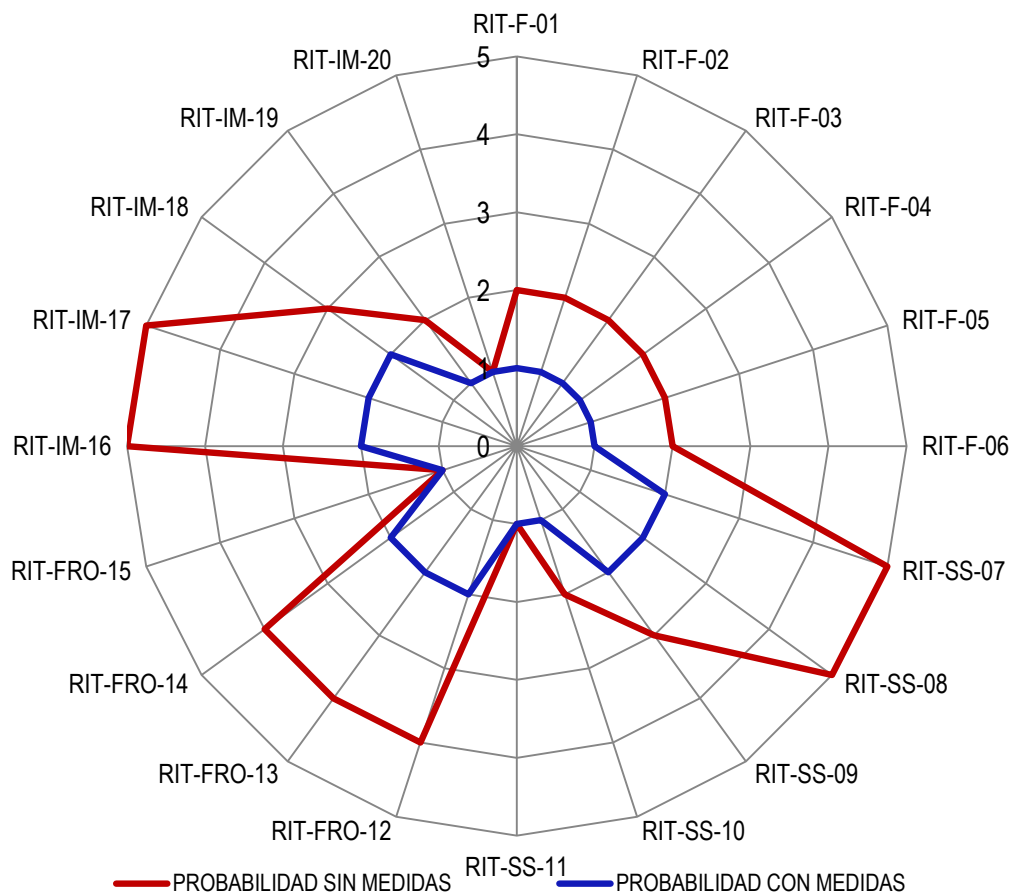
De acuerdo a los resultados obtenidos en la valoración del Riesgo Interno inicial, se diseñaron para el escenario 1, una serie de programas de control y seguimiento que se describen el ítem 5.2, con el objetivo de disminuir la ponderación de los riesgos calificados anteriormente. Es importante aclarar que las actividades pueden estar dirigidas a la disminución de la probabilidad de ocurrencia o a la vulnerabilidad del sistema según sea el caso.

En consecuencia y continuando con la metodología propuesta, se realizó nuevamente la valoración de la matriz de riesgos para el escenario 1, teniendo en cuenta las fichas referidas anteriormente. En el anexo 3 se presenta los resultados obtenidos con las medidas propuestas.

En el anexo 4 se presenta el resumen comparativo de la ponderación de los elementos en riesgo en cuanto a probabilidad de ocurrencia de una amenaza, vulnerabilidad y riesgo, sin medidas y con medidas.

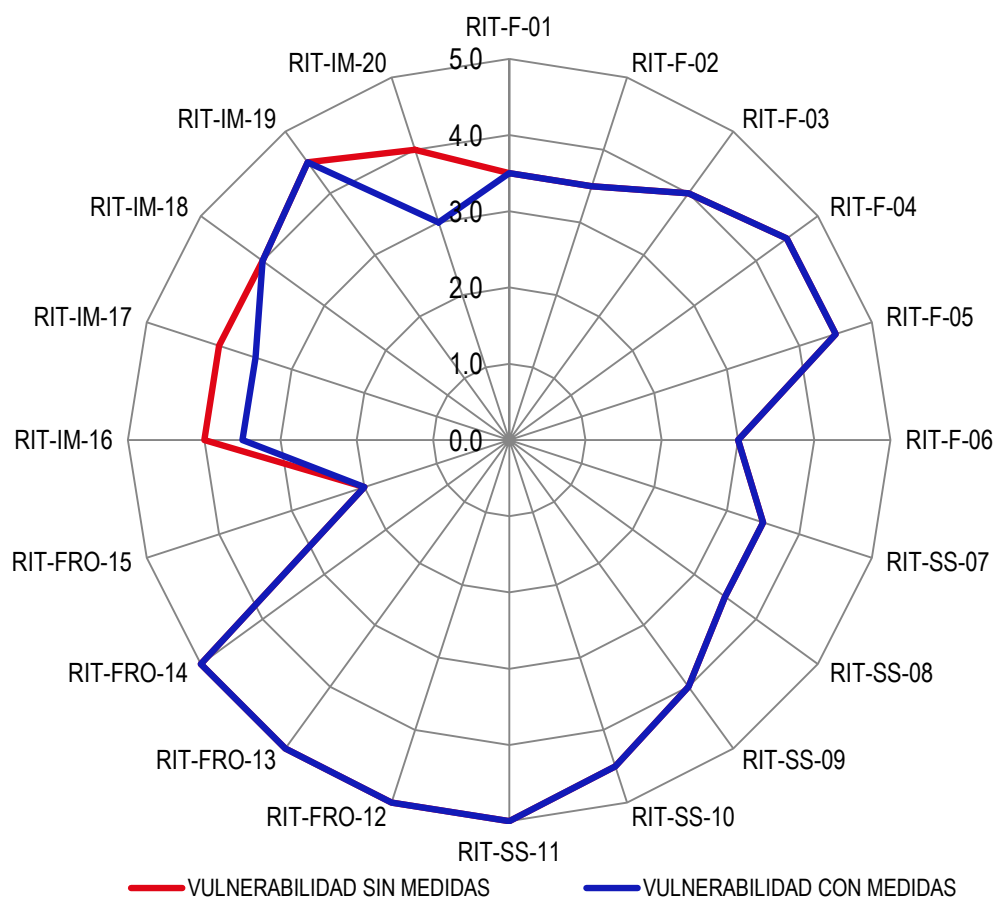
En la gráfica 26 se observa la variación en términos de probabilidad de ocurrencia del escenario 1, sin medidas y con medidas, evidenciándose la disminución de la probabilidad para diecisiete (17) elementos en riesgo.

Gráfica 26 Variación en términos de probabilidad de ocurrencia – Escenario 1



En la gráfica 27 se observa la variación en términos de vulnerabilidad para el escenario 1, sin medidas y con medidas, evidenciándose la disminución de la vulnerabilidad para tres (3) de los veinte (20) elementos en riesgo identificados.

Gráfica 27 Variación en términos de vulnerabilidad – Escenario 1



En la gráfica 28 se presenta la variación del Riesgo sin medidas y con medidas para el escenario 1, se observa la disminución del riesgo para dieciocho (18) elementos en riesgo de los veinte (20) identificados. En la tabla 32 se presenta el porcentaje de amenazas clasificadas según el riesgo sin medidas y con medidas, evidenciando que las acciones propuestas en los programas del Plan (ver numeral 5.2) disminuyen la cantidad de riesgos en niveles significativos (Medio +Alto + Muy Alto) en un 50 %.

Gráfica 28 Variación del Riesgo - Escenario 1

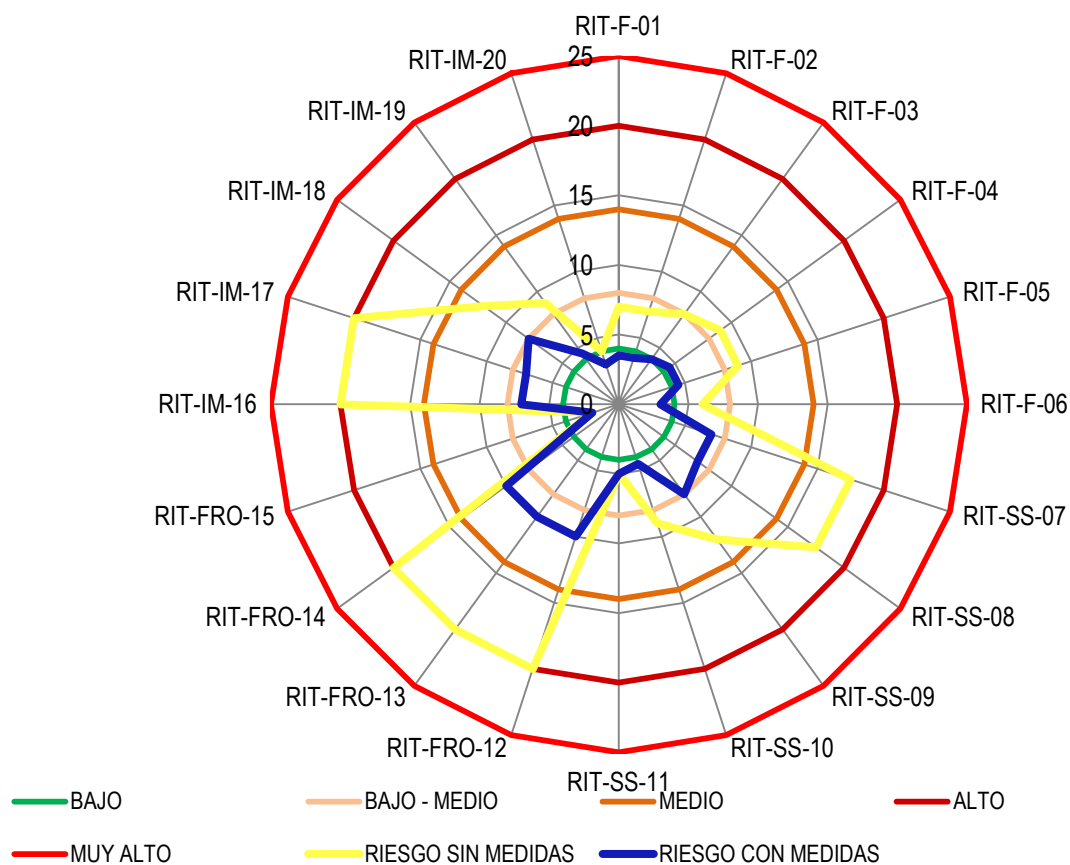


Tabla 32 Porcentaje de amenazas clasificadas según el riesgo sin medidas y con medidas

CALIFICACIÓN DEL RIESGO	% SIN MEDIDAS	% CON MEDIDAS
Bajo	10.00	30.00
Bajo-medio	25.00	55.00
Medio	30.00	15.00
Alto	35.00	-
Muy alto	-	-
Total riesgos significativos (medio + alto + muy alto)	65	15

1.13.2 Escenario 2: análisis de riesgo externo (antrópico-naturales) de la planta de tratamiento

1.13.2.1 Matriz de análisis de riesgo externo – sin controles – escenario 2.

En el anexo 5 se presenta la valoración del escenario 2, correspondiente a la probabilidad de ocurrencia de las amenazas Antrópico-Naturales identificadas; de igual forma la vulnerabilidad de la Planta de Tratamiento instalada en términos de la resistencia física de esta, de la capacidad de resiliencia del sistema, de la seguridad del personal y la imagen corporativa, además, se identificó la calificación final del riesgo, definida como una función de la probabilidad de ocurrencia de la amenaza específica por la vulnerabilidad más significativa de los elementos en riesgo definidos.

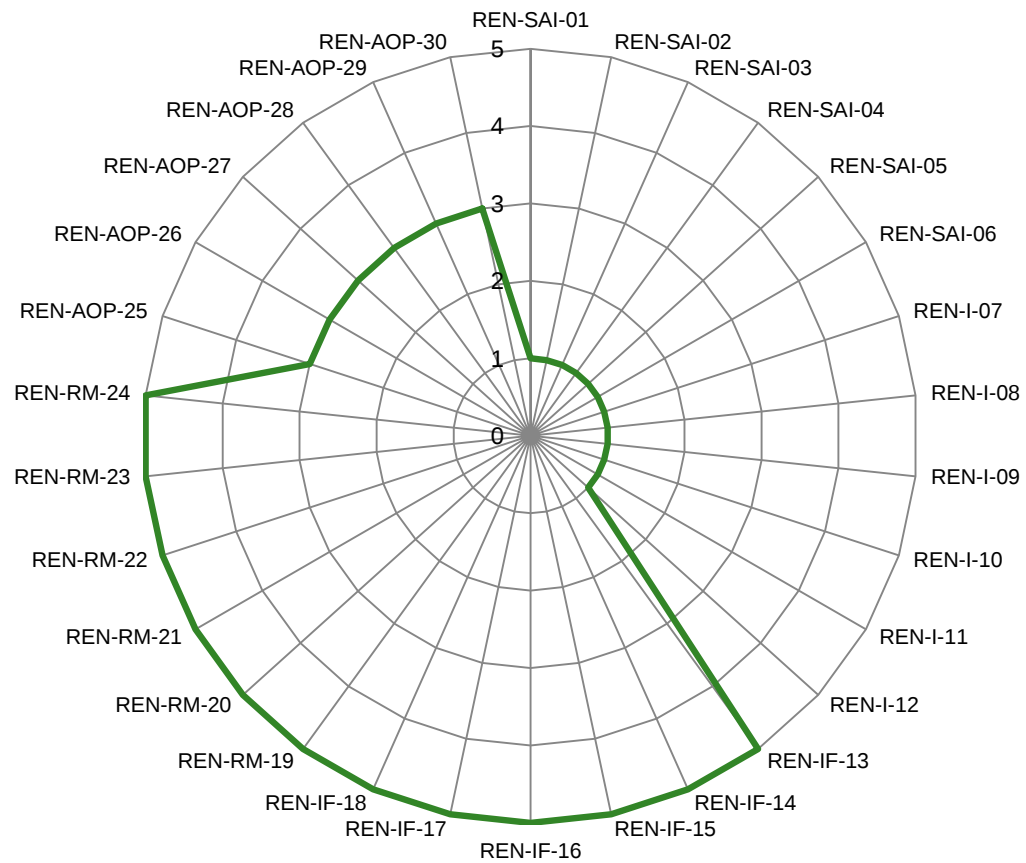
En el anexo 6, se presenta el resumen de la ponderación del riesgo del escenario 2; igualmente se puede observar la codificación dada a cada una de las amenazas con el objetivo de presentar en las gráficas de dispersión la incidencia de ellas en la valoración de la probabilidad, la vulnerabilidad y el riesgo.

Para el escenario 2 se identificaron treinta (30) elementos en riesgo clasificados en Naturales y Antrópicas Exógenas, de los cuales, doce (12) correspondientes al 40% presentaron riesgo Bajo-Medio, uno (1) correspondiente al 3,33% presento riesgo Medio, seis (6) que corresponden al 20% presentaron riesgo Alto y once (11) que corresponden al 36,67% presentaron riesgo Muy Alto.

En conclusión se tiene que dieciocho (18) elementos en riesgo que corresponden al 60%, presentaron un riesgo significativo, por lo tanto se diseñó los programas dirigidos a establecer las medidas de prevención y mitigación encaminadas en la reducción del riesgo calificado. La descripción de las fichas se presenta más adelante.

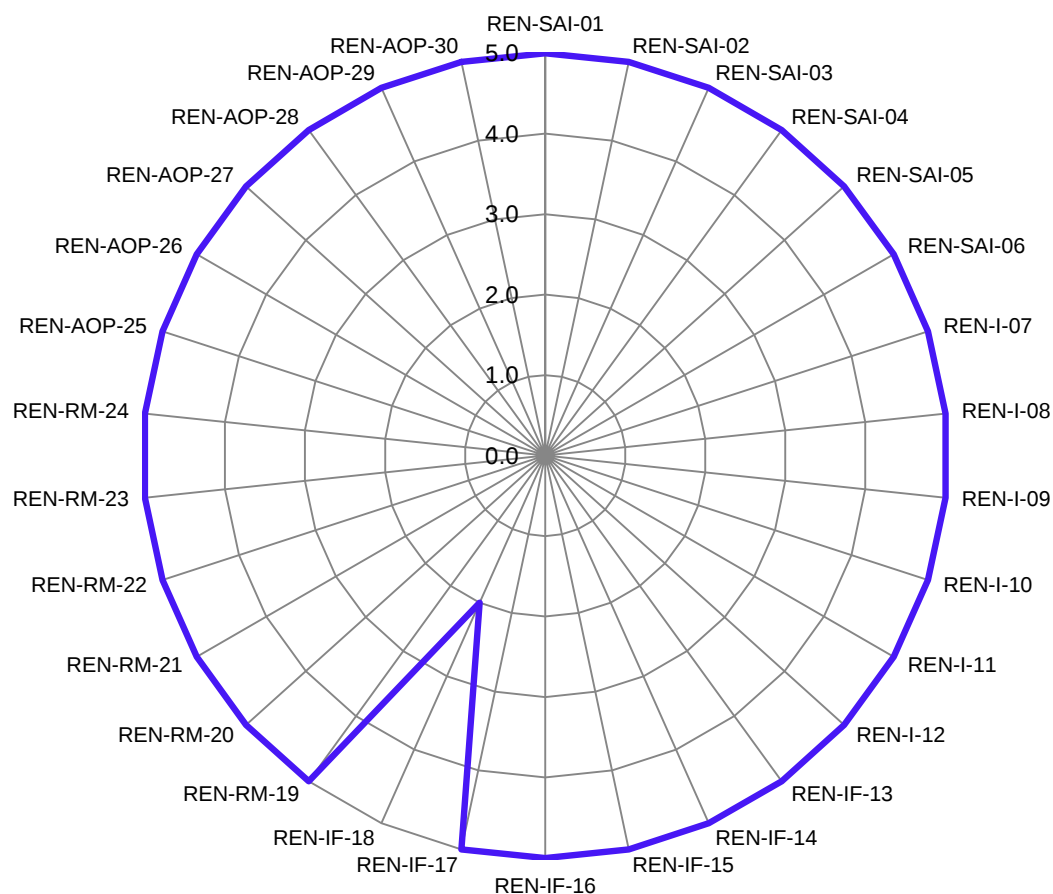
En la gráfica 29 se ilustra la dispersión de los elementos en riesgo identificados, en términos de la probabilidad de ocurrencia; La probabilidad de ocurrencia más significativa para las amenazas naturales se da en los Incendios Forestales (REN-IF) y Remoción en Masa por Precipitaciones por encima del promedio anual (REN-RM) y para la amenaza antrópica identificada correspondiente a Alteración del Orden Público (REN-AOP).

