INGEOMASTER LTDA
Soluciones en Ingeniería

MODELACIÓN AMBIENTAL

CENTRO AGROPECUARIO Y DE BIOTECNOLOGÍA EL PORVENIR

MONTERÍA- CÓRDOBA

2022

ingeomaster@gmail.com
acoronad@gmail.com
(604) 789-0276 // 300-704-3478
Cra. 12 #55-60, casa 11- Conjunto Perpos
Montería - Córdoba - Colombia

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN 5
2. OBJETIVOS 6
2.1. Objetivo General 6
2.2. Objetivos Específicos 6
3. ALCANCE 7
4. LOCALIZACIÓN GEORREFERENCIADA DE PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD 8
4.1. Servicios que presta el Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir 10
5. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y PROCESOS ASOCIADOS AL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO 11
5.1. Descripción de Actividades que generan el Vertimiento. 11
5.2. Localización del Sistema de Gestión del Vertimiento 11
5.3. Componentes y Funcionamiento del Sistema de Gestión del Vertimiento 12
5.3.1. Trampa de grasas 13
5.3.2. Pozos de inspección 15
5.3.3. Planta de tratamiento de aguas residuales compuesta por: 16
5.3.4. Tanque séptico 16
5.3.5. Filtro Anaeróbico 18
5.3.6. Lecho de secado 19
6. CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LA FUENTE RECEPTORA 20
6.1. Descripción del modelo 25
6.2. Selección de modelo de calidad de agua Qual2K-W 26
6.3. Modelo conceptual 27
6.4. Características del modelo 29
6.4.1. Balance de flujo en la corriente 29
6.4.2. Balance de masa en la corriente 30
6.4.3. Balance térmico 31
6.4.4. Algoritmo genético implementado en el modelo Qual2KW 32
6.4.6. Información disponible 33
6.4.7. Secciones de estudio 34

6.5. Información meteorológica 34
6.7. Esquematización 35
6.8. Datos de entrada y salida 36
6.10. Parámetros y variables 38
Parámetro 40
Unidades 40
Caudal 40
m^3/s 40
Tiempo de viaje 40
Velocidad 40
m/s 40
Conductividad eléctrica 40
µS/cm 40
Profundidad 40
m 40
Temperatura 40
°C 40
Conductividad 40
Fisicoquímicos 40
Oxígeno Disuelto (OD) 40
mg/L O2 40
Demanda Bioquímica de Oxígeno 40
mg/L O2 40
Nitratos 40
Fosforo Inorgánico 40
6.11. Calibración del modelo 41
7. RESULTADOS 43
7.1. Velocidad y profundidad 43
7.2. Profundidad 44
7.3. Temperatura 44

7.4. Conductividad 45
7.5. Oxígeno Disuelto 46
7.6. Demanda Bioquímica de 49
7.7. Nitrato 49
7.8. Fosforo Inorgánico 49
9. ANEXOS 53

Lista de figuras

Gráfico 1. Modelación de parámetro Velocidad. Fuente: Elaboración equipo técnico 43
Gráfico 2. Modelación de parámetro Profundidad 44
Gráfico 3. Modelación de parámetro Temperatura 45
Gráfico 4. Modelación de parámetro Conductividad. Fuente: Elaboración equipo técnico 46
Gráfico 5. Modelación de parámetro Oxígeno Disuelto. Fuente: Elaboración equipo técnico 47
Gráfico 6. Modelación de parámetro Demanda Bioquímica de Oxígeno Rápida 48
Gráfico 7. Modelación de parámetro Nitratos 49
Gráfico 8. Modelación de parámetro Fósforo Inorgánico 50

1. INTRODUCCIÓN

El recurso hídrico es sumamente importante para el desarrollo sostenible de los países, alberga una gran diversidad de especies y contribuye potencialmente a múltiples actividades humanas, por lo que la gestión integral del recurso hídrico es indispensable para garantizar los servicios ecosistémicos que el agua nos brinda. Actualmente, muchas de las actividades antrópicas han generado una gran contaminación a los recursos naturales, deteriorándolos y afectando su calidad, lo que se resume como la reducción de los múltiples beneficios que los recursos pueden brindar (Correa, 2022)

De acuerdo con lo anterior, uno de los factores que mayormente afectan la calidad del agua son los vertimientos, tanto difusos como puntuales, de aguas residuales tratadas y no tratadas, los cuales son generados por diversas actividades humanas. En Colombia el sector doméstico aporta cerca del 80% de la carga total de sólidos suspendidos a los cuerpos de agua superficial (Rodríguez, 2020).

Con el fin de estudiar y analizar el comportamiento de los cuerpos de agua ante cualquier tipo de descarga de aguas residuales domésticas o no domésticas, se emplean los modelos de calidad de agua que consisten en relaciones matemáticas que posibilitan la comprensión y cuantificación de las relaciones causa-efecto de los procesos físicos, químicos y biológicos de los compuestos descargados en los cuerpos de agua receptores (Bracho et al., 2016).

Uno de los modelos matemáticas frecuentemente utilizados es El QUAL2K, este es un modelo de calidad de agua para ríos o corrientes de agua diseñado por la Environmental Protection Agency (EPA), básicamente realiza una modelación unidimensional en dirección del flujo de la corriente, en la modelación se incluye la simulación de parámetros como: conductividad, sólidos suspendidos totales, oxígeno disuelto, DBO (rápida y lenta), nitrógeno orgánico disuelto, nitrógeno amoniacal, nitratos, fósforo orgánico disuelto, fósforo inorgánico, fitoplancton, detritus, patógenos, alcalinidad, carbono orgánico total, algas de fondo, pH, temperatura y caudal (Bracho et al., 2016).

El río Sinú es receptor de aguas residuales, por lo que es indispensable conocer su estado para garantizar una buena calidad del recurso, es por ello que en el siguiente informe se evalúa la capacidad asimilativa que presenta el rio Sinú frente a las aguas residuales vertidas en el tramo el Centro Agropecuario y de Biotecnología el Porvenir- SENA, utilizando el modelo de simulación QUAL2K-W, para lo cual se tomaron muestras aguas arriba y aguas abajo del punto de vertimiento con el fin de conocer el estado de las propiedades fisicoquímicas y biológicas de las aguas del río y así poder determinar el grado de afectación o alteración.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Evaluar la capacidad de asimilación de los vertimientos puntuales del río Sinú, generados en el tramo del Centro Agropecuario y de Biotecnología el Porvenir- SENA mediante la implementación del modelo QUAL2K-W.

2.2. Objetivos Específicos

- Calibrar el modelo de calidad de agua en el tramo del río Sinú.
- Implementar un modelo de calidad del agua en el río Sinú, tramo del vertimiento puntual del Centro Agropecuario y de Biotecnología el Porvenir.
- Determinar el estado de cumplimiento de los rangos establecidos por los objetivos de calidad del tramo modelado para el río Sinú.

3. ALCANCE

Se pretende estimar la longitud de influencia de las concentraciones de un punto de vertimiento de aguas residuales domésticas tratadas provenientes del Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir- SENA a un tramo del río Sinú.

Este documento presenta los resultados de la modelación de calidad del agua del vertimiento, las actividades desarrolladas dentro de la elaboración del presente estudio son las siguientes:

- Recolección de información primaria (campañas de aforo y muestreo de agua) y de información secundaria.
- Descripción hidrológica de la fuente receptora a modelar
- Procesamiento de la información fisicoquímica y bacteriológica
- Selección del modelo de simulación a implementar
- Calibración del modelo
- Escenarios del vertimiento utilizando el modelo ya calibrado.

4. LOCALIZACIÓN GEORREFERENCIADA DE PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD

El Centro Agropecuario y de Biotecnología el Porvenir se encuentra ubicado en el Kilómetro 45 vía Tierralta, Corregimiento Santa Isabel, municipio de Montería, departamento de Córdoba. Además, cuenta con 106 Ha.

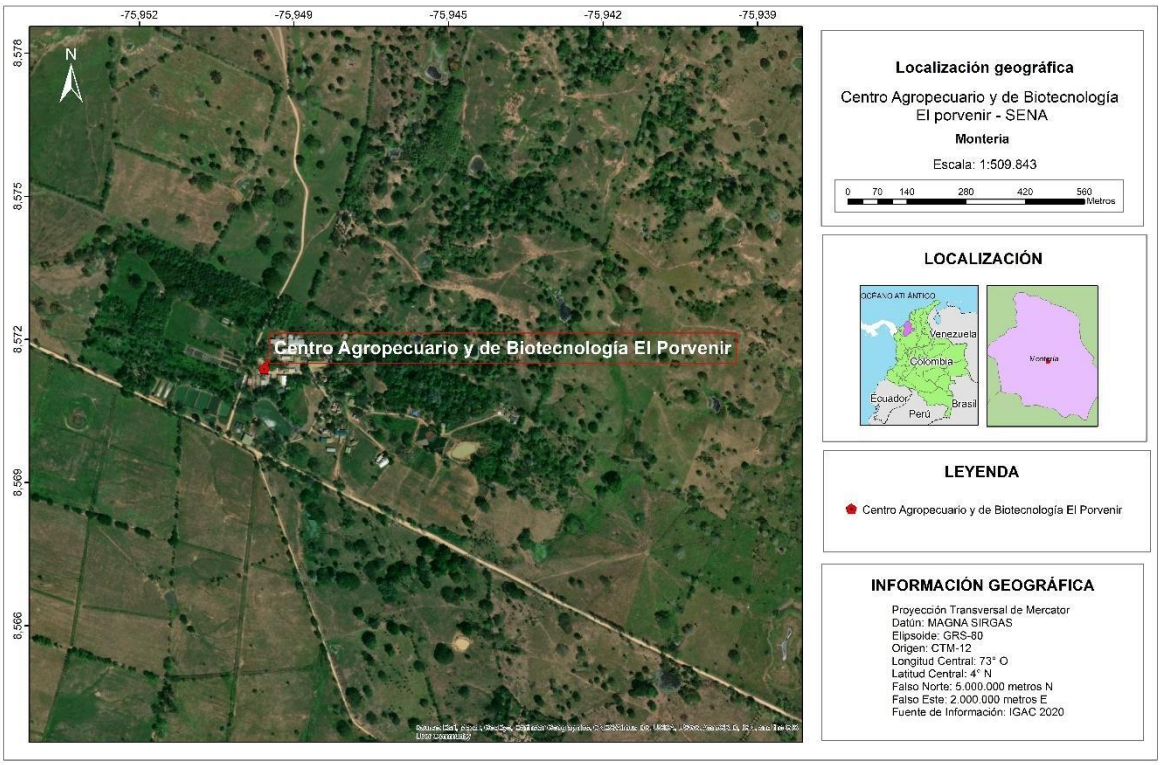


Ilustración 1. Localización del Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir.
Fuente: Elaboración Equipo Técnico

El Centro Agropecuario y Biotecnología el Porvenir se caracteriza por tener la siguiente distribución de áreas:

Tabla 1. Áreas que conforman el Centro Agropecuario y Biotecnología el Porvenir.

DEPENDENCIAS- SENA PORVENIR

AREA ADMINISTRATIVA	Oficina Coordinación Académica
	Oficina de Archivo
	Sala de Instructores
	Oficina de Almacén
	Oficina Punto de Venta
	Oficina de Subdirección
	Oficina de Contratación
	Oficina de Contabilidad
ÁREA DE FORMACIÓN	Laboratorio Piscícola
	Laboratorio de Fruver
	Laboratorio de Biotecnología
	Laboratorio de Cárnicos
	Compostera
	Ovicaprinos
	Porcicultura
	Establo
	Producción Agrícola
	Taller de Maquinaria Agrícola
	Sala de videoconferencia
	Ambiente TICS
	Biblioteca
	15 ambientes Bioclimáticos
	9 aulas abiertas (Kioscos)
	3 salones
ÁREA DE BIENESTAR	Oficina de bienestar al aprendiz Atención a los primeros auxilios
ÁREA RECREATIVA	Gimnasio
	Cancha de futbol

ÁREAS COMPLEMENTARIAS	Bodegas de almacenamiento
	Planta eléctrica
	Planta de agua potable y caseta de captación
	Planta de tratamiento de agua residual
	Centro de acopio de residuos
	Vigilancia
ÁREA COMEDOR	Casino
ÁREA DE DORMITORIO	Trabajadores oficinales
	Instructores
	Personal de cocina
	Estudiantes
ÁREA DE SANEAMIENTO	Baños
	Duchas
	Lavaderos

Fuente: Elaboración Equipo Técnico

4.1. Servicios que presta el Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir

El Centro Agropecuario y de Biotecnología el Porvenir, ofrece formación en las áreas que conforman las cadenas agropecuarias, agroalimentaria y en los siguientes modos y niveles de formación:

- **Formación reglada**

Incluye los niveles técnico profesional y tecnólogo.