Gráfica 29 Variación en términos de Probabilidad de ocurrencia - Escenario 2



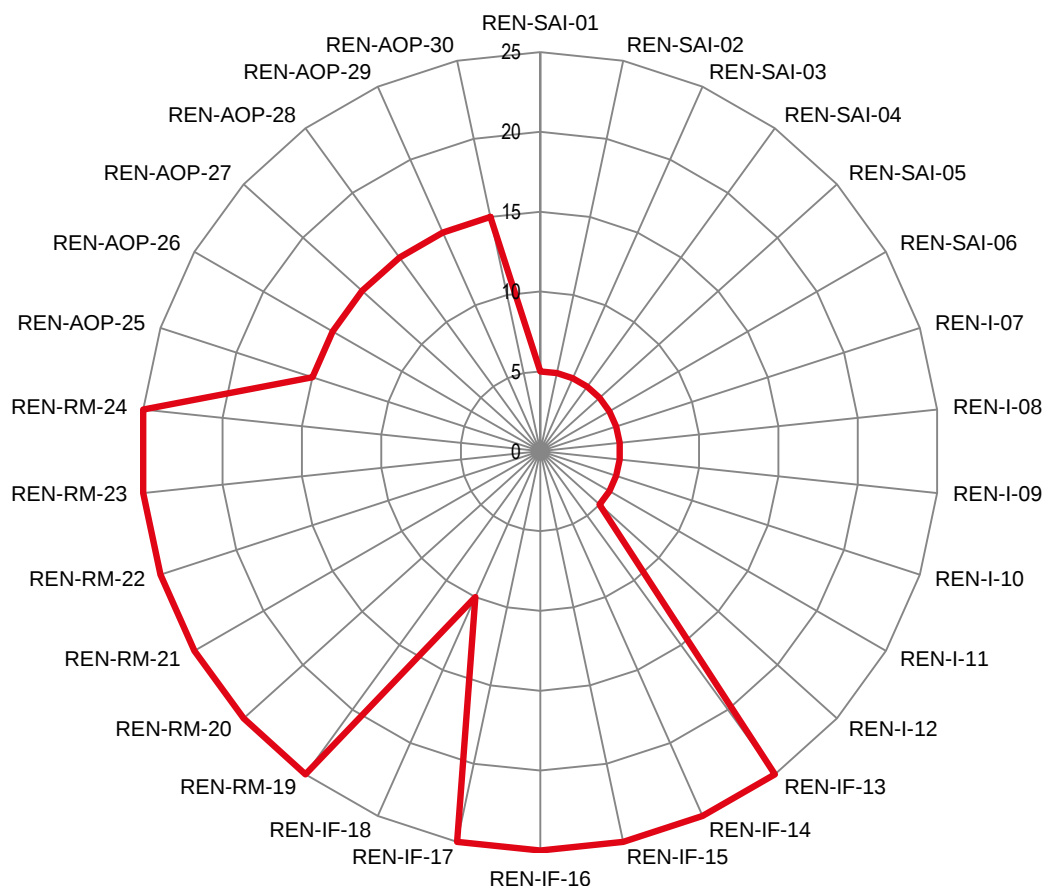
En la gráfica 30 se presenta la dispersión de los elementos en riesgos, en lo referente a la vulnerabilidad en términos de la resistencia y la resiliencia de la Planta de Tratamiento, la seguridad del personal y la imagen corporativa. Como se puede evidenciar en la tabla 32, la mayor vulnerabilidad para el escenario 2 se presentó para la vulnerabilidad funcional correspondiente al tiempo de respuesta – resiliencia.

Gráfica 30 Variación en términos de Vulnerabilidad - Escenario 2



En la gráfica 31, se presenta la dispersión de los riesgos valorados en la matriz de análisis, y como se ilustró anteriormente de los treinta (30) elementos en riesgo identificados para el escenario 2, dieciocho (18) que corresponden al 60%, presentaron un riesgo significativo y se encuentran en las franja de riesgo Medio, Alto y Muy Alto.

Gráfica 31 Dispersión de los riesgos valorados en la matriz –Escenario 2 sin medidas



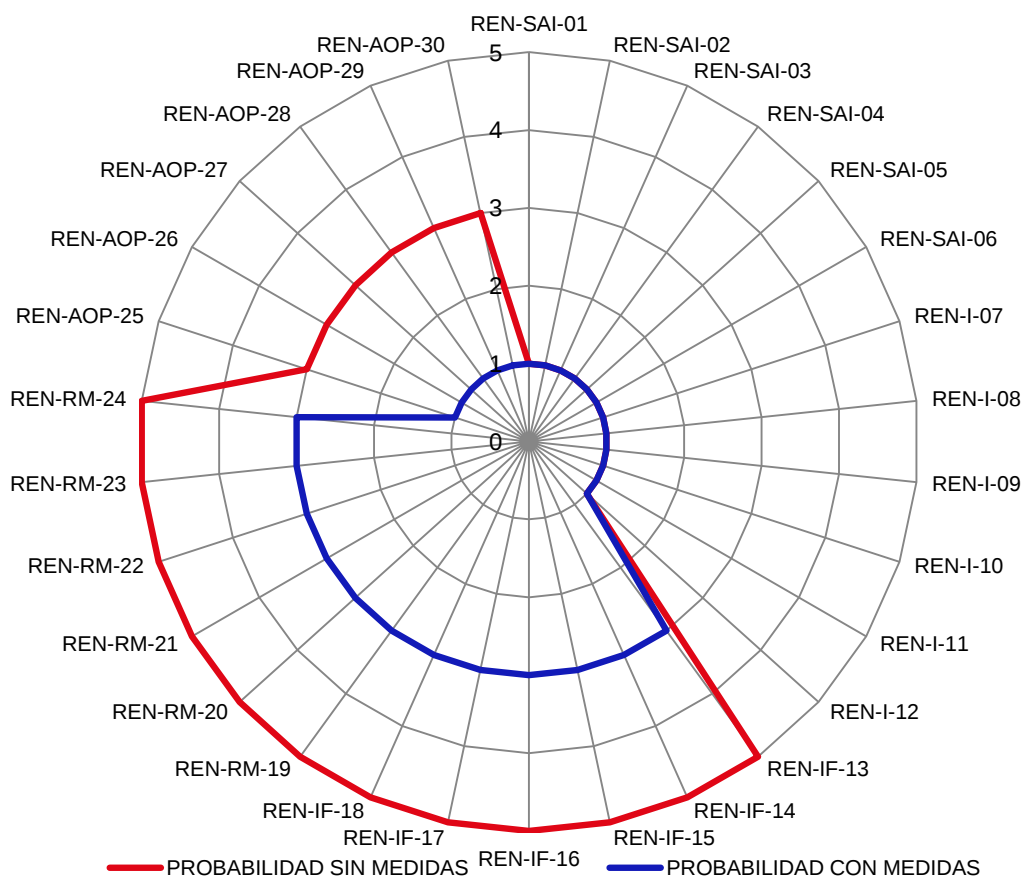
1.13.2.2 Matriz de análisis de riesgo externo – con controles – escenario 2.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la valoración del riesgo preliminar, al igual que el escenario 1, se diseñó para el escenario 2, una serie de fichas de control y seguimiento que se describen en el ítem 5.2, con el objetivo de disminuir la ponderación de los riesgos calificados anteriormente. Las actividades están dirigidas a la disminución de la probabilidad de ocurrencia o a la vulnerabilidad según sea el caso.

Continuando con la metodología propuesta, se realizó nuevamente la valoración de la matriz de riesgos para el escenario 2, teniendo en cuenta los programas propuestos en el numeral 5.2. En el anexo 7 se presenta los resultados obtenidos en la evaluación de la matriz con medidas y en el anexo 8 el resumen comparativo de la ponderación en cuanto a probabilidad de ocurrencia, vulnerabilidad y riesgo, sin medidas y con medidas de cada uno de los elementos en riesgos identificados.

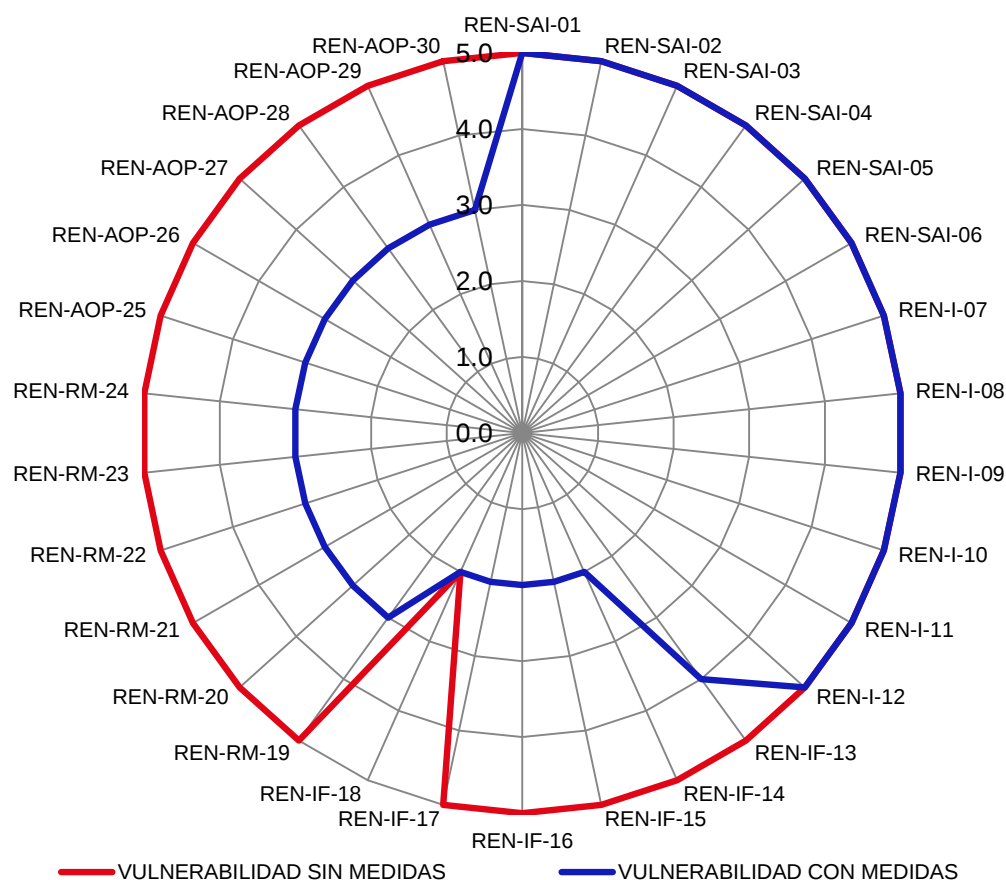
En la gráfica 32 se presenta la variación en términos de probabilidad de ocurrencia del escenario 2, sin medidas y con medidas, evidenciándose la disminución para dieciocho (18) elementos en riesgo, está disminución se presenta en algunas amenazas de origen natural como son incendio forestal y remoción en masa por precipitaciones por encima del promedio anual y para las amenazas de origen antrópico como alteración del orden público.

Gráfica 32 Variación en términos de Probabilidad de ocurrencia - Escenario 2



En la gráfica 33 se observa la variación en términos de vulnerabilidad del escenario 2, sin medidas y con medidas, evidenciándose la disminución del riesgo para diecisiete (17) de los treinta (30) elementos en riesgo identificados en el escenario 2.

Gráfica 33 Variación en términos de Vulnerabilidad- Escenario 2



En la gráfica 34 se presenta la variación del Riesgo sin medidas y con medidas para el escenario 2, se observa la disminución del riesgo para dieciocho (18) elementos en riesgo de los treinta (30) identificados. En la tabla 33 se presenta el porcentaje de amenazas, clasificadas según el riesgo sin medidas y con medidas, evidenciando que las acciones propuestas en las fichas de los programas disminuyen la cantidad de riesgos en niveles significativos (Medio +Alto + Muy Alto) en un 36.67% en el componente Antrópico-Natural.

Gráfica 34 Variación del Riesgo - Escenario 2

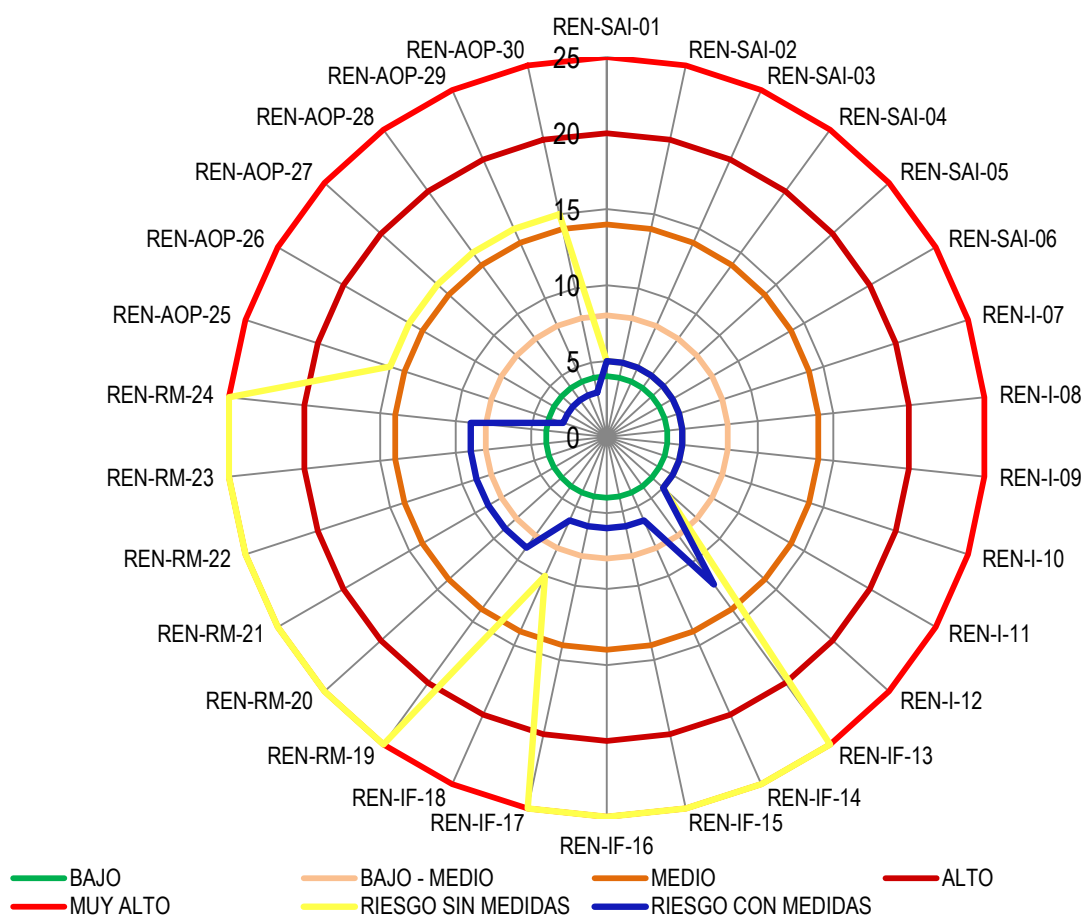


Tabla 33 Porcentaje de amenazas clasificadas según el riesgo sin medidas y con medidas.

CALIFICACIÓN DEL RIESGO	% SIN MEDIDAS	% CON MEDIDAS
Bajo	0.00	20.00
Bajo-Medio	12.00	56.67
Medio	3.33	23.33
Alto	20.00	0.00
Muy alto	36.67	0.00
Total riesgos significativos (medio + alto + muy alto)	60.00	23.33

1.13.3 Escenario 3: análisis de riesgo por el vertimiento de aguas sin tratar en el medio natural

En el escenario 3, la valoración del impacto se determinó teniendo en cuenta la afectación de la calidad de la fuente hídrica, puesto que los efectos que se pueden presentar son proporcionales al grado de eficiencia que presente la Planta de tratamiento denominada PTAR S 25.000. Consecuentemente es importante realizar algunas construcciones civiles como (trampa de grasas, rejillas, etc.) y un adecuado mantenimiento de las unidades que componen el sistema para evitar efectos adversos al medio. Estas actividades se especificarán en los programas establecidos en el capítulo 4.