- **Formación continúa**

A través de cursos, seminarios y talleres de actualización técnica y empresariales para talento humano.

- **Formación ocupacional**

A través de cursos y talleres específicos para cualificar el personal desempleado de acuerdo a las necesidades de los sectores productivos.

- **Desarrollo empresarial y asesoría a las empresas**

Son programas de capacitación y asesoría orientados a fortalecer la gestión y gerencia empresarial; también se orienta a fortalecer el emprendimiento empresarial a través de la asesoría y capacitación en incubación y creación de empresas.

5. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y PROCESOS ASOCIADOS AL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO.

5.1. Descripción de Actividades que generan el Vertimiento.

Las aguas residuales generadas en las instalaciones del Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir- SENA, son los residuos líquidos provenientes de las descargas de sanitarios, orinales, duchas, lavamanos, fregaderos de traperos y cocina.

Las instalaciones cuentan con un sistema de tratamiento para las aguas residuales domésticas, que consta de una trampa grasa, seguida de una unidad anaerobia tipo tanque séptico rectangular, filtro anaerobio y lecho de secado. El agua residual tratada es vertida al Río Sinú sobre las coordenadas 8°34´18,7” Norte y 75°55 '57,4”. Oeste.

Las aguas residuales generadas en las instalaciones del Centro Agropecuario son desechos líquidos provenientes de las necesidades fisiológicas de la población:

- Descargas de sanitarios y orinales.
- Descargas de duchas, lavamanos, lavaderos, pocetas lava- traperos y cocinas.

El caudal de la descarga expresada en litros por segundo es: Q diseño = 0.92593 L/S.

El tipo de flujo de la descarga indicando si es continuo o intermitente es: Se presentan los dos: Continúo en la jornada diaria 8:00 a.m. a 4:00 p.m., e intermitente en la jornada nocturna (actividades del internado).

5.2. Localización del Sistema de Gestión del Vertimiento

La planta de tratamiento de aguas residuales domésticas del Centro Agropecuario y de Biotecnología el Porvenir se ubica en las coordenadas 8°34 '18,7´" Norte y 75°55' 57,4" Oeste. En la siguiente ilustración se sitúa la PTAR, cuyo vertimiento está dirigido al Río Sinú.

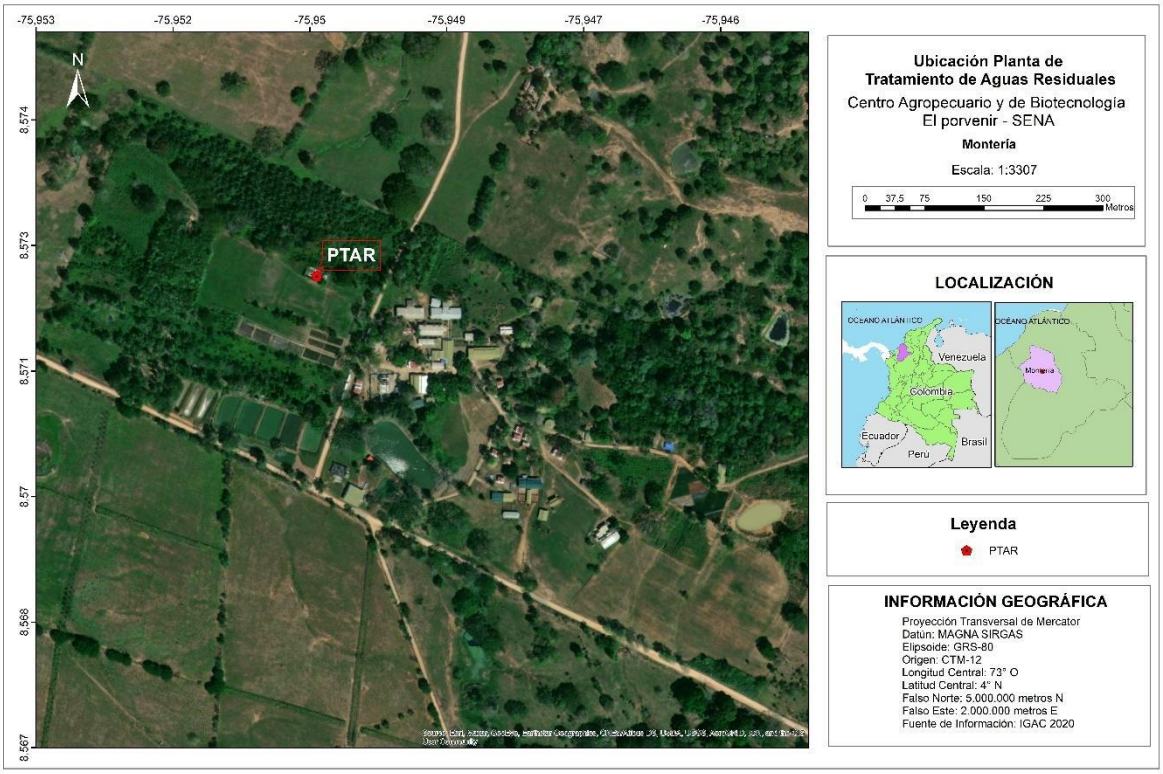


Ilustración 2. Ubicación de la PTAR. **Fuente:** Elaboración Equipo Técnico.

5.3. Componentes y Funcionamiento del Sistema de Gestión del Vertimiento

El proyecto consta de un sistema para el tratamiento de aguas residuales domésticas producto de todas las descargas de los diferentes aparatos sanitarios y demás aguas servidas producidas por la comunidad educativa para el Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir del municipio de Montería, departamento de Córdoba.

El tratamiento de aguas residuales domésticas del Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir, se fundamenta en un sistema anaerobio tipo tanque séptico de geometría

rectangular, siguiendo las recomendaciones del Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2000), procurando obtener un diseño optimo, técnico, y económico.

Cuenta con los siguientes componentes:

- Cajas de inspección
- Trampa de grasas
- Pozos de inspección
- Cámaras de inspección
- Redes de tubería sanitaria: Colectores y domiciliarias
- Planta de tratamiento de aguas residuales compuesta por: Tanque séptico, Filtro anaerobio y Lechos de secado.

Teniendo en cuenta la configuración del sistema de tratamiento se describen de manera general, los principales procesos unitarios y el funcionamiento del Sistema de Gestión del Vertimiento:

5.3.1. Trampa de grasas

Está diseñada para recibir las aguas provenientes de cocinas, lavaderos o de aguas con residuos grasos y jabones, dichas trampas de grasas son tanques pequeños construidos en concreto, se usa para evitar que las grasas lleguen al tanque séptico, al filtro anaerobio y por lo tanto causen daños al sistema.

Las trampas de grasa se ubican en lugares sombreados para mantener bajas temperaturas en su interior.

Tabla 2. Sistema de Trampa de grasas del sistema de tratamiento.

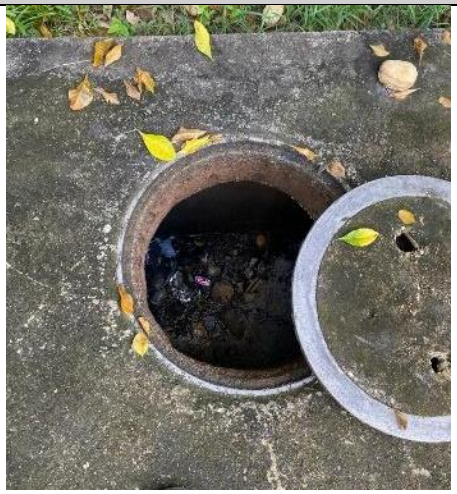
Trampa de grasas- Cocina	Ubicación (Coordenadas)

	N 8° 34’ 16.674” W 75° 56’ 56.211 (En funcionamiento)
Trampa de grasas – Cárnicos	**Ubicación (Coordenadas)**
	N 8° 34’ 14.879” W 75° 56’52.149” (Actualmente no se encuentra en funcionamiento debido a la inactividad en esta área).
Trampa de grasas - Fruver	**Ubicación (Coordenadas)**
	N 8° 34’09.470” W 75°56’49.790” (Actualmente no se encuentra en funcionamiento debido a la inactividad en esta área).

Fuente: Elaboración Equipo Técnico

5.3.2. Pozos de inspección

Tabla 3. Pozos de inspección de la PTAR del Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir.

Pozo 1	**Pozo 2**
	
Pozo 3	**Pozo 4**
	

Fuente: Elaboración Equipo Técnico

5.3.3. Planta de tratamiento de aguas residuales compuesta por:

Tabla 4. Entrada y salida de aguas residuales de la PTAR

Entrada aguas residuales a la PTAR	**Ubicación (Coordenadas)**
 	N 8° 34’ 20.112” W 75° 57’00.658”
Salida aguas residuales tratadas de la PTAR	**Ubicación (Coordenadas)**
	N 8° 34’ 20.433” W 75° 57’01.211”

5.3.4. Tanque séptico

Es un tanque rectangular y hermético en concreto reforzado con cuatro compartimientos: el primero es una cámara orgánica, el segundo es una cámara de aguas claras, el tercero de aguas en reposo, el cuarto es un filtro anaerobio de tipos ascendente en el cual se produce la filtración total del agua tratada.

El tanque séptico tiene como objetivo reciclar las aguas residuales domésticas para eliminar los sólidos sedimentables en uno a tres días.

El tanque séptico tiene en cada cámara un aro-tapa tipo pozo de alcantarillado para la inspección, el mantenimiento y limpieza del tanque. En las dos siguientes ilustraciones se presenta el tanque séptico construido en distintas vistas.

Tabla 5. Tanque séptico del sistema de tratamiento

Tanque séptico	Ubicación (Coordenadas)
	N 8°34’ 19.104” W 75° 56’58.514”