En la Tabla 34 se presenta la valoración del escenario 3, en cuanto al vertimiento directo de agua residual doméstica sin tratamiento al cuerpo lótico receptor. En la cual se puede observar que la calificación del riesgo podría tener un impacto bajo sobre la fuente hídrica receptora, debido a que analizado el estudio de capacidad de asimilación de la fuente receptora que se presenta en el documento, respecto a unas condiciones de vertimiento del proyecto, se evidenció que la fuente receptora presenta condiciones favorables para su re-oxigenación y asimilación tal como se presenta en la tabla 35 y gráfica 35.

Tabla 34 Análisis Valoración del riesgo por descarga de agua residual doméstica sin tratamiento a fuente hídrica

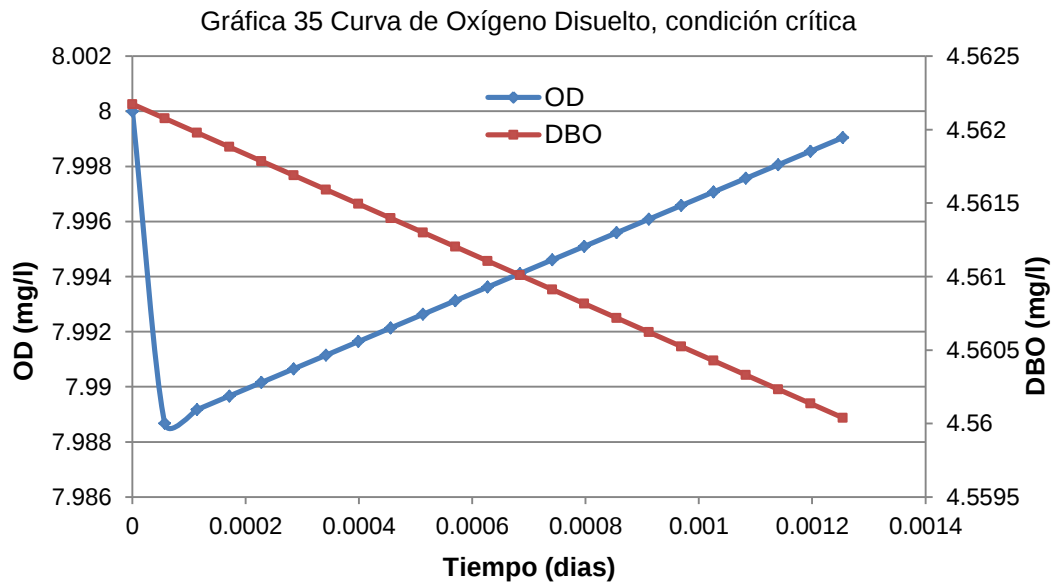
ESCENARIO	VALORACIÓN DEL RIESGO POR DESCARGA DEL VERTIMIENTO SIN MEDIDA (Sin tratamiento del ARD)														CALIFICACION RIESGO
	AMENAZA	Valoración	Persistencia		Pronóstico		Área de Influencia		Magnitud		Resiliencia		RIESGO		
RIESGO POR EL VERTIMIENTO DE AGUA SIN TRATAR SOBRE EL MEDIO NATURAL (Componente Biótico)	Vertimiento de Agua Residual Doméstica sin tratamiento a la fuente hídrica	+	Temporal	1	Controlable	1	Puntual		Baja		Reversible	1	3	-8	BAJO
		-	Persistente		Inevitable		Local	2	Media		No Reversible		2		
							General		Alta	3			3		

En la tabla 35 se presenta el escenario donde se asumió unas condiciones del vertimiento generado en el campamento en términos de Oxígeno Disuelto de 0.0 mg O₂/L, DBO₅ de 200 mg O₂/L y caudal de 0.001 L/s, condiciones que representan las características de un agua residual doméstica sin previo tratamiento, así mismo, se presentan las condiciones de mezcla sobre la fuente hídrica al realizar el vertimiento directamente, dentro de la evaluación se tiene que no se presentan cambios significativos en los parámetros de Oxígeno Disuelto (OD) y DBO₅, reflejando que la fuente hídrica tiene capacidad de dilución y asimilación de cargas orgánicas.

Tabla 35 Condición crítica del vertimiento (Estudio Asimilación)

Quebrada La Baja			Vertimiento PTAR S 25.000			Mezcla			Resultados			
OD (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	Q (m ³ /s)	OD (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	Q (m ³ /s)	OD (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	Q (m ³ /s)	T _c (s)	X _c (m)	D _c (mg/L)	OD _c (mg/L)
8.00	3.27	0.68	0.00	200	0.001	7.988	3.561	0.677	5.184	3.23	1.0013	7.9887

Al realizar la gráfica SAG correspondiente a los datos que se presentaron en la anterior tabla, se puede observar que la concentración de DBO₅ remanente en la fuente hídrica después de la descarga del vertimiento proveniente de la PTAR S 25.000 presenta un valor de 4.21 mg/L. Sin embargo, esta concentración es muy baja y se evidencia que no se generarán alteraciones en las condiciones de Oxígeno Disuelto.



Bajo este escenario y con el propósito de evitar cualquier alteración en la corriente el equipo consultor estableció los programas estipulados en el numeral 5.2, los cuales se enfocan en mantener en mejor estado la red sanitaria y un funcionamiento y operación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales adecuado, con el fin de disminuir el riesgo de generar las condiciones asumidas en la tabla 35.

En la tabla 36 se presenta la valoración del riesgo correspondiente al vertimiento del agua residual doméstica con tratamiento a la cuenca hídrica, la ponderación obtenida corresponde a la valoración mínima.

Tabla 36 Análisis de Valoración del riesgo por descarga de Agua Residual Doméstica con tratamiento a la Fuente hídrica

ESCENARIO	VALORACIÓN DEL RIESGO POR DESCARGA DEL VERTIMIENTO CON MEDIDA (Tratamiento del ARD)														
	AMENAZA	Valoración	Persistencia		Pronóstico		Área de Influencia		Magnitud		Resiliencia		RIESGO		CALIFICACIÓN RIESGO
RIESGO POR EL VERTIMIENTO DE AGUA TRATADA SOBRE EL MEDIO NATURAL (Componente Biótico)	Vertimiento de Agua Residual Doméstica con tratamiento a la fuente hídrica	+	Temporal	1	Controlable	1	Puntual	1	Baja	1	Reversible	1	5	-5	BAJO
		-	Persistente		Inevitable		Local		Media		No Reversible		0		
							General		Alta				0		

1.14 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS AL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO.

El Plan de Gestión del Riesgo para el manejo del Vertimiento proveniente del campamento, es un conjunto de acciones y procedimientos que deben ser implementados en la operación y funcionamiento de la PTAR S 25.000. Con base en los resultados obtenidos en el análisis de riesgos para los escenarios sugeridos en los términos de referencia establecidos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, se plantearon los **Programas** que se listan a continuación, los cuales se encuentran dirigidos a mitigar y prevenir los posibles riesgos que la Planta de Tratamiento pueda tener por acciones físicas, operacionales o fenómenos naturales o antrópicos, la descripción de cada uno de ellos se presentan en el anexo A.

- Programa 1. Mantenimiento operativo de la PTAR S 25.000, líneas de conducción y unidades complementarias. (ver tabla 38)
- Programa 2. Instalación de unidades complementarias. (ver tabla 39)
- Programa 3. Capacitación del personal operativo. (ver tabla 40)
- Programa 4. Capacitación del personal técnico, administrativo y contratista. (ver tabla 41)
- Programa 5. Construcción de obras civiles complementarias. (ver tabla 42)
- Programa 6. Señalización y seguridad física de la PTAR S 25.000 (ver tabla 43)

En el diseño de la ficha de cada programa se encuentra información relevante como:

- Título del programa.
- Objetivos.
- Escenario: Donde se especifica el riesgo evaluado.
- Medidas y acciones a realizar: Se plantean medidas para mitigar o disminuir el riesgo.

- Procedimiento: Donde se especifica el desarrollo de la actividad planteada en las medidas y acciones a realizar.
- Seguimiento y Monitoreo.
- Indicadores.
- Frecuencia: Se propone un periodo para medir el cumplimiento de los indicadores.
- Documento soporte: Se especifica el tipo de documento en el que se debe dejar soporte de las actividades y algunos otros elementos que sirven como evidencia de la realización de actividades.
- Responsable: Área o Departamento encargado de llevar a cabo la ejecución de cada una de las actividades propuestas en los programas.

En la tabla 37 se presenta el modelo de la ficha diseñada para cada uno de los programas planteados.

Tabla 37 Modelo ficha programas

PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS PROVENIENTES DEL CAMPAMENTO HABITACIONAL.					
PROGRAMA No					
OBJETIVO					
ESCENARIO	AMENAZA	RIESGO		TIPO DE MEDIDA	
		VALORACIÓN	CLASIFICACIÓN	PREVENCIÓN	CORRECCIÓN
MEDIDAS Y ACCIONES A REALIZAR	PREVENCIÓN				
PROCEDIMIENTO	PREVENCIÓN				
SEGUIMIENTO Y MONITOREO					
PREVENCIÓN					
INDICADOR			FRECUENCIA		
DOCUMENTO SOPORTE					
RESPONSABLE					

En las siguientes tablas se presentan los programas

Tabla 38 • Programa 1. Mantenimiento operativo de la PTAR S 25.000, líneas de conducción y unidades complementarias

PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS PROVENIENTES DEL CAMPAMENTO.					
PROGRAMA No	01	MANTENIMIENTO OPERATIVO PTAR S 25000, LÍNEAS DE CONDUCCIÓN Y UNIDADES COMPLEMENTARIAS.			
OBJETIVO	Realizar un correcto mantenimiento y operación a la PTAR S 25.000, líneas de conducción y unidades complementarias instaladas en el Campamento.				
ESCENARIO	AMENAZA	RIESGO		TIPO DE MEDIDA	
		VALORACIÓN	CLASIFICACIÓN	PREVENCIÓN	CORRECCIÓN
Riesgos internos (tecnológico) del sistema de vertimiento -	Saturación de compartimentos de la PTAR S 25000, líneas de conducción y unidades complementarias.	17.5	ALTO	X	X
MEDIDAS Y ACCIONES A REALIZAR	PREVENCIÓN				
	1. Mantenimiento operativo de las unidades de tratamiento				
	1.1 Manejo y disposición adecuada de subproductos.				
	2. Evaluación de la calidad del efluente y eficiencia de la PTAR S 25.000.				
PROCEDIMIENTO	CORRECCIÓN				
	3. Implementación de un sistema de bombeo.				
	PREVENCIÓN				
	A continuación se presenta el procedimiento para el desarrollo de las actividades descritas anteriormente:				
PROCEDIMIENTO	1.1 Antes de iniciar operaciones, se debe crear una minuta u hoja de vida de la PTAR S 25000, líneas de conducción y unidades complementarias, en la cual se consignará todas las actividades relacionadas con el mantenimiento, operación, mediciones periódicas, emergencias generadas, entre otros. Esta minuta será revisada por la Autoridad Ambiental, en concordancia con el Decreto 3930 de 2010. La información registrada en la minuta, será tabulada y analizada por el coordinador del Departamento de Gestión Ambiental y es quien deberá evaluar el desempeño del tren de tratamiento, eficiencia en el proceso de tratamiento, efectividad del tipo y frecuencia de mantenimiento. Los registros no deberán tener enmendaduras con el fin de evitar confusiones y alteraciones.				
	1.2 El mantenimiento operativo deberá ser ejecutado de la siguiente manera:				
	1.2.1 <u>Manejo de natas y sólidos flotantes</u> : El equipo operativo designado para el manejo del sistema de tratamiento y unidades complementarias, deberán realizar cada cuatro (4) días limpieza de las unidades preliminares y verificación de la altura de natas almacenadas en el primer compartimiento de la PTAR S 25.000. Se precisa que si esta altura supera los cinco (5) centímetros deberá retirarse y ser almacenadas en un recipiente resistente, hermético, etiquetado para su almacenamiento temporal adecuado. El personal operativo procurará retirar la capa netamente sólida y podrá ser aplicado una sustancia alcalina para el control de los olores y descomposición de dicha materia orgánica. Finalmente se establece que este manejo deberá estar articulado a lo establecido en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Líquidos requerido en el programa número cuatro (4). La presencia de grasas solo debe ser evidenciada en el primer compartimiento. Si se evidencia estas sustancias en los demás compartimientos se debe programar limpieza del material filtrante (Carbón activado) y de soporte (BIOPACK).				
	Nota 1: al realizar la limpieza de la PTAR S 25.000, es necesario permitir la ventilación de los compartimientos para evitar que los gases acumulados no generen asfixia al trabajador o una posible explosión al mezclarse con aire.				
	Nota 2: El personal operativo que realizará esta actividad deberá portar los elementos mínimos de protección personal que constan de: Mascara de gases y vapores, guantes de nitrilo, traje impermeable, botas impermeables, gafas de protección y casco y material adecuado para el retiro de natas.				
	1.2.2 <u>Manejo de Lodos Anaerobios</u> : De acuerdo al proceso anaerobio en condiciones idóneas, donde se tiene que la estabilización del sistema podría oscilar entre cuatro (4) y seis (6) meses, el mantenimiento especialmente en los compartimientos uno (1) y dos (2) de la PTAR S 25.000 deberá ser programado anualmente, sin embargo, el equipo operativo mediante mediciones batimétricas deberán verificar la altura de lodos dentro de los compartimientos. Si la altura de los lodos es superior al 20% del volumen útil de cada compartimiento se programará la actividad de evacuación de lodos.				
	Nota1: Para la extracción, retiro o evacuación del lodo se contratará con un operador que presente autorización ambiental legal para realizar la gestión integral de estos residuos. Este operador lo hará mediante un carro cisterna equipado con bomba de vacío y manguera. Al momento del retiro del lodo, se debe dejar un volumen de aproximadamente 10% del volumen útil, para evitar la desestabilización del sistema y por ninguna razón los compartimientos serán lavados o desinfectados.				
	1.2.3 <u>Mantenimiento Carbón Activado y FAFA</u> : El mantenimiento del material filtrante y de soporte deberá realizarse si se evidencia la presencia de grasas como se mencionó en el ítem 1.2.1, este mantenimiento consistirá para el material filtrante (Carbón Activado) en un cambio total, y para el material de soporte (BIOPACK) en un lavado general hasta remover la totalidad de las grasas en el material.				
	Nota 1: Durante el mantenimiento de estos dos compartimientos se deberá realizar un by pass, utilizando un sistema de bombeo tal como se mencionara en las medidas correctivas. Lo anterior permitirá sacar de funcionamiento estos compartimientos para poder realizar la actividad de limpieza.				
	Nota 2: Como parte de la responsabilidad Ambiental de la compañía, se recomienda que una vez realizado el mantenimiento de los filtros se programe treinta (30) días después, un monitoreo interno en donde se analicé los parámetros de control establecidos en el Artículo 72 del Decreto 1594 de 1984, o la norma que remplace o derogue este artículo.				
	2.1 Para realizar la evaluación de la eficiencia del sistema de tratamiento se llevarán a cabo dos actividades:				
	2.1.1 <u>Revisión visual</u> : El equipo operador deberá revisar diariamente el estado actual de las características físicas y organolépticas del efluente del sistema de tratamiento de aguas residuales, esta actividad se realizará con el objeto de evaluar posibles cambios significativos en lo referente principalmente al color, olor, presencia de sólidos suspendidos, arrastre de sólidos sedimentables y/o presencia de sustancias grasas.				
	Nota 1: La presencia de estas sustancias reflejará una presunta falla operacional dentro del sistema de tratamiento por lo cual se debe iniciar una revisión de los compartimientos de la PTAR S 25.000.				
	Nota 2: En lo referente a la supervisión de las unidades complementarias se verificará la presencia de residuos sólidos no aptos dentro del sistema y se notificará a los coordinadores del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos para tomar las respectivas correcciones.				
2.1.2 <u>Revisión Analítica</u> : Esta revisión consistirá en la realización de monitoreos físico-químicos y microbiológicos trimestrales (3 meses), los monitoreos podrán ser realizados internamente para efectos de control. Sin embargo, para presentar de manera oficial la eficiencia del tratamiento del sistema, se deberán contratar los monitoreos con empresas debidamente acreditadas ante el IDEAM en muestreos y análisis de laboratorio.					