Fuente: Elaboración Equipo Técnico

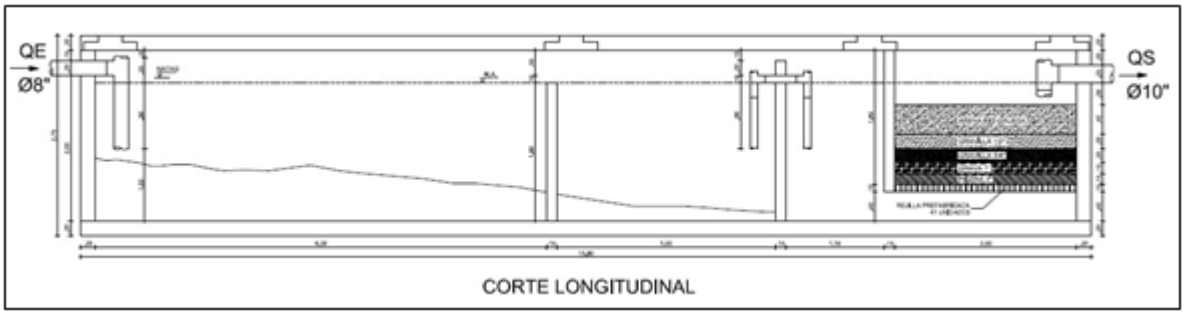


Figura 1. Tanque séptico corte longitudinal

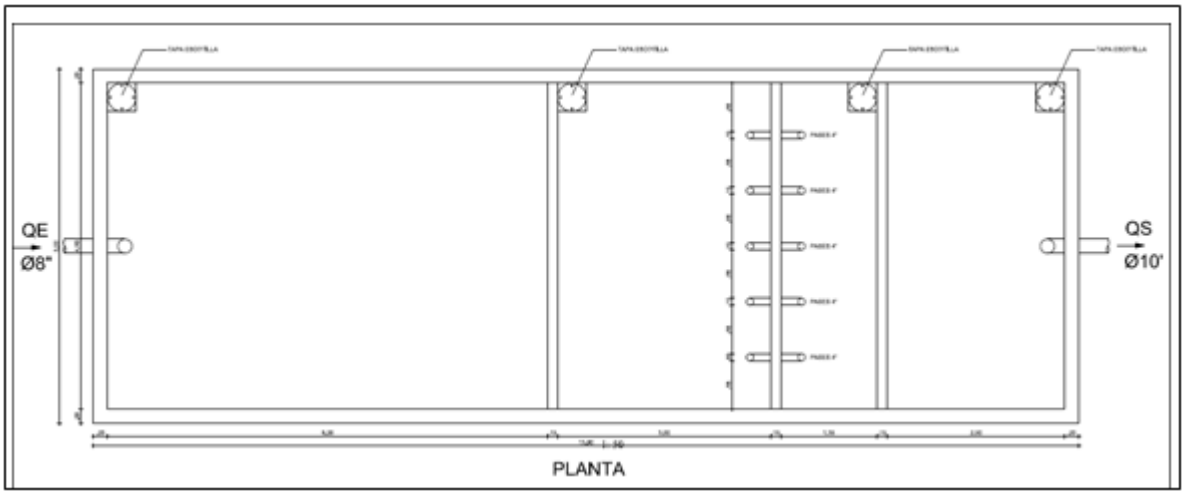
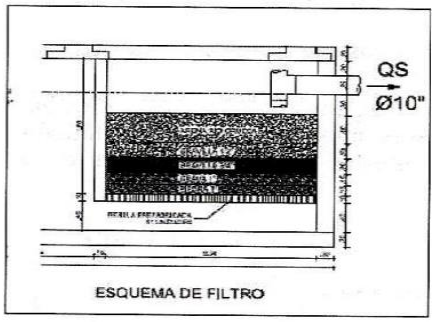


Figura 2.Tanque séptico vista planta

5.3.5. Filtro Anaeróbico

El filtro anaerobio es un compartimiento del mismo tanque séptico alimentado por debajo a través de una rejilla en concreto y sobre ésta el material granular de lavado durable, con las siguientes características: Piedra triturada angulosa o redonda (grava), sin finos de tamaño entre 4 cm y 7 cm, gravas de ¾ y ½ pulgadas y arena de rio limpia y gruesa (tamaño efectivo de 0,25 a 0,5 mm). El agua entra por el fondo del tanque, mediante un falso fondo y pasa por los orificios dejados por el material filtrante en flujo ascendente. Como se puede observar en la siguiente ilustración.

Filtro Anaerobio



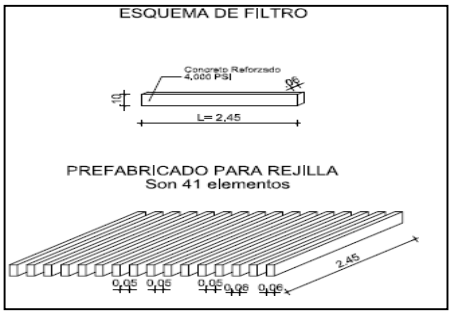


Figura 3. Filtro Anaerobio del sistema.

5.3.6. Lecho de secado

Corresponden a un proceso natural, en que el agua contenida intersticialmente entre las partículas de lodos es removida por evaporación y filtración a través del medio de drenaje de fondo. En este sistema no es necesario adicionar reactivos ni elementos mecánicos ya que está previsto un secado lento. El periodo de tiempo entre la entrada de los lodos y la recogida de sólidos en estado adecuado varía entre 20 y 75 días, según la naturaleza del lodo.

En cuanto a los aspectos ambientales más importantes en los lechos de secado, se puede decir que estos proporcionan como subproducto ambiental el biosólido, el cual es un lodo de textura gruesa, agrietada y de color negro o marrón oscuro, el cual puede ser utilizado en la recuperación de suelos degradados o en actividades agrícolas. En las tres siguientes ilustraciones se muestra el lecho de secado construido en distintas vistas.

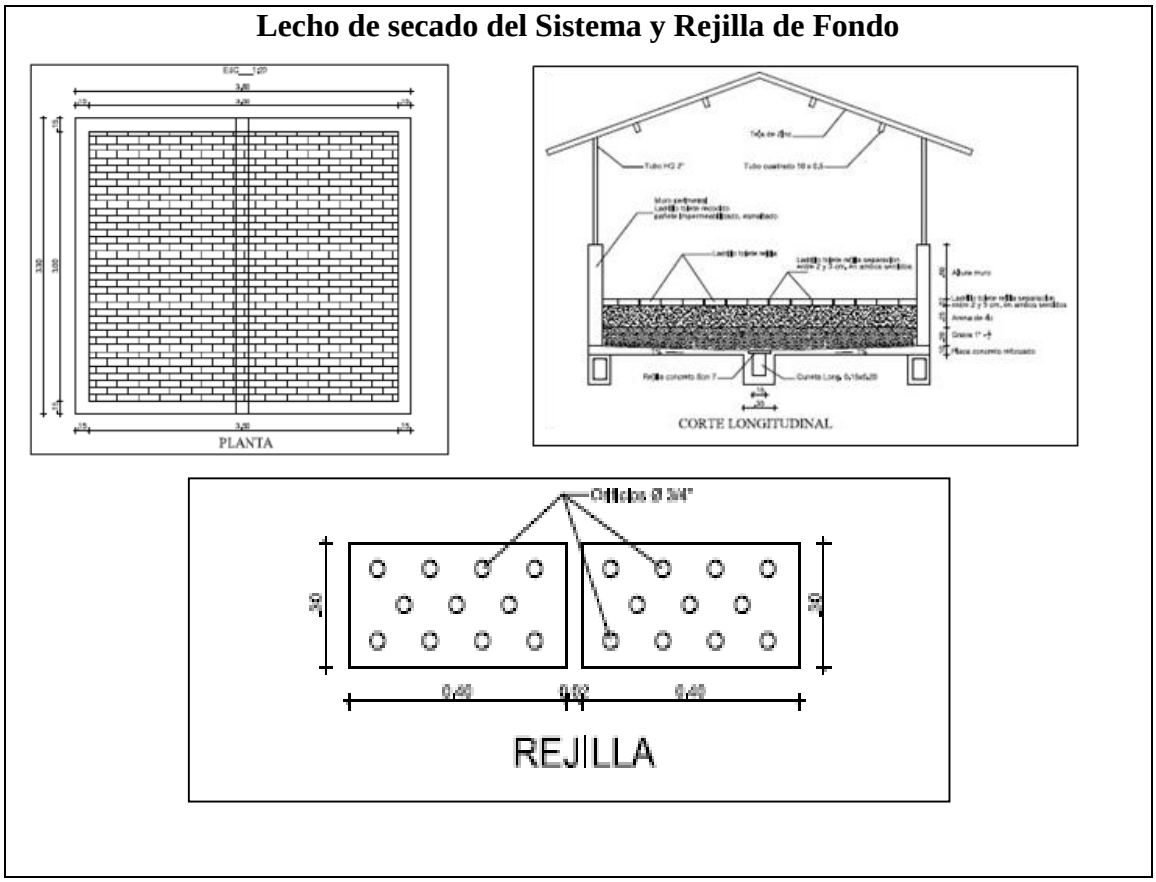


Figura 4. Lecho de secado y Rejilla de fondo.

6. CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LA FUENTE RECEPTORA

Para el análisis se tendrá en cuenta los valores correspondientes a la fuente receptora, correspondientes al Río Sinú sobre el cual vierte la PTAR del Centro agropecuario.

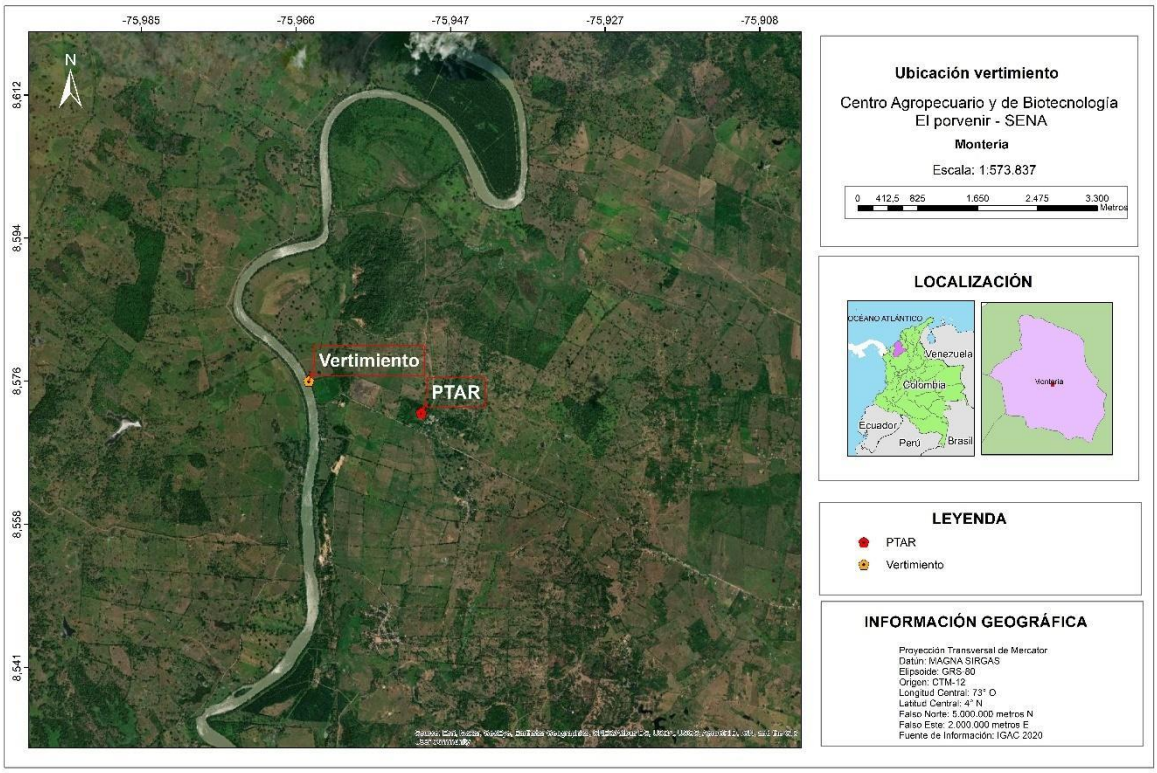


Figura 5. Localización del punto de vertimiento al río Sinú. Fuente: Elaboración Equipo Técnico.

El río Sinú se encuentra ubicado en la costa atlántica del noreste colombiano entre los 8 y 9 grados de latitud norte y los 75 grados de longitud oeste. El río Sinú es el afluente principal del departamento de Córdoba, Colombia. Tiene una longitud de 415 km y un caudal medio de 450 m^3 /s, la cuenca tiene un área alrededor de 13952 km^2; su extensión cubre 3 departamentos y varios municipios. Este afluente importante del caribe colombiano nace en el Nudo del Paramillo a una altura sobre el nivel del mar de alrededor de 3700 metros, y desemboca en el mar Caribe, en la zona del delta de Tinajones, donde el cauce principal se divide en tres bocas que reciben los nombres de Mireya, Medio y Corea (Torres et al., 2022). El trayecto del Sinú se puede dividir en tres subregiones en el departamento de Córdoba: Alto, Medio y Bajo Sinú.

El Alto Sinú cubre la zona montañosa en las faldas de la cordillera, donde el río se desplaza entre serranías accidentadas. De acuerdo a un estudio realizado por CVS (1998), desde su

origen hasta la represa de Urra, el río Sinú se considera en general una cuenca virgen poco contaminada por aguas residuales, pero a partir de allí las descargas de residuos provenientes de la ganadería, agricultura y otras actividades ejercen su acción contaminante (Acosta, 2013)

Ahora, se encuentra la zona del Medio Sinú, la cual se extiende desde los límites superiores de los municipios de Valencia y Tierralta hasta un poco más al norte, atravesando Montería, Cereté y San Pelayo. En este trayecto, el curso de este flujo hídrico comienza a adentrarse a la llanura, donde enfrenta temperaturas más altas que las del Alto Sinú. Aunque se distinguen algunas pequeñas colinas, esta zona es primordialmente llana, hecho que lo expone a mayores riesgos de inundación, especialmente la parte norte de esta subregión en los municipios de Cereté y San Pelayo (Acosta, 2013).