Continuación tabla 38

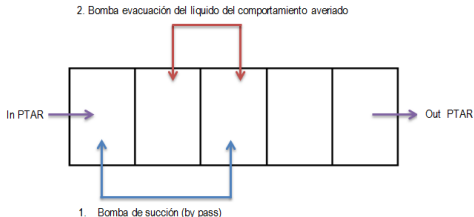
PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS PROVENIENTES DEL CAMPAMENTO.		
PROGRAMA No	01	MANTENIMIENTO OPERATIVO PTAR S 25000, LÍNEAS DE CONDUCCIÓN Y UNIDADES COMPLEMENTARIAS.
PROCEDIMIENTO	CORRECCIÓN	
	A continuación se presenta el procedimiento para el desarrollo de las actividades descritas anteriormente:	
	3.1 En caso de presentarse fallas, taponamientos u obstrucciones en los compartimentos de la PTAR S 25.000 y se requiera realizar su adecuación es necesario contar con dos (2) bombas de succión (ver esquema 1). Una que permita sacar de funcionamiento el compartimiento averiado generando un by pass entre el compartimiento anterior y posterior a la cámara averiada y otra que evacue el líquido del compartimiento averiado a la cámara posterior.	
	Simulación de bombeo PTAR S 25.000	
		
	Nota 1: Al momento de presentarse este tipo de reparaciones o atención de situaciones se debe suspender temporalmente las actividades que no están directamente relacionadas con las necesidades básicas hasta que sea atendida la situación presentada en la PTAR S 25.000. Estas actividades corresponden principalmente a lavado de áreas comunes, de ropa, ropa de cama, recipientes, entre otros. De igual manera se debe contar con una extensión para conexión entre el punto de energía y las bombas o equipos a utilizar. Se recomienda el uso de mangueras flexibles en el sistema de bombeo, con el fin de tener una mayor maniobrabilidad y transporte del caudal al punto deseado, la longitud de este accesorio según la necesidad. Nota 2: De no contar con suministro de energía eléctrica mediante una red privada deberá contarse con una planta electrógena para el uso de los equipos.	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO		
PREVENCIÓN		CORRECCIÓN
Las personas a cargo del manejo de la PTAR S 25.000 registrarán y reportarán los mantenimientos realizados en la minuta u hoja de vida, el DGA deberá realizar el análisis de dicha información y evaluará el comportamiento de la planta y generará las modificaciones, cambios que requieran realizarse para el buen funcionamiento de la planta. El Departamento de Gestión Ambiental realizará el seguimiento de la eficiencia de la PTAR S 25.000 y calidad del efluente, mediante monitoreos (revisión visual y revisión analítica), el soporte del desarrollo de la actividad corresponde a informes técnicos internos y los externos entregados a la Autoridad Ambiental.		El DGA será quien coordine con la persona encargada de todas las actividades del Campamento la suspensión de ciertas actividades que no corresponden a necesidades básicas, para la disminución del afluente a la PTAR S25.000. Al resolverse las correcciones identificadas en la PTAR S 25.000, líneas de conducción y unidades complementarias se hará el seguimiento donde se verifique el funcionamiento de la planta, el soporte de estas actividades serán los reportes en los formatos y en la minuta u hoja de vida.
INDICADOR		FRECUENCIA
% de cumplimiento = (Número de limpiezas a la PTAR S 25000 / Número de limpiezas programadas a la PTAR S 25.000)*100		ANUAL O SEMESTRAL
% de cumplimiento = (Volumen de lodos extraídos a la PTAR S 25000 / Volumen dispuesto por gestor autorizado)*100		ANUAL O SEMESTRAL
% de cumplimiento = (Número de monitoreos físico-químicos y microbiológicos internos realizados / Número de monitoreos físico-químicos y microbiológicos internos programados)*100		TRIMESTRAL
% de cumplimiento = (Número de informes técnicos del sistema de tratamiento entregados a la Autoridad Ambiental / Número de monitoreos externos físico-químicos y microbiológicos programados)*100		POR DEFINIR CON LA AUTORIDAD AMBIENTAL
% de cumplimiento = (valores de las variables de referencia del marco normativo medidas en el sistema de tratamiento PTAR S 25000 / valores establecidos por el marco normativo ambiental)*100		TRIMESTRAL
DOCUMENTO SOPORTE	Minuta o bitácora, informes de monitoreos.	
RESPONSABLE	Departamento de mantenimiento y Ambiental	

Tabla 39 • Programa 2. Instalación de unidades complementarias

PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO PARA EL MANEJO DE UNIDADES COMPLEMENTARIAS DEL CAMPAMENTO.					
PROGRAMA No	02	INSTALACIÓN DE UNIDADES COMPLEMENTARIAS			
OBJETIVO	Optimizar el sistema preliminar mediante la construcción de unidades complementarias (Trampa de Grasas, Caja de Inspección, Cribado Fino y Grueso) del tren de tratamiento instalado para el manejo de aguas residuales generadas en el Campamento.				
ESCENARIO 2	AMENAZA	RIESGO		TIPO DE MEDIDA	
		VALORACIÓN	CLASIFICACIÓN	PREVENCIÓN	CORRECCIÓN
Riesgos internos (tecnológico) del sistema de vertimiento - Fallas físicas	Saturación o Sedimentación primer compartimento.	17.5	ALTO	X	
	Saturación o Sedimentación segundo compartimento.	17.5	ALTO	X	
	Saturación o Sedimentación tercer compartimento.	12.0	MEDIO	X	
	Saturación o Sedimentación cuarto compartimento.	9.0	MEDIO	X	
	Fisura(s), Ruptura y/u Obstrucción tubería y accesorios entre el casino hasta la conexión a la red principal.	20	ALTO	X	
	Fisura(s), Ruptura y/u Obstrucción tubería y accesorios entre el campamento hasta la conexión de la red principal.	20	ALTO	X	
	Fisura(s), Ruptura y/u Obstrucción tubería y accesorios red principal a PTAR.	20	ALTO	X	
MEDIDAS Y ACCIONES A REALIZAR	PREVENCIÓN				
	1. Revisión de la red sanitaria existente.				
	2. Construcción de obras complementarias.				
	2.1 Trampa de grasas y Aceites.				
PROCEDIMIENTO	2.2 Cajas de Inspección.				
	2.3 Instalación de rejillas in situ.				
	PREVENCIÓN				
	A continuación se presenta el procedimiento para el desarrollo de las actividades descritas anteriormente:				
	1.1 Antes de tomar decisiones respecto a la ubicación de las unidades complementarias, es necesario realizar una revisión a los planos As build de la red sanitaria y pluvial del campamento, al igual que las conexiones con la PTAR S 25.000. Posteriormente se realizará una visita de campo para verificar lo estipulado en los planos. Dependiendo de las longitudes existentes de las tuberías se deberá decidir el número total de cajas de inspección a instalar. Una de las cajas de inspección de mayor importancia corresponde a la intersección de la red sanitaria proveniente del casino y la proveniente del campamento, puesto que en esta unidad podría realizarse la toma de muestras y caudales afluentes a la PTAR S 25.000.				
	Nota: Al realizarse las construcciones y/o adecuaciones a la red sanitaria y de aguas lluvias el Departamento de ingeniería deberá actualizar los planos existentes.				
	2.1.1 Una vez verificada la red sanitaria deberá instalarse una trampa de grasas y aceites contigua a la zona de casino. Se entiende por trampa de grasas y aceites a unidades prefabricadas que mediante procesos físicos de flotación separan las grasas del agua, siempre y cuando la temperatura preferiblemente sea menor a 30°C.				
	2.1.2 Localización: con el fin de evitar posibles taponamientos en la red sanitaria, obstrucciones en la PTAR S 25.000 y generación de malos olores, la trampa de grasas y aceites de tipo domiciliaria, deberá ser instalada lo más cercana posible de la fuente generadora de grasas (zona de casino). Se debe ubicar en lugares sombreados para evitar el aumento de temperatura.				
	Nota: Es importante evitar la descarga de volúmenes de agua con alta temperatura en los sifones que están conectados a la trampa de grasas, antes de la limpieza de esta unidad, ya que se generaría la emulsificación de las grasas, generando que estas lleguen hasta los sistemas de tratamiento posteriores.				
	2.1.3 Parámetros de diseño: Siguiendo las recomendaciones del RAS 2000 título E, el tanque debe tener 0.25 m ² de área por cada L/s, relación ancho-longitud de 1:4 hasta 1:18, con velocidad ascendente mínima de 4mm/s. El diámetro de entrada debe ser por lo menos de 50 mm y el de la salida por lo menos de 100 mm. El extremo final del tubo de entrada debe tener una sumergencia de por lo menos 150 mm y el tubo de salida debe localizarse por lo menos 150 mm del fondo del tanque y por lo menos una sumergencia de 0.9 m, el caudal de diseño debe ser el caudal máximo horario reportado (Ver esquema trampa de grasas).				
	2.2.1 La construcción de las cajas de inspección deberán tener las siguientes características: se ubicarán en sitios de fácil acceso y localización, ser herméticas e impermeables, la tapa estará provista de agarraderas que permitan su remoción, la dimensión mínima requerida será de 0.50 x 0.50 metros. La profundidad será la necesaria según la pendiente de la tubería y la distancia entre la tubería de entrada y la de salida, la cual deberá permitir la realización de una medición volumétrica.				
	2.3.1 Para evitar el transporte de sólidos por las tuberías se recomienda la instalación de elementos que retengan estos residuos. Debido a que la red sanitaria está conformada por tubería, estos elementos de retención deberán ser instalados en sifones en los puntos de mayor aporte de residuos, como son lavaplatos, lavaderos, sifones de piso de la zona de preparación de alimentos, de habitaciones. El material debe ser inoxidable, resistente y que retenga la mayor parte de los sólidos.				
	2.3.2 Sin embargo, se deberá instalar en la caja de inspección que intercepta la tubería proveniente del área de casino y la tubería sanitaria del campamento un sistema de cribado fino y grueso en acero inoxidable de fácil remoción para su limpieza manual.				
Nota 1: Es necesario apoyarse en capacitaciones tanto del personal de casino como de habitaciones, en temas relacionados con los residuos sólidos y líquidos.					
Nota 2: Dependiendo de la efectividad del uso de rejillas en los sifones, se evaluará la posibilidad de instalar rejillas en las cajas de inspección.					
SEGUIMIENTO Y MONITOREO					
PREVENCIÓN					
El personal de mantenimiento será responsable de las actividades de limpieza y evacuación de las grasas y aceites retenidas en las trampas y de la revisión de las cajas de inspección. El almacenamiento y la disposición final de estos residuos lo realizarán de acuerdo al Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Líquidos, la periodicidad dependerá del aporte de estos residuos a la red de alcantarillado. Estas actividades deberán ser reportadas en las minutas o bitácoras de la planta de tratamiento, igualmente se tendrá registros fotográficos.					
INDICADOR		FRECUENCIA			
% de cumplimiento = (número de revisiones a la red sanitaria realizadas / número de revisiones a la red sanitaria programadas)*100		TRIMESTRAL			
% de cumplimiento = (número de trampa de grasas y aceites instaladas / número de trampa de grasas y aceites requeridas)*100		SEMESTRAL			
% de cumplimiento = (número de cajas de inspección instaladas / número de cajas de inspección requeridas)*100		SEMESTRAL			
% de cumplimiento = (número de rejillas instaladas / número de rejillas requeridas)*100		SEMESTRAL			
DOCUMENTO SOPORTE	Minutas o bitácoras, registros fotográficos				
RESPONSABLE	Departamento de Gestión Ambiental, Departamento de Mantenimiento.				

Tabla 40 • Programa 3. Capacitación del personal operativo

PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS PROVENIENTES DEL CAMPAMENTO.					
PROGRAMA No	03	CAPACITACIÓN DEL PERSONAL OPERATIVO.			
OBJETIVO	Capacitar al personal operativo designado por la compañía para el mantenimiento, limpieza y operación de la PTAR (S 25.000), líneas de conducción y unidades complementarias.				
ESCENARIO 1	AMENAZA	RIESGO		TIPO DE MEDIDA	
		VALORACIÓN	CLASIFICACIÓN	PREVENCIÓN	CORRECCIÓN
Riesgos internos (tecnológico) de la Planta de Tratamiento - Fallas Operacionales	Inadecuado mantenimiento primer compartimiento.	20	ALTO	X	X
	Inadecuado mantenimiento segundo compartimiento.	20	ALTO	X	X
	Inadecuado mantenimiento tercer compartimiento.	12	MEDIO	X	X
	Inadecuado mantenimiento cuarto compartimiento.	9	MEDIO	X	X
MEDIDAS Y ACCIONES A REALIZAR	PREVENCIÓN				
	1. Capacitación teórico-práctica periódica a los operadores de la PTAR S 25.000, líneas de conducción y unidades complementarias.				
	2. Supervisión del Coordinador del Departamento de Gestión Ambiental (DGA) de la compañía , a los programas de trabajo establecidos para el mantenimiento, limpieza y operación de la PTAR S 25.000, líneas de conducción y unidades complementarias.				
	CORRECCIÓN				
PROCEDIMIENTO	3. Evaluación y revisión de la temática teórico-práctica de capacitación.				
	4. Evaluación y revisión de la metodología de trabajo de los operadores.				
	PREVENCIÓN				
	A continuación se presenta el procedimiento para el desarrollo de las actividades descritas anteriormente:				
	1.1. El Departamento de Gestión Ambiental deberá realizar una capacitación teórico-práctica cada seis (6) meses a los operadores de la PTAR S 25.000, líneas de conducción y unidades complementarias, en lo referente al mantenimiento, limpieza y operación.				
	NOTA: Las capacitaciones deben ser realizadas por personal idóneo y se debe contar con los elementos, materiales y maquinaria adecuada. Para esta capacitación se utilizará la información suministrada por el proveedor de la planta respecto al mantenimiento y/o operación del sistema (Manual de Operación).				
	1.2 Las capacitaciones teóricas llevarán como soporte un registro de asistencia y un formato de evaluación en lo referente a los conceptos dados, el cual tendrá una calificación de 0,0 a 5,0.				
	1.3 Las capacitaciones prácticas llevaran como soporte un registro de conformidad en lo referente a la aceptación por parte del coordinador ambiental de las habilidades y destrezas de cada uno de los operadores capacitados.				
	2.1 El Departamento de Gestión Ambiental diseñará los formatos de mantenimiento o bitácoras, los cuales serán diligenciados por los operadores y servirán como soporte de seguimiento a los coordinadores.				
	2.2 Periódicamente el Coordinador del Departamento de Gestión Ambiental deberá realizar visitas de inspección para verificar el mantenimiento de la PTAR S 25.000, el uso adecuado de los elementos, materiales y maquinaria y los registros en los formatos de mantenimiento o bitácoras.				
	2.3 De las visitas de inspección realizadas el coordinador realizará una evaluación del personal encargado de mantenimiento y limpieza para determinar las conformidades o no conformidades.				
	2.4 En caso de presentarse no conformidades, el Departamento de Gestión Ambiental evaluará la magnitud de la falencia operacional, de igual forma se precisa que el Departamento de Gestión Ambiental suministrará las herramientas básicas para evitar traumatismos en la operación del sistema.				
	CORRECCIÓN				
	A continuación se presenta el procedimiento para el desarrollo de las actividades descritas anteriormente:				
	3.1 Aplicar el procedimiento descrito en los ítems 2.2, 2.3 y 2.4, si se llega a presentar una no conformidad que pueda afectar el funcionamiento óptimo de la PTAR S 25.000, la seguridad de los operadores y/o la imagen corporativa de la compañía , el coordinador del Departamento de Gestión Ambiental procederá a identificar si la falencia obedece a los conceptos teóricos impartidos, a las actividades realizadas por los operadores o obedece a problemas de diseño.				
	3.1.1 Si las no conformidades corresponden a los conceptos teóricos se deberán realizar dos instancias, la primera la revisión de la metodología de divulgación y la segunda la revisión de las temáticas seleccionadas para la capacitación.				
3.1.2 Identificada la no conformidad se procederá a realizar los cambios respectivos tanto en la metodología de divulgación y/o en las temáticas de capacitación.					
4.1 Si las no conformidades corresponden a las actividades realizadas por los operadores se deberá analizar dos instancias, la primera preguntar de manera verbal a los operadores el procedimiento que fue impartido en las capacitaciones y la segunda revisar los formatos de aceptabilidad firmados por el coordinador en las actividades de prevención.					
4.2 Identificada la no conformidad se procederá a reforzar los conocimientos adquiridos y/o a realizar los cambios del personal operativo.					
5.1 Si la no conformidad corresponde a problemas de diseño, el equipo del DGA de la compañía revisaran las alternativas de solución y plantearan un cronograma de optimización.					
SEGUIMIENTO Y MONITOREO					
PREVENCIÓN			CORRECCIÓN		
El Departamento de Gestión Ambiental deberá llevar un seguimiento semestral (6 meses) de los registros de asistencia y formatos de evaluación de las capacitaciones teórico-práctica realizadas con respecto al mantenimiento, limpieza y operación de la PTAR S 25.000, líneas de conducción y unidades complementarias.			El coordinador del Departamento de Gestión Ambiental llevará un seguimiento de la temática teórico - práctica de capacitación y de la metodología de trabajo de los operadores, igualmente de las modificaciones realizadas. El soporte de control será un acta firmada por él y el informe técnico investigativo donde se toma o no la decisión de realizar los cambios o refuerzos de conocimiento.		
El Coordinador del Departamento de Gestión Ambiental deberá realizar la supervisión semestral (6 meses) del cumplimiento de los indicadores propuestos que a continuación se presentan.					
INDICADOR			FRECUENCIA		
% cumplimiento = (Número de capacitaciones al personal operativo realizadas / Número de capacitaciones programadas)*100			SEMESTRAL		
% cumplimiento = (Número de personal capacitado / Número de personal a capacitar)*100			SEMESTRAL		
% cumplimiento = (Número de operadores con una puntuación igual o superior a 4,0 / Número de operadores capacitados)*100; el grado de satisfacción debe ser superior al 80%			SEMESTRAL		
% cumplimiento = (Número de viabilidades dadas por el coordinador / Número de operadores capacitados)*100; el grado de satisfacción debe ser superior al 80%			SEMESTRAL		
% cumplimiento = (Número de visitas de inspección realizadas por el Coordinador del DGA / Número de visitas programadas por el Coordinador del DGA)*100			SEMESTRAL		
% cumplimiento = (Número de no conformidades evaluadas y corregidas / Número de no conformidades identificadas)*100			SEMESTRAL		
DOCUMENTO SOPORTE	Registro de asistencia, formatos de evaluación, formatos de mantenimiento o bitácoras, informes técnicos de investigación.				
RESPONSABLE	Departamento de Gestión Ambiental.				