Por último, se encuentra el Bajo Sinú. Acorde con una investigación expedicionaria hecha por Raciny et al. (1998), el trayecto del río de Montería a Lorica (Transición del Medio al Bajo Sinú) constituye el área con mayores problemas. Se observa un sobrepoblamiento de las riberas, desechos agropecuarios, extracción de arenas, contaminación con basuras y potreros que limitan con la orilla del río, las cuales se suman al evidente deterioro de la vegetación (Acosta, 2013).

En este último tramo, el río atraviesa Cotorra, Lorica y el municipio costero San Bernardo del Viento, lugar donde encuentra su delta. Esta subregión se caracteriza por tener una zona de influencia del río Sinú y la ciénaga Grande de Lorica, que condicionan suelos drenados con propensión a la erosión, fertilidad moderada y topografía plana y semi ondulada. A través de esta zona, el río se vierte finalmente al mar caribe a la altura de Boca de Tinajones, a través de tres vertientes que se le denominan Mireya, Medio y Corea (Acosta, 2013).

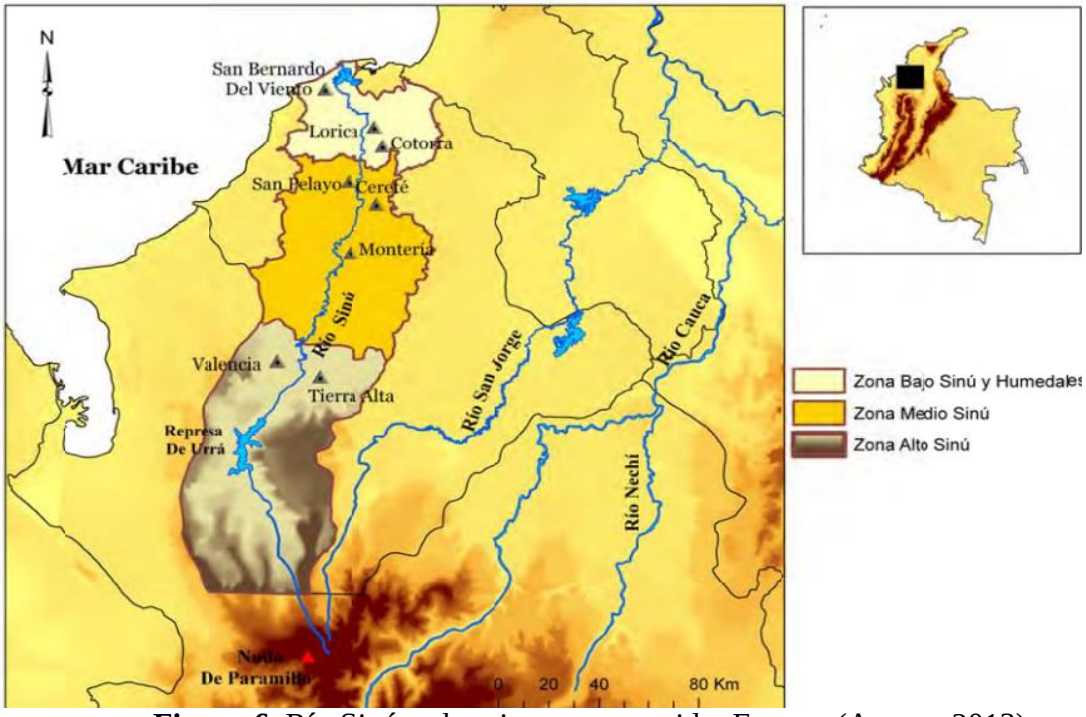


Figura 6. Río Sinú, subregiones y recorrido. Fuente: (Acosta, 2013)

Ahora bien, el Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir realizó monitoreo de los parámetros fisicoquímicos del cuerpo de agua receptor que corresponde al Río Sinú.

El día 23 de noviembre de 2022, se realizó el respectivo muestreo de los parámetros fisicoquímicos en un tramo del río Sinú. Dicho muestreo fue realizado por el laboratorio de Calidad de Agua de la Universidad Pontificia Bolivariana – UPB, de la ciudad de Montería, departamento de Córdoba. De los cuales se obtiene los siguientes resultados:

A 150 m antes del vertimiento:

Tabla 6. Resultados a 150 m antes del Vertimiento

PARÁMETRO	UNIDADES	METODO	FECHA DE ANÁLISIS	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
pH**	Unidades	SM 4500-H^+ B	2022-11-23	7,6	0,8
Temperatura**	°C	SM 2550 B	2022-11-23	27,0	1,3
Conductividad**	µS/cm	SM 2510 B	2022-11-23	114,10	1,14
ŧ DBO_5***	mg/L	SM 5210 B SM 4500 OG	2022-11-28	<2,50	0,90
Oxígeno Disuelto**	mg/L	SM 4500-O G	2022-11-23	6,6	1,3
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	SM 2540 D	2022-11-24	110,00	3,30
Ortofosfatos	mg/L	SM 4500-P E	2022-11-23	<0,05	$6*10^{-4}$
ŧ Nitrógeno Orgánico	mg/L	SM-4500-N_{org} C SM-4500-NH_3 D	—	—	—
Nitratos	mg/L	SM 4500-NO_3^- E	2022-11-25	0,16	0,02
Nitritos	mg/L	SM 4500-NO_2^- B	2022-11-23	<0,01	$6*10^{-5}$
Alcalinidad Total	mg/L	SM 2320 B	2022-11-25	41,8	4,2

Fuente: Tomado del informe de caracterización del Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir, realizado por el Laboratorio Calidad de Agua – Universidad Pontificie Bolivariana.

A 150 m después del vertimiento:

Tabla 7. Resultados a 150 m después del vertimiento

PARÁMETRO	UNIDADES	METODO	FECHA DE ANÁLISIS	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
pH**	Unidades	SM 4500-H^+ B	2022-11-23	8,0	0,8
Temperatura**	°C	SM 2550 B	2022-11-23	27,0	1,3
Conductividad**	µS/cm	SM 2510 B	2022-11-23	114,10	1,14
ŧ DBO_5***	mg/L	SM 5210 B SM 4500 OG	2022-11-28	<2,50	0,90
Oxígeno Disuelto**	mg/L	SM 4500-O G	2022-11-23	6,6	1,3
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	SM 2540 D	2022-11-24	123,00	3,69
Ortofosfatos	mg/L	SM 4500-P E	2022-11-23	<0,05	$6*10^{-4}$
ŧ Nitrógeno Orgánico	mg/L	SM-4500-N_{org} C SM-4500-NH_3 D	—	—	—
Nitratos	mg/L	SM 4500-NO_3^- E	2022-11-25	0,18	0,03
Nitritos	mg/L	SM 4500-NO_2^- B	2022-11-23	0,010	$1,6*10^{-3}$
Alcalinidad Total	mg/L	SM 2320 B	2022-11-25	42,8	4,3

Fuente: Tomado del informe de caracterización del Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir, realizado por el Laboratorio Calidad de Agua – Universidad Pontificie Bolivariana.