Tabla 41 • Programa 4. Capacitación del personal técnico, administrativo y contratista

PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS PROVENIENTES DEL CAMPAMENTO.					
PROGRAMA No	04	CAPACITACIÓN DEL PERSONAL TÉCNICO, ADMINISTRATIVO Y CONTRATISTA.			
OBJETIVO	Capacitar al personal técnico, administrativo y contratista en lo referente al manejo y disposición adecuada de los residuos sólidos y líquidos generados en las diversas actividades realizadas dentro del Campamento de la empresa , ubicado en el municipio de California - Santander.				
ESCENARIO 1	AMENAZA	RIESGO		TIPO DE MEDIDA	
		VALORACIÓN	CLASIFICACIÓN	PREVENCIÓN	CORRECCIÓN
Riesgos internos (tecnológico) de la Planta de Tratamiento - Fallas Físicas.	Saturación o Sedimentación primer compartimiento.	17.5	ALTO	X	
	Saturación o Sedimentación segundo compartimiento.	17.5	ALTO	X	
	Saturación o Sedimentación tercer compartimiento.	12	MEDIO	X	
	Saturación o Sedimentación cuarto compartimiento.	9	MEDIO	X	
	Fisura(s), Ruptura y/u Obstrucción tubería y accesorios entre el casino hasta la conexión a la red principal.	20	ALTO	X	
	Fisura(s), Ruptura y/u Obstrucción tubería y accesorios entre el campamento hasta la conexión de la red principal.	20	ALTO	X	
	Fisura(s), Ruptura y/u Obstrucción tubería y accesorios red principal a PTAR.	20	ALTO	X	
MEDIDAS Y ACCIONES A REALIZAR	PREVENCIÓN				
	1. Elaborar e implementar el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Líquidos dentro del Campamento. 2. Capacitar al personal técnico, administrativo y contratista sobre el manejo y disposición adecuada de residuos sólidos y líquidos generados en las actividades diarias desarrolladas dentro del Campamento. 3. Realizar seguimiento por parte del Departamento de Gestión Ambiental a la implementación del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Líquidos.				
PROCEDIMIENTO	PREVENCIÓN				
	A continuación se presenta el procedimiento para el desarrollo de las actividades descritas anteriormente: 1.1 El Departamento de Gestión Ambiental bajo los lineamientos técnicos establecidos en la normatividad Ambiental Dec. 1713 del 2002, Dec. 4741 del 2005, Dec. 3930 de 2010 y las normas que las modifiquen o sustituyan, elaborará el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Líquidos. Este debe ser presentado a la Autoridad Ambiental para obtener la viabilidad del mismo. 2.1. El Departamento de Gestión Ambiental deberá realizar capacitaciones cada seis (6) meses al personal técnico, administrativo y contratista en lo referente al manejo y disposición adecuada de residuos sólidos y líquidos dentro del Campamento que puedan afectar la operación y funcionamiento del sistema de tratamiento PTAR S 25.000, líneas de conducción y unidades complementarias. 2.1.1 Las capacitaciones teóricas llevarán como soporte un registro de asistencia y un formato de evaluación en lo referente a los conceptos dados, el cual tendrá una calificación de 0,0 a 5,0. 3.1 El coordinador del Departamento de Gestión Ambiental deberá realizar una supervisión de la implementación del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Líquidos. La supervisión se realizará de la siguiente manera: 3.1.1 In situ: mediante inspecciones visuales en los diferentes puntos de separación establecidos en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Líquidos. 3.1.2 Documental: mediante el seguimiento y evaluación de los indicadores establecidos en cada uno de los programas que componen el Plan de Manejo Ambiental del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Líquidos.				
SEGUIMIENTO Y MONITOREO					
PREVENCIÓN					
El Departamento de Gestión Ambiental deberá obtener la viabilidad del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Líquidos por parte de la Autoridad Ambiental y deberá ser actualizado de acuerdo a los lineamientos técnicos que modifique la Ley en lo referente a residuos sólidos y líquidos.					
El Coordinador del Departamento de Gestión Ambiental deberá realizar la supervisión semestral (6 meses) del cumplimiento de las capacitaciones programadas, el soporte de control será el formato de asistencia, formato de evaluación y registros fotográficos.					
El Coordinador del Departamento de Gestión Ambiental deberá realizar las visitas de inspección para la supervisión de la implementación del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Líquidos del Campamento, el soporte de control será el reporte de la visita y registros fotográficos.					
INDICADOR		FRECUENCIA			
% cumplimiento = (Viabilidad de la Autoridad Ambiental del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Líquidos / El Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Líquidos elaborado)*100		SEMESTRAL			
% cumplimiento = (Número de capacitaciones al personal técnico, administrativo y contratista realizadas / Número de capacitaciones programadas)*100		SEMESTRAL			
% cumplimiento = (Número de personal capacitado / Número de persona a capacitar)*100		SEMESTRAL			
% cumplimiento = (Número de personas con una puntuación igual o superior a 4,0 / Número de personas capacitados)*100; el grado de satisfacción debe ser superior al 90%		SEMESTRAL			
% cumplimiento = (Número de visitas de inspección realizadas por el Coordinador del DGA / Número de visitas programadas por el Coordinador del DGA)*100		SEMESTRAL			
DOCUMENTO SOPORTE	Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Líquidos, registro de asistencia, formatos de evaluación y registros fotográficos.				
RESPONSABLE	Departamento de Gestión Ambiental.				

Tabla 42 • Programa 5. Construcción de obras civiles complementarias

PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS PROVENIENTES DEL CAMPAMENTO.					
PROGRAMA No	05	CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES COMPLEMENTARIAS.			
OBJETIVO	Construir obras civiles que mantengan las condiciones físicas adecuadas de la PTAR (S 25.000), líneas de conducción y unidades complementarias, instaladas en el Campamento.				
ESCENARIO	AMENAZA	RIESGO		TIPO DE MEDIDA	
		VALORACIÓN	CLASIFICACIÓN	PREVENCIÓN	CORRECCIÓN
RIESGOS EXTERNOS (Antrópicos - naturales) de la Planta de Tratamiento - Amenazas Naturales.	Remoción en masa por precipitaciones por encima del promedio anual, PTAR S 25.000.	25	MUY ALTO	X	
	Remoción en masa por precipitaciones por encima del promedio anual, Tubería y accesorios entre el casino y la red principal.	25	MUY ALTO	X	
	Remoción en masa por precipitaciones por encima del promedio anual, Tubería y accesorios entre el campamento y la red principal.	25	MUY ALTO	X	
	Remoción en masa por precipitaciones por encima del promedio anual, Tubería y accesorios red principal a PTAR.	25	MUY ALTO	X	
	Remoción en masa por precipitaciones por encima del promedio anual, Tubería y accesorios PTAR a Estructura de Descarga.	25	MUY ALTO	X	
	Remoción en masa por precipitaciones por encima del promedio anual, Estructura de Descarga.	25	MUY ALTO	X	
	Inundación, PTAR S 25.000.	5	BAJO-MEDIO	X	
	Inundación, Tubería y accesorios entre el casino y la red principal.	5	BAJO-MEDIO	X	
	Inundación, Tubería y accesorios entre el campamento y la red principal.	5	BAJO-MEDIO	X	
	Inundación, Tubería y accesorios red principal a PTAR.	5	BAJO-MEDIO	X	
	Inundación, Tubería y accesorios PTAR a Estructura de Descarga.	5	BAJO-MEDIO	X	
	Inundación, Estructura de Descarga.	5	BAJO-MEDIO	X	
MEDIDAS Y ACCIONES A REALIZAR	PREVENCIÓN				
	1. Construcción y/o adecuación de obras civiles complementarias, tales como canales perimetrales, estabilización de taludes y áreas seguras para la PTAR S 25.000, líneas de conducción y unidades complementarias. 2. Identificación de la conducción de las aguas domésticas y lluvias dentro del Campamento.				
PROCEDIMIENTO	PREVENCIÓN				
	A continuación se presenta el procedimiento para el desarrollo de las actividades descritas anteriormente:				
	1.1 El DGA solicitará al Departamento de Ingeniería la construcción y/o adecuación de canales perimetrales para el aislamiento de escorrentías o flujos adyacentes, de igual forma la estabilización de taludes adyacentes al área de influencia directa de la PTAR S 25.000, líneas de conducción y unidades complementarias. Así mismo, se solicitará al Departamento de Ingeniería que las áreas donde se ubiquen o proyecten nuevas unidades de tratamiento cuenten con características físicas idóneas que favorezcan su estabilidad y resistencia.				
	1.2 Realizadas las construcciones y/o adecuaciones estructurales el coordinador del Departamento de Gestión Ambiental requerirá por escrito al Departamento de Mantenimiento, el cronograma de mantenimiento preventivo destinado para dichas obras.				
	1.3 El Coordinador del DGA debe supervisar las actividades de mantenimiento preventivo, con el fin de evitar traumatismos en el sistema. Se debe llevar un registro en las minutas o bitácoras como soporte del desarrollo de dichas actividades adjuntando evidencias fotográficas.				
	2.1 Para la identificación de la conducción de las aguas residuales domésticas, aguas lluvias y zonas endurecidas el Departamento de Gestión Ambiental designará una comisión técnica que mediante pruebas de anilina identifiquen posibles conexiones que puedan aumentar la carga hidráulica del sistema de tratamiento especialmente en épocas de invierno.				
	2.1.1 En el caso de identificarse posibles conexiones de aguas lluvias o lavados de zonas endurecidas dentro del campamento a la red de alcantarillado sanitario, estas deberán ser reportadas mediante concepto técnico al Departamento de Mantenimiento e Ingeniería para su inmediata separación, esto con el fin de evitar un posible aumento en la carga hidráulica del sistema de tratamiento y por ende afectación en la operación y funcionamiento del sistema de tratamiento.				
SEGUIMIENTO Y MONITOREO					
PREVENCIÓN					
El Coordinador del Departamento de Gestión Ambiental y el Coordinador del Departamento de Ingeniería realizarán la revisión de las actividades de construcción, adecuación o mantenimiento programadas, el soporte de control será un reporte en la minuta o bitácora firmada por los mismos y el registro fotográfico.					
El Departamento de Gestión Ambiental realizará la verificación de las posibles conexiones de aguas lluvias y zonas endurecidas a la red de alcantarillado sanitario y el Departamento de Mantenimiento realizará las adecuaciones requeridas o identificadas en dicho estudio.					
INDICADOR		FRECUENCIA			
% cumplimiento = (Número de construcción y/o adecuaciones de obras civiles efectuadas / Número de construcción y/o adecuaciones de obras civiles requeridas)*100		SEMESTRAL			
% cumplimiento = (Número de mantenimiento de las obras civiles construidas / Número de mantenimiento de las obras civiles requeridas)*100		SEMESTRAL			
% cumplimiento = (Número de supervisiones de las actividades de mantenimiento realizadas por el coordinador del DGA / Número de mantenimiento de las obras civiles solicitadas)*100		SEMESTRAL			
% cumplimiento = (Número de adecuaciones de conexiones erradas identificadas / Número de conexiones erradas identificadas)*100		SEMESTRAL			
DOCUMENTO SOPORTE					
Minutas, bitácoras, registros fotográficos.					
RESPONSABLE					
Departamento de Gestión Ambiental, Departamento de Ingeniería, Departamento de Mantenimiento.					

Tabla 43 • Programa 6. Señalización y seguridad física de la PTAR S 25.000

PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIENTOS PROVENIENTES DEL CAMPAMENTO.					
PROGRAMA No	06	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD FÍSICA DE LA PTAR S 25.000, LÍNEAS DE CONDUCCIÓN Y UNIDADES COMPLEMENTARIAS.			
OBJETIVO	Establecer la señalización adecuada, las condiciones de estabilidad física y seguridad de la PTAR S 25.000, líneas de conducción y unidades complementarias para el manejo del afluente proveniente del Campamento, en el municipio de California - Santander.				
ESCENARIO	AMENAZA	RIESGO		TIPO DE MEDIDA	
		VALORACIÓN	CLASIFICACIÓN	PREVENCIÓN	CORRECCIÓN
RIESGOS EXTERNOS (Antrópicos - naturales) de la Planta de Tratamiento.	Incendios forestales - PTAR S 25.000	25	MUY ALTO	X	
	Incendios forestales - tubería y accesorios entre el casino y la red principal	25	MUY ALTO	X	
	Incendios forestales - tubería y accesorios entre el campamento y la red principal	25	MUY ALTO	X	
	Incendios forestales - tubería y accesorios red principal a PTAR	25	MUY ALTO	X	
	Incendios forestales - tubería y accesorios PTAR a estructura de descarga	25	MUY ALTO	X	
	Incendios forestales - estructura de descarga	10	MEDIO	X	
	Alteración de Orden Público - PTAR S 25.000	15	ALTO	X	
	Alteración de Orden Público - tubería y accesorios entre el casino y la red principal	15	ALTO	X	
	Alteración de Orden Público - tubería y accesorios entre el campamento y la red principal	15	ALTO	X	
	Alteración de Orden Público - tubería y accesorios red principal a PTAR	15	ALTO	X	
	Alteración de Orden Público - tubería y accesorios PTAR a estructura de descarga	15	ALTO	X	
	Alteración de Orden Público - estructura de descarga	15	ALTO	X	
MEDIDAS Y ACCIONES A REALIZAR	PREVENCIÓN				
	1. Instalar extintores contra incendios de acuerdo a la norma NTC 2885 del 2009 en el área de influencia directa de la PTAR S 25.000.				
	2. Capacitar a los operadores de la PTAR S 25.000 en atención de incendios.				
	3. Realizar la señalización preventiva e informativa del área de influencia de la PTAR S 25.000.				
	4. Establecer seguridad privada y cerramiento para el área de influencia directa del proyecto.				
PROCEDIMIENTO	PREVENCIÓN				
	A continuación se presenta el procedimiento para el desarrollo de las actividades descritas anteriormente:				
	1.1 El coordinador del Departamento de Gestión Ambiental (DGA) solicitará al Departamento de Compras la adquisición e instalación de extintores contra incendio de acuerdo a la NTC 2885 del 2009 (Extintores portátiles contra incendios).				
	1.2 El DGA realizará la ubicación e instalación de los extintores contra incendios en la PTAR S 25.000.				
	1.2.1 Los puntos seleccionados para la ubicación de los extintores con relación a la PTAR S 25.000, deberán estar incluidos en el plano o mapa de emergencias del proyecto campamento. Así mismo, deberán ser difundidos al personal operativo y al personal de brigadas de emergencia de la compañía.				
	1.3 El DGA realizará seguimiento semestral (6 meses) a las condiciones físicas de los extintores instalados para tal fin, en caso de requerir cambios por fallencias físicas o recargas de extintores, se registrará la solicitud en la minuta o bitácora y posteriormente se reportará al Departamento de compras para su reposición.				
	2.1 El DGA deberá capacitar cada seis (6) meses a los operadores de la PTAR S 25.000 con respecto a la atención de incendios, como soporte se tendrá un registro de cada una de ellas para su posterior actualización y seguimiento. Esta capacitación deberá ser realizada por personal idóneo y de instituciones conocidas.				
	2.2 Las capacitaciones llevarán como soporte un registro de asistencia y un formato de evaluación en lo referente a los conceptos dados, el cual tendrá una calificación de 0,0 a 5,0. Igualmente un soporte magnético de la realización del evento y registrados en la minuta o bitácora de la PTAR S 25.000.				
	2.3 El DGA solicitará el apoyo técnico y logístico del cuerpo de bomberos del municipio de California o de los municipios aledaños, en caso de que el evento que se presente no pueda ser controlado en el menor tiempo posible.				
	3.1 El Coordinador del DGA definirá la señalización de tipo informativa y preventiva la cual será adquirida por el Departamento de compras.				
	3.2 La señalización informativa corresponde a el nombre de cada uno de los compartimientos de la PTAR S 25.000 y unidades complementarias, ubicación de extintores, indicación de los peligros existentes en el sitio (caídas a desnivel, riesgos biológicos) y la preventiva pertenece al paso de personal restringido, uso de elementos de protección personal (guantes, máscara, gafas, botas, casco).				
	4.1 El DGA requerirá a la Gerencia del Proyecto la asignación de seguridad privada y encerramiento en el área de influencia de la planta de tratamiento con el objetivo de mitigar la probabilidad de ocurrencia de posibles alteraciones de orden público y/o alteraciones en la operación y funcionamiento.				
SEGUIMIENTO Y MONITOREO					
PREVENCIÓN					
El Coordinador del Departamento de Gestión Ambiental llevará un control y seguimiento del cumplimiento de las solicitudes realizadas al Departamento de Compras, con respecto a la adquisición, cambios o recargas de extintores e instalación de señalización preventiva e informativa.					
El Coordinador del Departamento de Gestión Ambiental deberá realizar la supervisión semestral (6 meses) del cumplimiento de las capacitaciones programadas, el soporte de control será el formato de asistencia, formato de evaluación y registros fotográficos.					
El DGA deberá contar con la información correspondiente a teléfonos y contactos de control (bomberos, defensa civil, policía).					
INDICADOR			FRECUENCIA		
% cumplimiento = (Número de extintores contra incendios instalados / Número de extintores contra incendios requeridos)*100			SEMESTRAL		
% cumplimiento = (Número de mantenimientos o reposiciones realizadas a los extintores contra incendios / Número de mantenimientos o reposiciones realizadas a los extintores contra incendios requerida)*100			SEMESTRAL		
% cumplimiento = (Número de capacitaciones al personal operativo en atención de incendios realizadas / Número de capacitaciones programadas)*100			SEMESTRAL		
% cumplimiento = (Área cubierta por señalización / Área requerida de señalización)*100			SEMESTRAL		
cumplimiento = Asignación de vigilancia privada. SI ☐ NO ☐			SEMESTRAL		
DOCUMENTO SOPORTE			Minutas o bitácoras, formatos de asistencia, formatos de evaluación, registros fotográficos.		
RESPONSABLE			Departamento de Gestión Ambiental. Departamento de Compras. Gerencia del Proyecto.		

1.15 PROGRAMAS DE REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN

Al evaluarse el estudio de capacidad de asimilación de la fuente hídrica receptora del vertimiento, para el área de influencia directa con las siguientes condiciones de descarga, Oxígeno Disuelto de 0.0 mg O₂/L, DBO₅ de 200 mg O₂/L y caudal de 0.001 L/s, se predice una disminución del Oxígeno Disuelto en la fuente receptora de 8.0 mg O₂/L a 7,9 mg O₂/L, dicho comportamiento evidencia que el cuerpo hídrico presenta características físicas, químicas e hidráulicas idóneas para la dilución.

Bajo este argumento los programas establecidos en el ítem 5.2 están orientados y dirigidos a controlar la operación y funcionamiento del sistema de tratamiento instalado PTAR S 25.0.00 con el objetivo de realizar un vertimiento con bajas concentraciones de materia orgánica y dar cumplimiento a la normatividad actual o la que la modifique o sustituya, bajo este argumento técnico se tiene que para la descarga del vertimiento doméstico generado en el campamento será aplicado los lineamientos técnicos establecidos por el artículo 72 del decreto 1594 de 1984, donde se establecen las condiciones de descarga en remoción de carga contaminante del 80 % en términos de DBO₅, SST y Grasas y aceites, de igual forma el pH del vertimiento debe estar en un rango entre los 5 – 9 unidades de pH y la temperatura debe ser inferior a 40 °C, todo ello dado que el vertimiento se realiza a una fuente hídrica lotica, es conveniente resaltar que el artículo 72 del decreto 1594/84 se encuentra vigente actualmente por el decreto 3930/10.

1.16 SISTEMA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL PLAN

Para realizar el seguimiento y evaluación de los programas presentados en el numeral 5.2, se diseñó una ficha, la cual contiene los indicadores de seguimiento y control de cada uno de los programas, los cuales deberán ser revisados periódicamente, utilizando la ficha que se encuentra en la tabla 44.

En la revisión periódica se analizará si estos indicadores requieren de modificaciones y actualizaciones, al igual, si se está dando cumplimiento al indicador. Se deberá indicar en la fila de cronograma las veces que estos indicadores serán revisados por año.

Tabla 44 Sistema de seguimiento y evaluación del plan

PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO PARA EL MANEJO DEL VERTIMIENTO PROVENIENTE DEL CAMPAMENTO																						
SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN																						
FICHA N°	PROGRAMA	INDICADOR	CRONOGRAMA (MES)												CUMPLIMIENTO				REQUIERE ACTUALIZACIÓN			OBSERVACIÓN
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	NO	SI	FECHA	%	NO	SI	FECHA	
01	MANTENIMIENTO OPERATIVO PTAR S 25000, LÍNEAS DE CONDUCCIÓN Y UNIDADES COMPLEMENTARIAS.	% de cumplimiento = (Número de limpiezas a la PTAR S 25000 / Número de limpiezas programadas a la PTAR S 25.000)*100												x								
		% de cumplimiento = (Volumen de lodos extraídos a la PTAR S 25000 / Volumen dispuesto por gestor autorizado)*100												x								
		% de cumplimiento = (Número de monitoreos físico-químicos y microbiológicos internos realizados / Número de monitoreos físico-químicos y microbiológicos internos programados)*100			X			X			X			X								
		% de cumplimiento = (Número de informes técnicos del sistema de tratamiento entregados a la Autoridad Ambiental / Número de monitoreos externos físico-químicos y microbiológicos programados)*100																				
		% de cumplimiento = (valores de las variables de referencia del marco normativo medidas en el sistema de tratamiento PTAR S 25000 / valores establecidos por el marco normativo ambiental)*100			x			x			x			x								
02	INSTALACIÓN DE UNIDADES COMPLEMENTARIAS	% de cumplimiento = (número de revisiones a la red sanitaria realizadas / número de revisiones a la red sanitaria programadas)*100			X						X											
		% de cumplimiento = (número de trampa de grasas y aceites instaladas / número de trampa de grasas y aceites requeridas)*100			X						X											
		% de cumplimiento = (número de cajas de inspección instaladas / número de cajas de inspección requeridas)*100			X						X											
		% de cumplimiento = (número de rejillas instaladas / número de rejillas requeridas)*100			X						X											
03	CAPACITACIÓN DEL PERSONAL OPERATIVO.	% cumplimiento = (Número de capacitaciones al personal operativo realizadas / Número de capacitaciones programadas)*100			X						X											
		% cumplimiento = (Número de personal capacitado / Número de personal a capacitar)*100			X						X											
		% cumplimiento = (Número de operadores con una puntuación igual o superior a 4,0 / Número de operadores capacitados)*100; el grado de satisfacción debe ser superior al 80%			X						X											
		% cumplimiento = (Número de viabilidades dadas por el coordinador / Número de operadores capacitados)*100; el grado de satisfacción debe ser superior al 80%			X						X											
		% cumplimiento = (Número de visitas de inspección realizadas por el Coordinador del DGA / Número de visitas programadas por el Coordinador del DGA)*100			X						X											
		% cumplimiento = (Número de no conformidades evaluadas y corregidas / Número de no conformidades identificadas)*100			X						X											
04	CAPACITACIÓN DEL PERSONAL TÉCNICO, ADMINISTRATIVO Y CONTRATISTA.	% cumplimiento = (Viabilidad de la Autoridad Ambiental del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Líquidos / El Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Líquidos elaborado)*100			X						X											
		% cumplimiento = (Número de capacitaciones al personal técnico, administrativo y contratista realizadas / Número de capacitaciones programadas)*100			X						X											
		% cumplimiento = (Número de personal capacitado / Número de persona a capacitar)*100			X						X											
		% cumplimiento = (Número de personas con una puntuación igual o superior a 4,0 / Número de personas capacitados)*100; el grado de satisfacción debe ser superior al 90%			X						X											
		% cumplimiento = (Número de visitas de inspección realizadas por el Coordinador del DGA / Número de visitas programadas por el Coordinador del DGA)*100			X						X											

Continuación tabla 44.

PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO PARA EL MANEJO DEI VERTIMIENTO PROVENIENTE DEL CAMPAMENTO																						
SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN																						
FICHA N°	PROGRAMA	INDICADOR	CRONOGRAMA (MES)												CUMPLIMIENTO				REQUIERE ACTUALIZACIÓN			OBSERVACIÓN
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	NO	SI	FECHA	%	NO	SI	FECHA	
05	CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES EXTERIORES.	% cumplimiento = (Número de construcción y/o adecuaciones de obras civiles efectuadas / Número de construcción y/o adecuaciones de obras civiles requeridas)*100			X					X												
		% cumplimiento = (Número de mantenimiento de las obras civiles construidas / Número de mantenimiento de las obras civiles requeridas)*100			X					X												
		% cumplimiento = (Número de supervisiones de las actividades de mantenimiento realizadas por el coordinador del DGA / Número de mantenimiento de las obras civiles solicitadas)*100			X					X												
		% cumplimiento = (Número de adecuaciones de conexiones erradas identificadas / Número de conexiones erradas identificadas)*100			X					X												
06	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD FÍSICA DE LA PTAR DE LA PTAR S 25.000	% cumplimiento = (Número de extintores contra incendios instalados / Número de extintores contra incendios requeridos)*100			X					X												
		% cumplimiento = (Número de mantenimientos o reposiciones realizadas a los extintores contra incendios / Número de mantenimientos o reposiciones realizadas a los extintores contra incendios requerida)*100			X					X												
		% cumplimiento = (Número de capacitaciones al personal operativo en atención de incendios realizadas / Número de capacitaciones programadas)*100			X					X												
		% cumplimiento = (Área cubierta por señalización / Área requerida de señalización)*100			X					X												
		cumplimiento = Asignación de vigilancia privada. SI NO			X					X												
		RESPONSABLE: Departamento de Gestión Ambiental																				

6. CONCLUSIONES

1.17 ESTUDIO CAPACIDAD DE ASIMILACIÓN DEL CUERPO LÓTICO

1.17.1 Capacidad asimilativa

- Según la Curva de Oxígeno Disuelto para los escenarios propuestos no se presentarán pérdidas de Oxígeno Disuelto significativas en la cuenca hídrica por el vertimiento proveniente de la PTAR S 25000, aunque se presente una DBO_5 remanente superior a la de la corriente para la condición más crítica. Lo anterior se debe a las características de reaeración y desoxigenación del tramo evaluado, las cuales favorecen la aceptación de los vertimientos para los escenarios propuestos por tener una rápida dilución y recuperación del oxígeno consumido en los procesos de degradación de la materia orgánica.
- En la aplicación del modelo de **Streeter and Phelps**, para determinar la capacidad de asimilación del cuerpo lótico en el área de influencia del vertimiento proveniente de la PTAR S 25.000, se observó que la corriente tiene una alta capacidad de dilución, debido a sus características topográficas como altas pendientes, velocidades, turbulencia en el tramo de influencia directa del vertimiento.
- Las altas concentraciones de las variables medidas en el vertimiento, indican que el Sistema de Tratamiento PTAR S 25.000 no se ha estabilizado, lo que reflejaría en un bajo porcentaje de remoción. Esta situación podría ser generada debido a que la Planta de Tratamiento no ha tenido suficiente tiempo de arranque de operación, es conveniente aclarar que el sistema presenta características de un ciclo anaerobio y por ende requiere entre 4 y 6 meses para su estabilización siempre y cuando todas las variables de operación presenten condiciones óptimas. Otro factor que podría afectar la operación del sistema son las bajas temperaturas del agua residual situación que no favorece la acción microbial de las bacterias anaerobias. Así mismo, debido al incremento de los habitantes que se presentará en el campamento, habrá un aumento del caudal que disminuiría el tiempo de retención hidráulico de la PTAR S 25.000.

1.17.2 Hidrobiológicos

- Los resultados de los análisis hidrobiológicos de los puntos muestreados en la fuente hídrica indican una similaridad en composición de la comunidad Planctónica, Perifítica y Bentónica. Las variaciones entre puntos no son significativas en mayor grado en lo referente al tipo de especies de algas,

predominando las diatomeas, las clorofíceas y las cianofíceas, pudiéndose catalogar como biota habitual y normal para los sitios de monitoreo.

- De acuerdo a las características altitudinales, los ecosistemas lóticos se encuentran en zonas donde las condiciones climáticas condicionan la comunidad biológica es así, que se puede inferir, que la abundancia y composición biótica en las estaciones de muestreo ubicadas en esta zona presenta comunidades comparables y similares entre ellos, ya que las poblaciones presentan el mismo tipo de influencia externa, siendo las diferencias debidas a alteraciones alóctonas no naturales del entorno.
- La riqueza de especies en la comunidad Perifítica indica similaridad entre las poblaciones de cada punto de monitoreo, existiendo valores numéricos que se podrían considerar con pocas diferencias significativas en todos los puntos de agua. De igual forma señala que los efectos ambientales sobre estos ecosistemas son equiparable en todos los cursos de agua, no existiendo una dominancia de un género en particular, aunque si una presencia importante de las diatomeas, ecológicamente indicadoras de aguas naturales limpias. Lo anterior evidencia que el índice de diversidad de especies de Shannon Wiener, indica que no hay diferencias significativas en cuanto a la Biota Perifítica de los sitios de monitoreo y las existentes son derivados del régimen hidráulico.
- El Bentos indica poca presencia de macrozoobentos, sin embargo, existe algún tipo de esta comunidad en estos ecosistemas, que puede ser colectada. Es importante y necesario el complemento con el uso de los Índices de Calidad de Agua, ICA.
- Las fuentes de agua corresponden a ecosistemas lóticos con presencia de especies acuáticas en el momento de la colecta, la comunidad Perifítica indica presencia de especies habituales para este tipo de ecosistemas.
- La Biota encontrada corresponde a comunidades hidrobiológicas catalogadas como natural habitual, pertenecientes a cuerpos de agua tropicales.

1.18 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS

- La evaluación de las amenazas asociados a la Planta de Tratamiento PTAR S 25.000, se realizaron en dos escenarios, el primer escenario para los riesgos internos tecnológicos y el segundo escenario para los riesgos externos antrópico-naturales, en lo referente a la afectación del medio natural se realizó un tercer escenario correspondiente al análisis del riesgo por el vertimiento de agua sin tratar sobre el medio natural; valorado el riesgo en cada escenario, se

formularon las medidas de prevención y corrección para atender las fallas que se puedan presentar en la Planta de Tratamiento.

- Las medidas planteadas en los programas diseñados para disminuir o eliminar los riesgos existentes están dirigidas a disminuir la probabilidad de ocurrencia de las amenazas identificadas y la vulnerabilidad del elemento en riesgo según sea el caso.
- El mayor riesgo asociado a la operación de la PTAR S 25.000, corresponde a un evento natural de remoción en masa que afectaría no solo el sistema de tratamiento, sino toda la infraestructura asociada al manejo de vertimientos líquidos (redes, cajas de inspección, estructura escalonada y seguridad de los operadores).
- En cuanto a la evaluación del riesgo sin medidas, de los veinte (20) elementos en riesgo identificados para el escenario 1, trece (13) que corresponden al 65%, presentaron un riesgo significativo, o sea, se encuentran en la franja de riesgo Medio y Alto, razón por la cual se diseñaron los programas y medidas de prevención y mitigación para reducir el riesgo calificado, con el fin de disminuir la probabilidad de ocurrencia de las amenazas y en algunos aspectos la vulnerabilidad.
- La probabilidad de ocurrencia más significativa para el escenario uno (1) se presenta en la saturación o sedimentación del primer y segundo compartimiento de la Planta de Tratamiento PTAR S 25.000 (RIT-SS) y Fisura(s), Ruptura y/u Obstrucción de tubería y accesorios entre el casino y el campamento hasta la conexión de la red principal y desde la red principal hasta la PTAR (RIT-FRO), pertenecientes a los Riesgos Internos por Fallas Físicas e Inadecuado mantenimiento del primer y segundo compartimiento de la Planta de Tratamiento, correspondientes a Riesgos Internos por Fallas Operacionales (RIT-IM).
- En la dispersión de los elementos en riesgo identificados en lo referente a la vulnerabilidad en términos del cumplimiento de los objetivos del sistema, seguridad del personal y la imagen corporativa, se evidenció en la matriz de análisis de riesgo que la mayor vulnerabilidad en cuanto a Fallas Físicas se presentó en lo correspondiente al cumplimiento de los objetivos del sistema (saturación o sedimentación quinto compartimiento y lo relacionando con fisura, ruptura y /u obstrucción); y para Fallas Operacionales en la seguridad del personal referido al inadecuado mantenimiento del cuarto comportamiento.
- En cuanto al análisis del riesgo sin medidas y con medidas para el escenario 1, se observa la disminución del riesgo para dieciocho (18) elementos en riesgo identificados de las veinte (20) identificadas. Se evidenció que las acciones

propuestas en los programas del plan disminuyen la cantidad de riesgos en niveles significativos (Medio +Alto + Muy Alto) en un 50 %.

- Según la ponderación del riesgo para el escenario 2 se identificaron treinta (30) elementos en riesgo identificados, clasificados en Amenazas Naturales y Antrópicas Exógenas, de los cuales, doce (12) correspondientes al 40% presentaron riesgo Bajo-Medio, uno (1) correspondiente al 3,33% presentó riesgo Medio, seis (6) que corresponden al 20% presentaron riesgo Alto y once (11) que corresponden al 36,67% presentaron riesgo Muy Alto.
- En el cálculo del riesgo para el escenario dos (2), se presentó que dieciocho (18) elementos en riesgo identificados que corresponden al 60%, presentaron un riesgo significativo, por lo que se diseñaron los programas dirigidos a establecer las medidas de prevención y mitigación encaminadas en la reducción del riesgo calificado. La probabilidad de ocurrencia más significativa para las amenazas naturales se da en los Incendios Forestales (REN-IF) y Remoción en Masa por Precipitaciones por encima del promedio anual (REN-RM) y para la amenaza antrópica identificada correspondiente a Alteración del Orden Público (REN-AOP). En lo referente a la vulnerabilidad en términos de la resistencia y la resiliencia de la Planta de Tratamiento, la seguridad del personal y la imagen corporativa, la mayor vulnerabilidad para el escenario 2 se presentó para la vulnerabilidad funcional correspondiente al tiempo de respuesta – resiliencia.
- En cuanto al análisis del riesgo sin medidas y con medidas para el escenario dos (2), se evidencia la disminución para dieciocho (18) elementos en riesgo, ésta disminución se presenta en algunas amenazas de origen natural como son incendio forestal y remoción en masa por precipitaciones por encima del promedio natural y para las amenazas de origen antrópico como alteración del orden público. En términos de vulnerabilidad se evidencia la disminución del riesgo para diecisiete (17) de los treinta (30) elementos en riesgo identificados en el escenario 2. La disminución del riesgo con las acciones propuestas en las fichas de los programas que reducen la cantidad de riesgos en niveles significativos (Medio +Alto + Muy Alto) en un 36.67% en el componente Antrópico-Natural.
- Para el análisis del escenario 3, se utilizó como justificación técnica el Estudio de Capacidad de Asimilación de la fuente hídrica en el área aferente al campamento, el cual generó información acerca de la capacidad de asimilación y dilución de la fuente receptora, una vez estableciendo unas condiciones para el vertimiento de aguas residuales domésticas. Este estudio corresponde a un documento técnico adicional para realizar el trámite del permiso de vertimientos líquidos ante la Autoridad Ambiental Competente, siguiendo los lineamientos establecidos en el artículo 42 del Decreto 3930 de 2010.

- Al presentarse un vertimiento directo de agua residual doméstica sin tratamiento al cuerpo lótico, se puede observar que la calificación del riesgo tiene un impacto bajo sobre la calidad de la fuente hídrica, debido a que analizado el estudio de capacidad de asimilación respecto a unas condiciones reales y proyectadas críticas de vertimiento (bajo porcentaje de remoción de carga contaminante (30%), con un caudal superior al aportado por las condiciones máximas de diseño de la planta) del campamento, se evidencia que estas condiciones de descarga no altera de manera significativa las características físico-químicas de la corriente, ya que según la curva de oxígeno, la concentración de DBO_5 remanente de la fuente hídrica después de la descarga del vertimiento proveniente de la PTAR S 25.000 es muy baja y no se generará alteraciones en las condiciones de Oxígeno Disuelto en la corriente.
- La valoración del riesgo por un vertimiento directo o parcialmente tratado del afluente generado en el campamento, solo puede determinarse a partir de una línea base ambiental confiable, que permita evaluar el impacto del vertimiento sobre la fuente hídrica.

7. RECOMENDACIONES

1.19 ESTUDIO CAPACIDAD DE AIMILACIÓN DEL CUERPO LÓTICO

- Validar el modelo utilizado para determinar la capacidad asimilativa de la Fuente Hídrica, mediante la realización de monitoreos físico-químicos e hidrobiológicos, con el fin de evaluar la real afectación que generaría el vertimiento proveniente de la PTAR S 25.000 sobre la fuente receptora, en el momento que el Campamento Habitacional se encuentre con la capacidad de diseño proyectado, esto es, con la máxima población de 300 trabajadores.
- Es importante realizar un adecuado seguimiento a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Doméstica del Campamento Habitacional, reflejado en la implementación de un protocolo de arranque que contenga las actividades de seguimiento y evaluación que permitan posteriormente la estabilización del sistema de tratamiento, para finalmente dar cumplimiento al Artículo 72 y 74 del Decreto 1594 de 1984 o las normas que los sustituyan o modifiquen.
- Se recomienda realizar monitoreos periódicos con el fin de determinar condiciones que permitan tener un mayor número de elementos para evaluación del efecto del vertimiento a la fuente lótica y conocer las variaciones espaciotemporales de la comunidad hidrobiológica.
- Si bien es cierto que las condiciones físicas de la fuente hídrica y la calidad del recurso son favorables para la dilución de la materia orgánica proveniente de la PTAR S 25000, se debe tener en cuenta que el sistema debe operar bajo condiciones físicas, biológicas e hidráulicas óptimas con el objeto de dar absoluto cumplimiento de la normatividad ambiental vigente. Para ello el sistema de tratamiento debe garantizar que la concentración efluente en términos de DBO_5 no supere los 100 mg O_2/L , asegurando un mínimo impacto en el recurso y una remoción representativa de materia orgánica.

1.20 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS

- Se recomienda la supervisión de las actividades de mantenimiento para verificar que se desarrollen adecuadamente, con el fin de evitar posibles eventos que impidan el óptimo funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas generadas en el Campamento.

- Diligenciar el formato de seguimiento y control para prevenir y mitigar la probabilidad de ocurrencia de posibles eventos identificados en el Plan de Gestión del Riesgo para el manejo de vertimientos generados en las actividades que se realizan dentro del Campamento, que puedan afectar el óptimo funcionamiento de cada uno de los compartimientos que integran la PTAR S 25.000.
- Ajustar los programas que hacen parte del plan de gestión del riesgo para el manejo de vertimientos, una vez se evalúe la modificación de la calidad del agua en la fuente receptora, en el momento en que se presente una descarga directa o parcialmente tratada del afluente proveniente del Campamento.

8. BIBLIOGRAFÍA

APHA, AWWA, WPCF, 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. U. S. A. 19ª ED.

COLOMBIA, MINISTERIO DE SALUD. Decreto 1594 (26, junio, 1984). Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. Bogotá D. C.; El Ministerio. 1984.

COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 3930 (25, octubre, 2010). Por el cual se reglamenta el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el capítulo II del Título VI – Parte III – Libro II del Decreto – Ley 2811 de 1974 en cuanto a Usos del agua y Residuos líquidos y se dictan otras disposiciones. Bogotá D. C.; El Ministerio. 2010.

COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Guía ambiental para evitar, corregir y compensar los impactos de las acciones de reducción y prevención de riesgos en el nivel municipal. Bogotá 2005.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Términos de referencia: Plan de Gestión del Riesgo para el manejo de vertimientos. Bogotá D. C.; El Ministerio. 2011.

COLOMBIA. NTC – ISO/IEC 17025:2005, Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración.

CRITES, Ron. TCHOBANOGLOUS. George. Sistemas de Manejo de Aguas Residuales Tomo 1, 2 y 3. Editorial Mc Graw Hill. Mayo de 2000.

PELTIER, Thomas. Information Security Risk Analysis. Auerbach 2001 London.

RAMÍREZ GONZÁLEZ. Limnología Colombiana Aportes a su Conocimiento y Estadísticas de Análisis. Editorial BP Exploration Company LTD. 1998. Capítulo 1.

ROMERO ROJAS, Jairo A. Tratamiento de Aguas Residuales, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. 1999.

ANEXOS

Pág

Anexo 1 Matriz análisis del riesgo Escenario 1 - Sin medidas.....	90
Anexo 2 Resumen matriz de análisis de riesgo escenario 1 - Sin medidas.....	91
Anexo 3 Matriz análisis del riesgo Escenario 1 - Con medidas	92
Anexo 4 Resumen comparativo evaluación del Riesgo Escenario 1 - Sin medidas y con medidas.....	93
Anexo 5 Matriz análisis del riesgo Escenario 2 - Sin medidas.....	94
Anexo 6 Resumen matriz de análisis del riesgo Escenario 2 - Sin medidas.....	95
Anexo 7 Matriz análisis del riesgo Escenario 2 - Con medidas	96
Anexo 8 Resumen comparativo evaluación del riesgo Escenario 2 - Sin medidas y con medidas.....	97

Anexo 1 Matriz análisis del riesgo Escenario 1 - Sin medidas

CAUSA RAÍZ	AMENAZAS			PROBABILIDAD (P)	VULNERABILIDAD					RIESGO (P x V)	CALIFICACIÓN RIESGO	
					CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS			Seguridad Personal	Imagen Corporativa			Vulnerabilidad (V)
					Afectación del Sistema de Tratamiento (AST)	Tiempo de Respuesta (TR)	Cumplimiento de Objetivos					
RIESGOS INTERNOS (Tecnológicos)	FALLAS FÍSICAS	RIT-F-01	Fisura(s) primer compartimiento.	2	2	5	3.5	1	1	3.5	7.0	BAJO-MEDIO
		RIT-F-02	Fisura(s) segundo compartimiento.	2	2	5	3.5	1	1	3.5	7.0	BAJO-MEDIO
		RIT-F-03	Fisura(s) tercer compartimiento.	2	3	5	4.0	1	1	4.0	8.0	BAJO-MEDIO
		RIT-F-04	Fisura(s) cuarto compartimiento.	2	4	5	4.5	1	2	4.5	9.0	MEDIO
		RIT-F-05	Fisura(s) quinto compartimiento.	2	4	5	4.5	1	2	4.5	9.0	MEDIO
		RIT-F-06	Fisura(s) estructura de descarga.	2	1	5	3.0	1	1	3.0	6.0	BAJO-MEDIO
		RIT-SS-07	Saturación o Sedimentación primer compartimiento.	5	2	5	3.5	3	1	3.5	17.5	ALTO
		RIT-SS-08	Saturación o Sedimentación segundo compartimiento.	5	2	5	3.5	3	1	3.5	17.5	ALTO
		RIT-SS-09	Saturación o Sedimentación tercer compartimiento.	3	3	5	4.0	2	2	4.0	12.0	MEDIO
		RIT-SS-10	Saturación o Sedimentación cuarto compartimiento.	2	4	5	4.5	2	2	4.5	9.0	MEDIO
		RIT-SS-11	Saturación o Sedimentación quinto compartimiento.	1	5	5	5.0	2	2	5.0	5.0	BAJO-MEDIO
		RIT-FRO-12	Fisura(s), Ruptura y/u Obstrucción tubería y accesorios entre el casino hasta la conexión a la red	4	5	5	5.0	2	3	5.0	20.0	ALTO
		RIT-FRO-13	Fisura(s), Ruptura y/u Obstrucción tubería y accesorios entre el campamento hasta la conexión de la red principal.	4	5	5	5.0	2	3	5.0	20.0	ALTO
		RIT-FRO-14	Fisura(s), Ruptura y/u Obstrucción tubería y accesorios red principal a PTAR.	4	5	5	5.0	3	3	5.0	20.0	ALTO
		RIT-FRO-15	Fisura(s), Ruptura y/u Obstrucción tubería y accesorios PTAR a Estructura de descarga.	1	1	3	2.0	2	1	2.0	2.0	BAJO
	FALLAS OPERACIONALES	RIT-IM-16	Inadecuado mantenimiento primer compartimiento.	5	2	5	3.5	4	4	4.0	20.0	ALTO
		RIT-IM-17	Inadecuado mantenimiento segundo compartimiento.	5	2	5	3.5	4	4	4.0	20.0	ALTO
		RIT-IM-18	Inadecuado mantenimiento tercer compartimiento.	3	3	5	4.0	4	4	4.0	12.0	MEDIO
		RIT-IM-19	Inadecuado mantenimiento cuarto compartimiento.	2	4	5	4.5	4	4	4.5	9.0	MEDIO
		RIT-IM-20	Inadecuado mantenimiento quinto compartimiento.	1	5	5	3.0	4	4	4.0	4.0	BAJO

Anexo 2 Resumen matriz de análisis de riesgo escenario 1 - Sin medidas

RIESGOS					
Código	Amenaza	PROBABILIDAD	VULNERABILIDAD	RIESGO	CALIFICACIÓN
RIT-F-01	Fisura(s) primer compartimiento.	2	3.5	7.0	BAJO-MEDIO
RIT-F-02	Fisura(s) segundo compartimiento.	2	3.5	7.0	BAJO-MEDIO
RIT-F-03	Fisura(s) tercer compartimiento.	2	4.0	8.0	BAJO-MEDIO
RIT-F-04	Fisura(s) cuarto compartimiento.	2	4.5	9.0	MEDIO
RIT-F-05	Fisura(s) quinto compartimiento.	2	4.5	9.0	MEDIO
RIT-F-06	Fisura(s) estructura de descarga.	2	3.0	6.0	BAJO-MEDIO
RIT-SS-07	Saturación o Sedimentación primer compartimiento.	5	3.5	17.5	ALTO
RIT-SS-08	Saturación o Sedimentación segundo compartimiento.	5	3.5	17.5	ALTO
RIT-SS-09	Saturación o Sedimentación tercer compartimiento.	3	4.0	12.0	MEDIO
RIT-SS-10	Saturación o Sedimentación cuarto compartimiento.	2	4.5	9.0	MEDIO
RIT-SS-11	Saturación o Sedimentación quinto compartimiento.	1	5.0	5.0	BAJO-MEDIO
RIT-FRO-12	Fisura(s), Ruptura y/u Obstrucción tubería y accesorios entre el casino hasta la conexión a la red principal.	4	5.0	20.0	ALTO
RIT-FRO-13	Fisura(s), Ruptura y/u Obstrucción tubería y accesorios entre el campamento hasta la conexión de la red principal.	4	5.0	20.0	ALTO
RIT-FRO-14	Fisura(s), Ruptura y/u Obstrucción tubería y accesorios red principal a PTAR.	4	5.0	20.0	ALTO
RIT-FRO-15	Fisura(s), Ruptura y/u Obstrucción tubería y accesorios PTAR a Estructura de descarga.	1	2.0	2.0	BAJO
RIT-IM-16	Inadecuado mantenimiento primer compartimiento.	5	4.0	20.0	ALTO
RIT-IM-17	Inadecuado mantenimiento segundo compartimiento.	5	4.0	20.0	ALTO
RIT-IM-18	Inadecuado mantenimiento tercer compartimiento.	3	4.0	12.0	MEDIO
RIT-IM-19	Inadecuado mantenimiento cuarto compartimiento.	2	4.5	9.0	MEDIO
RIT-IM-20	Inadecuado mantenimiento quinto compartimiento.	1	4.0	4.0	BAJO

Anexo 3 Matriz análisis del riesgo Escenario 1 - Con medidas

CAUSA RAÍZ	AMENAZAS			PROBABILIDAD (P)	VULNERABILIDAD					RIESGO (P x V)	CALIFICACIÓN RIESGO	
					CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS			Seguridad Personal	Imagen Corporativa			Vulnerabilidad (V)
					Afectación del Sistema de Tratamiento (AST)	Tiempo de Respuesta (TR)	Cumplimiento de Objetivos					
RIESGOS INTERNOS (Tecnológicos)	FALLAS FÍSICAS	RIT-F-01	Fisura(s) primer compartimiento.	1	2	5	3.5	1	1	3.5	3.5	BAJO
		RIT-F-02	Fisura(s) segundo compartimiento.	1	2	5	3.5	1	1	3.5	3.5	BAJO
		RIT-F-03	Fisura(s) tercer compartimiento.	1	3	5	4.0	1	1	4.0	4.0	BAJO
		RIT-F-04	Fisura(s) cuarto compartimiento.	1	4	5	4.5	1	1	4.5	4.5	BAJO-MEDIO
		RIT-F-05	Fisura(s) quinto compartimiento.	1	4	5	4.5	1	1	4.5	4.5	BAJO-MEDIO
		RIT-F-06	Fisura(s) estructura de descarga.	1	1	5	3.0	1	1	3.0	3.0	BAJO
		RIT-SS-07	Saturación o Sedimentación primer compartimiento.	2	2	5	3.5	3	2	3.5	7.0	BAJO-MEDIO
		RIT-SS-08	Saturación o Sedimentación segundo compartimiento.	2	2	5	3.5	3	2	3.5	7.0	BAJO-MEDIO
		RIT-SS-09	Saturación o Sedimentación tercer compartimiento.	2	3	5	4.0	2	1	4.0	8.0	BAJO-MEDIO
		RIT-SS-10	Saturación o Sedimentación cuarto compartimiento.	1	4	5	4.5	2	1	4.5	4.5	BAJO-MEDIO
		RIT-SS-11	Saturación o Sedimentación quinto compartimiento.	1	5	5	5.0	2	1	5.0	5.0	BAJO-MEDIO
		RIT-FRO-12	Fisura(s), Ruptura y/u Obstrucción tubería y accesorios entre el casino hasta la conexión a la red	2	5	5	5.0	2	1	5.0	10.0	MEDIO
		RIT-FRO-13	Fisura(s), Ruptura y/u Obstrucción tubería y accesorios entre el campamento hasta la conexión	2	5	5	5.0	2	1	5.0	10.0	MEDIO
		RIT-FRO-14	Fisura(s), Ruptura y/u Obstrucción tubería y accesorios red principal a PTAR.	2	5	5	5.0	2	1	5.0	10.0	MEDIO
		RIT-FRO-15	Fisura(s), Ruptura y/u Obstrucción tubería y accesorios PTAR a Estructura de descarga.	1	1	3	2.0	2	1	2.0	2.0	BAJO
	FALLAS OPERACIONALES	RIT-IM-16	Inadecuado mantenimiento primer compartimiento.	2	2	5	3.5	2	2	3.5	7.0	BAJO-MEDIO
		RIT-IM-17	Inadecuado mantenimiento segundo compartimiento.	2	2	5	3.5	2	2	3.5	7.0	BAJO-MEDIO
		RIT-IM-18	Inadecuado mantenimiento tercer compartimiento.	2	3	5	4.0	2	2	4.0	8.0	BAJO-MEDIO
		RIT-IM-19	Inadecuado mantenimiento cuarto compartimiento.	1	4	5	4.5	2	2	4.5	4.5	BAJO-MEDIO
		RIT-IM-20	Inadecuado mantenimiento quinto compartimiento.	1	5	5	3.0	2	2	3.0	3.0	BAJO

Anexo 4 Resumen comparativo evaluación del Riesgo Escenario 1 - Sin medidas y con medidas

CÓDIGO	RIESGOS - ESCENARIO 1 SIN MEDIDAS				RIESGOS - ESCENARIO 1 CON MEDIDAS			
	PROBABILIDAD SIN MEDIDAS	VULNERABILIDAD SIN MEDIDAS	RIESGO SIN MEDIDAS	CALIFICACIÓN	PROBABILIDAD CON MEDIDAS	VULNERABILIDAD CON MEDIDAS	RIESGO CON MEDIDAS	CALIFICACIÓN
RIT-F-01	2	3.5	7.0	BAJO-MEDIO	1	3.5	3.5	BAJO
RIT-F-02	2	3.5	7.0	BAJO-MEDIO	1	3.5	3.5	BAJO
RIT-F-03	2	4.0	8.0	BAJO-MEDIO	1	4.0	4.0	BAJO
RIT-F-04	2	4.5	9.0	MEDIO	1	4.5	4.5	BAJO-MEDIO
RIT-F-05	2	4.5	9.0	MEDIO	1	4.5	4.5	BAJO-MEDIO
RIT-F-06	2	3.0	6.0	BAJO-MEDIO	1	3.0	3.0	BAJO
RIT-SS-07	5	3.5	17.5	ALTO	2	3.5	7.0	BAJO-MEDIO
RIT-SS-08	5	3.5	17.5	ALTO	2	3.5	7.0	BAJO-MEDIO
RIT-SS-09	3	4.0	12.0	MEDIO	2	4.0	8.0	BAJO-MEDIO
RIT-SS-10	2	4.5	9.0	MEDIO	1	4.5	4.5	BAJO-MEDIO
RIT-SS-11	1	5.0	5.0	BAJO-MEDIO	1	5.0	5.0	BAJO-MEDIO
RIT-FRO-12	4	5.0	20.0	ALTO	2	5.0	10.0	MEDIO
RIT-FRO-13	4	5.0	20.0	ALTO	2	5.0	10.0	MEDIO
RIT-FRO-14	4	5.0	20.0	ALTO	2	5.0	10.0	MEDIO
RIT-FRO-15	1	2.0	2.0	BAJO	1	2.0	2.0	BAJO
RIT-IM-16	5	4.0	20.0	ALTO	2	3.5	7.0	BAJO-MEDIO
RIT-IM-17	5	4.0	20.0	ALTO	2	3.5	7.0	BAJO-MEDIO
RIT-IM-18	3	4.0	12.0	MEDIO	2	4.0	8.0	BAJO-MEDIO
RIT-IM-19	2	4.5	9.0	MEDIO	1	4.5	4.5	BAJO-MEDIO
RIT-IM-20	1	4.0	4.0	BAJO	1	3.0	3.0	BAJO

Anexo 5 Matriz análisis del riesgo Escenario 2 - Sin medidas

CAUSA RAÍZ	AMENAZAS		PROBABILIDAD (P)	ELEMENTOS EN RIESGO		VULNERABILIDAD					RIESGO (P x V)	CALIFICACIÓN RIESGO
						Vulnerabilidad Física	Vulnerabilidad Funcional	Seguridad Personal	Imagen Corporativa	Vulnerabilidad (V)		
						Afectación de las Estructuras del Sistema - Resistencia (AES)	Tiempo de Respuesta - Resiliencia (TR)					
RIESGOS EXTERNOS (Antropicos - naturales)	NATURALES	Sismo de alta intensidad	1	REN-SAI-01	PTAR S 25.000	4	5	5	3	5	5	BAJO-MEDIO
				REN-SAI-02	Tubería y accesorios entre el casino y la red principal	4	5	1	1	5	5	BAJO-MEDIO
				REN-SAI-03	Tubería y accesorios entre el campamento y la red principal	4	5	1	1	5	5	BAJO-MEDIO
				REN-SAI-04	Tubería y accesorios red principal a PTAR	4	5	1	2	5	5	BAJO-MEDIO
				REN-SAI-05	Tubería y accesorios PTAR a Estructura de Descarga	4	5	1	1	5	5	BAJO-MEDIO
				REN-SAI-06	Estructura de Descarga	5	5	5	2	5	5	BAJO-MEDIO
		Inundación	1	REN-I-07	PTAR S 25.000	3	5	5	2	5	5	BAJO-MEDIO
				REN-I-08	Tubería y accesorios entre el casino y la red principal Tubería y accesorios entre el casino y la red principal	3	5	1	2	5	5	BAJO-MEDIO
				REN-I-09	Tubería y accesorios entre el campamento y la red principal	3	5	1	2	5	5	BAJO-MEDIO
				REN-I-10	Tubería y accesorios red principal a PTAR	3	5	1	2	5	5	BAJO-MEDIO
				REN-I-11	Tubería y accesorios PTAR a Estructura de Descarga	2	5	1	2	5	5	BAJO-MEDIO
				REN-I-12	Estructura de Descarga	2	5	5	2	5	5	BAJO-MEDIO
		Incendios Forestales	5	REN-IF-13	PTAR S 25.000	4	5	5	3	5	25	MUY ALTO
				REN-IF-14	Tubería y accesorios entre el casino y la red principal	2	5	2	3	5	25	MUY ALTO
				REN-IF-15	Tubería y accesorios entre el campamento y la red principal	2	5	2	3	5	25	MUY ALTO
				REN-IF-16	Tubería y accesorios red principal a PTAR	2	5	2	3	5	25	MUY ALTO
				REN-IF-17	Tubería y accesorios PTAR a Estructura de Descarga	2	5	2	3	5	25	MUY ALTO
				REN-IF-18	Estructura de Descarga	1	1	2	2	2	10	MEDIO
		Remoción en masa por precipitaciones por encima del promedio anual	5	REN-RM-19	PTAR S 25.000	4	5	5	4	5	25	MUY ALTO
				REN-RM-20	Tubería y accesorios entre el casino y la red principal	3	5	2	2	5	25	MUY ALTO
				REN-RM-21	Tubería y accesorios entre el campamento y la red principal	3	5	2	2	5	25	MUY ALTO
				REN-RM-22	Tubería y accesorios red principal a PTAR	3	5	2	2	5	25	MUY ALTO
				REN-RM-23	Tubería y accesorios PTAR a Estructura de Descarga	4	5	2	2	5	25	MUY ALTO
				REN-RM-24	Estructura de Descarga	5	5	5	4	5	25	MUY ALTO
	ANTROPICAS	Alteración del orden público (bandalismo e incendios inducidos)	3	REN-AOP-25	PTAR S 25.000	4	5	3	4	5	15	ALTO
				REN-AOP-26	Tubería y accesorios entre el casino y la red principal	2	5	1	4	5	15	ALTO
				REN-AOP-27	Tubería y accesorios entre el campamento y la red principal	2	5	1	4	5	15	ALTO
				REN-AOP-28	Tubería y accesorios red principal a PTAR	2	5	1	4	5	15	ALTO
				REN-AOP-29	Tubería y accesorios PTAR a Estructura de Descarga	2	5	1	4	5	15	ALTO
				REN-AOP-30	Estructura de Descarga	1	5	1	4	5	15	ALTO

Anexo 6 Resumen matriz de análisis del riesgo Escenario 2 - Sin medidas

RIESGOS						
Código	Amenaza	ELEMENTO EN RIESGO	PROBABILIDAD	VULNERABILIDAD	RIESGO	CALIFICACIÓN
REN-SAI-01	Sismos de Alta Intensidad	PTAR S 25.000	1	5.0	5	BAJO-MEDIO
REN-SAI-02		Tubería y accesorios entre el casino y la red principal	1	5.0	5	BAJO-MEDIO
REN-SAI-03		Tubería y accesorios entre el campamento y la red principal	1	5.0	5	BAJO-MEDIO
REN-SAI-04		Tubería y accesorios red principal a PTAR	1	5.0	5	BAJO-MEDIO
REN-SAI-05		Tubería y accesorios PTAR a Estructura de Descarga	1	5.0	5	BAJO-MEDIO
REN-SAI-06		Estructura de Descarga	1	5.0	5	BAJO-MEDIO
REN-I-07	Inundación	PTAR S 25.000	1	5.0	5	BAJO-MEDIO
REN-I-08		Tubería y accesorios entre el casino y la red principal	1	5.0	5	BAJO-MEDIO
REN-I-09		Tubería y accesorios entre el campamento y la red principal	1	5.0	5	BAJO-MEDIO
REN-I-10		Tubería y accesorios red principal a PTAR	1	5.0	5	BAJO-MEDIO
REN-I-11		Tubería y accesorios PTAR a Estructura de Descarga	1	5.0	5	BAJO-MEDIO
REN-I-12		Estructura de Descarga	1	5.0	5	BAJO-MEDIO
REN-IF-13	Incendios Forestales	PTAR S 25.000	5	5.0	25	MUY ALTO
REN-IF-14		Tubería y accesorios entre el casino y la red principal	5	5.0	25	MUY ALTO
REN-IF-15		Tubería y accesorios entre el campamento y la red principal	5	5.0	25	MUY ALTO
REN-IF-16		Tubería y accesorios red principal a PTAR	5	5.0	25	MUY ALTO
REN-IF-17		Tubería y accesorios PTAR a Estructura de Descarga	5	5.0	25	MUY ALTO
REN-IF-18		Estructura de Descarga	5	2.0	10	MEDIO
REN-RM-19	Remoción en masa por precipitaciones por encima del promedio anual	PTAR S 25.000	5	5.0	25	MUY ALTO
REN-RM-20		Tubería y accesorios entre el casino y la red principal	5	5.0	25	MUY ALTO
REN-RM-21		Tubería y accesorios entre el campamento y la red principal	5	5.0	25	MUY ALTO
REN-RM-22		Tubería y accesorios red principal a PTAR	5	5.0	25	MUY ALTO
REN-RM-23		Tubería y accesorios PTAR a Estructura de Descarga	5	5.0	25	MUY ALTO
REN-RM-24		Estructura de Descarga	5	5.0	25	MUY ALTO
REN-AOP-25	Alteración de Orden Público (bandalismo e incendios inducidos)	PTAR S 25.000	3	5.0	15	ALTO
REN-AOP-26		Tubería y accesorios entre el casino y la red principal	3	5.0	15	ALTO
REN-AOP-27		Tubería y accesorios entre el campamento y la red principal	3	5.0	15	ALTO
REN-AOP-28		Tubería y accesorios red principal a PTAR	3	5.0	15	ALTO
REN-AOP-29		Tubería y accesorios PTAR a Estructura de Descarga	3	5.0	15	ALTO
REN-AOP-30		Estructura de Descarga	3	5.0	15	ALTO

Anexo 7 Matriz análisis del riesgo Escenario 2 - Con medidas

CAUSA RAÍZ	AMENAZAS		PROBABILIDAD (P)	ELEMENTOS EN RIESGO		VULNERABILIDAD					RIESGO (P x V)	CALIFICACIÓN RIESGO
						Vulnerabilidad Física	Vulnerabilidad Funcional	Seguridad Personal	Imagen Corporativa	Vulnerabilidad (V)		
						Afectación de las Estructuras del Sistema - Resistencia (AES)	Tiempo de Respuesta - Resiliencia (TR)					
RIESGOS EXTERNOS (Antrópicos - naturales)	NATURALES	Sismo de alta intensidad	1	REN-SAI-01	PTAR S 25.000	3	5	2	3	5	5	BAJO-MEDIO
				REN-SAI-02	Tubería y accesorios entre el casino y la red principal	3	5	3	2	5	5	BAJO-MEDIO
				REN-SAI-03	Tubería y accesorios entre el campamento y la red principal	3	5	1	2	5	5	BAJO-MEDIO
				REN-SAI-04	Tubería y accesorios red principal a PTAR	3	5	1	2	5	5	BAJO-MEDIO
				REN-SAI-05	Tubería y accesorios PTAR a Estructura de Descarga	3	5	1	2	5	5	BAJO-MEDIO
				REN-SAI-06	Estructura de Descarga	4	5	3	2	5	5	BAJO-MEDIO
		Inundación	1	REN-I-07	PTAR S 25.000	2	5	3	2	5	5	BAJO-MEDIO
				REN-I-08	Tubería y accesorios entre el casino y la red principal	2	5	1	2	5	5	BAJO-MEDIO
				REN-I-09	Tubería y accesorios entre el campamento y la red principal	2	5	1	2	5	5	BAJO-MEDIO
				REN-I-10	Tubería y accesorios red principal a PTAR	2	5	1	2	5	5	BAJO-MEDIO
				REN-I-11	Tubería y accesorios PTAR a Estructura de Descarga	2	5	1	2	5	5	BAJO-MEDIO
				REN-I-12	Estructura de Descarga	2	5	4	2	5	5	BAJO-MEDIO
		Incendios Forestales	3	REN-IF-13	PTAR S 25.000	4	2	3	2	4	12	MEDIO
				REN-IF-14	Tubería y accesorios entre el casino y la red principal	2	2	2	2	2	6	BAJO-MEDIO
				REN-IF-15	Tubería y accesorios entre el campamento y la red principal	2	2	2	2	2	6	BAJO-MEDIO
				REN-IF-16	Tubería y accesorios red principal a PTAR	2	2	2	2	2	6	BAJO-MEDIO
				REN-IF-17	Tubería y accesorios PTAR a Estructura de Descarga	2	2	2	2	2	6	BAJO-MEDIO
				REN-IF-18	Estructura de Descarga	2	2	2	2	2	6	BAJO-MEDIO
	Remoción en masa por precipitaciones por encima del promedio anual	3	REN-RM-19	PTAR S 25.000	2	3	2	2	3	9	MEDIO	
			REN-RM-20	Tubería y accesorios entre el casino y la red principal	2	3	2	2	3	9	MEDIO	
			REN-RM-21	Tubería y accesorios entre el campamento y la red principal	2	3	2	2	3	9	MEDIO	
			REN-RM-22	Tubería y accesorios red principal a PTAR	2	3	2	2	3	9	MEDIO	
			REN-RM-23	Tubería y accesorios PTAR a Estructura de Descarga	2	3	2	2	3	9	MEDIO	
			REN-RM-24	Estructura de Descarga	2	3	2	2	3	9	MEDIO	
	ANTROPICAS	Alteración del orden público (bandalismo e incendios inducidos)	1	REN-AOP-25	PTAR S 25.000	2	2	1	3	3	3	BAJO
				REN-AOP-26	Tubería y accesorios entre el casino y la red principal	2	2	1	3	3	3	BAJO
				REN-AOP-27	Tubería y accesorios entre el campamento y la red principal	2	2	1	3	3	3	BAJO
				REN-AOP-28	Tubería y accesorios red principal a PTAR	2	2	1	3	3	3	BAJO
				REN-AOP-29	Tubería y accesorios PTAR a Estructura de Descarga	2	2	1	3	3	3	BAJO
				REN-AOP-30	Estructura de Descarga	2	2	1	3	3	3	BAJO

Anexo 8 Resumen comparativo evaluación del riesgo Escenario 2 - Sin medidas y con medidas

CÓDIGO	RIESGOS ESCENARIO 2 SIN MEDIDAS				RIESGOS ESCENARIO 2 CON MEDIDAS			
	PROBABILIDAD SIN MEDIDAS	VULNERABILIDAD SIN MEDIDAS	RIESGO SIN MEDIDAS	CALIFICACIÓN	PROBABILIDAD CON MEDIDAS	VULNERABILIDAD CON MEDIDAS	RIESGO CON MEDIDAS	CALIFICACIÓN
REN-SAI-01	1	5.0	5.0	BAJO-MEDIO	1	5	5	BAJO-MEDIO
REN-SAI-02	1	5.0	5.0	BAJO-MEDIO	1	5	5	BAJO-MEDIO
REN-SAI-03	1	5.0	5.0	BAJO-MEDIO	1	5	5	BAJO-MEDIO
REN-SAI-04	1	5.0	5.0	BAJO-MEDIO	1	5	5	BAJO-MEDIO
REN-SAI-05	1	5.0	5.0	BAJO-MEDIO	1	5	5	BAJO-MEDIO
REN-SAI-06	1	5.0	5.0	BAJO-MEDIO	1	5	5	BAJO-MEDIO
REN-I-07	1	5.0	5.0	BAJO-MEDIO	1	5	5	BAJO-MEDIO
REN-I-08	1	5.0	5.0	BAJO-MEDIO	1	5	5	BAJO-MEDIO
REN-I-09	1	5.0	5.0	BAJO-MEDIO	1	5	5	BAJO-MEDIO
REN-I-10	1	5.0	5.0	BAJO-MEDIO	1	5	5	BAJO-MEDIO
REN-I-11	1	5.0	5.0	BAJO-MEDIO	1	5	5	BAJO-MEDIO
REN-I-12	1	5.0	5.0	BAJO-MEDIO	1	5	5	BAJO-MEDIO
REN-IF-13	5	5.0	25.0	MUY ALTO	3	4	12	MEDIO
REN-IF-14	5	5.0	25.0	MUY ALTO	3	2	6	BAJO-MEDIO
REN-IF-15	5	5.0	25.0	MUY ALTO	3	2	6	BAJO-MEDIO
REN-IF-16	5	5.0	25.0	MUY ALTO	3	2	6	BAJO-MEDIO
REN-IF-17	5	5.0	25.0	MUY ALTO	3	2	6	BAJO-MEDIO
REN-IF-18	5	2.0	10.0	MEDIO	3	2	6	BAJO-MEDIO
REN-RM-19	5	5.0	25.0	MUY ALTO	3	3	9	MEDIO
REN-RM-20	5	5.0	25.0	MUY ALTO	3	3	9	MEDIO
REN-RM-21	5	5.0	25.0	MUY ALTO	3	3	9	MEDIO
REN-RM-22	5	5.0	25.0	MUY ALTO	3	3	9	MEDIO
REN-RM-23	5	5.0	25.0	MUY ALTO	3	3	9	MEDIO
REN-RM-24	5	5.0	25.0	MUY ALTO	3	3	9	MEDIO
REN-AOP-25	3	5.0	15.0	ALTO	1	3	3	BAJO
REN-AOP-26	3	5.0	15.0	ALTO	1	3	3	BAJO
REN-AOP-27	3	5.0	15.0	ALTO	1	3	3	BAJO
REN-AOP-28	3	5.0	15.0	ALTO	1	3	3	BAJO
REN-AOP-29	3	5.0	15.0	ALTO	1	3	3	BAJO
REN-AOP-30	3	5.0	15.0	ALTO	1	3	3	BAJO