CARACTERIZACIÓN DE VERTIMIENTO - DESCARGA DE PTAR

El Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir monitorea de manera semestral los parámetros fisicoquímicos del cuerpo de agua receptor que corresponde al Río Sinú.

El día 23 de noviembre de 2022, se realizó el respectivo muestreo de los parámetros fisicoquímicos en el vertimiento de descarga de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. Dicho muestreo fue realizado por el laboratorio de Calidad de Agua de la universidad Pontificie Bolivariana – UPB, de la ciudad de Montería, departamento de Córdoba. De los cuales se obtiene los siguientes resultados:

Tabla 8. Resultados- salida del sistema

PARÁMETRO	UNIDADES	METODO	FECHA DE ANÁLISIS	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
pH**	Unidades	SM 4500-H^+ B	2022-11-23	7,2	0,7
Temperatura**	°C	SM 2550 B	2022-11-23	28,9	1,3
Conductividad**	µS/cm	SM 2510 B	2022-11-23	108,20	1,08
ŧ DBO_5***	mg/L	SM 5210 B SM 4500 OG	2022-11-28	178,31	64,19
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	SM 2540 D	2022-11-24	21,00	0,63
Ortofosfatos	mg/L	SM 4500-P E	2022-11-23	3,800	0,046
ŧ Nitrógeno Amoniacal	mg/L	SM 4500-NH_3 D	2022-11-29	57,0	5,7
Nitrógeno Total*	mg/L	—	—	—	—
Alcalinidad Total	mg/L	SM 2320 B	2022-11-25	339,2	33,9

Fuente: Tomado del informe de caracterización del Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir, realizado por el Laboratorio Calidad de Agua – Universidad Pontificie Bolivariana.

Comparación con la normativa aplicable:

Tabla 9. Resultados de laboratorio y Resolución 0631 de 2015. Art. 5 y 8

Punto de monitoreo	Unidades	Resultado-Salida	Resolución 0631 de 2015, Artículo 5 y 8	Cumplimiento
pH	Unidades	7,2	6,0 – 9,0	Cumple
Temperatura	(°C)	28,9	≤ 40	Cumple
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg/L	178,31	90,00	No cumple
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	21,0	90,00	Cumple
Ortofosfatos	mg/L	3,800	Análisis y Reporte	No Aplica
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	57,0	Análisis y Reporte	No Aplica

El parámetro Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), no cumple, pero aclarar que esto se puede deber al valor de incertidumbre el cual fue significativo, afectando el valor real.

6.1. Descripción del modelo

Un modelo de calidad de aguas es una herramienta que permite simular el estado actual y futuro de las condiciones físicas, química, microbiológicas e hidráulicas de un sistema hídrico, a través de este es posible representar escenarios del comportamiento de los diferentes parámetros, anticipando las variaciones que sufrirán frente a sustancias contaminantes vertidas en el cuerpo de agua.

El propósito principal de la modelación de calidad de agua en una fuente receptora es determinar el estado actual de la calidad del agua y cómo influirá el vertimiento de aguas residuales domésticas y no domésticas en el mismo.

Actualmente existen diversos modelos matemáticos, desarrollados con la finalidad de estudiar el comportamiento de un determinado contaminante o un grupo de estos a lo largo de una corriente natural (García Q., 2008).

El proceso general del modelamiento inicia con la identificación de las necesidades de la corriente a modelar y posteriormente la selección del modelo que depende de la disponibilidad de información con que se cuenta, el objetivo de la modelación y los procesos a modelar. Posteriormente se inician las etapas de aplicación, calibración y confirmación del modelo con lo que se puede realizar las predicciones de la calidad del agua.

6.2. Selección de modelo de calidad de agua Qual2K-W

El modelo de calidad del agua Qual2k-w es un modelo gratuito desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos por Chapra y Pelletier en el año 2003, que fue mejorado en el 2008. Es un modelo que tiene la capacidad de simular una corriente principal y tres corrientes secundarias, siendo posible el manejo de esta de manera independiente o de forma integrada, conforme a las necesidades del usuario (Chapra et.al., 2008).

El modelo de simulación QUAL2Kw incluye los siguientes aspectos:

I. Unidimensional en estado estacionario

II. Hidráulica en estado estacionario

III. Flujo constante es simulado

IV. Balance diario de calor simulado en función de la meteorología en una escala de tiempo diaria.

V. Cinética de la calidad de agua dinámica: Todas las variables de calidad del agua son simuladas de forma dinámica en una escala de momento diario. La entrada de masas, cargas puntuales, no puntuales y las abstracciones son simuladas.

Este modelo permite evaluar la capacidad asimilativa del agua residual de un sistema de corrientes mediante la simulación de varios constituyentes de calidad del agua en el sistema, utilizando una solución de diferencias finitas de las ecuaciones de advección, dispersión y de reacción.

El río se divide en tramos que a su vez se dividen en una sucesión de pequeños subtramos o elementos computacionales y para cada elemento se realiza un balance hidrológico en términos del caudal, un balance térmico en términos de la temperatura, y un balance de masa en términos de la concentración de cada constituyente. Los resultados finales se traducen en curvas que muestran la variación de los parámetros modelados a lo largo de la corriente (Castro, 2015).

Bajo este orden de ideas, el modelo Quak2K-W para este estudio satisface los principales objetivos a tener en cuenta.

6.3. Modelo conceptual

La presente construcción del modelo conceptual para la modelación de la calidad del agua parte de la guía para las etapas de modelación de las dinámicas del agua formulada por el IDEAM en el 2018 y los protocolos para la modelación de la calidad del agua desarrollado por el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (MADS).

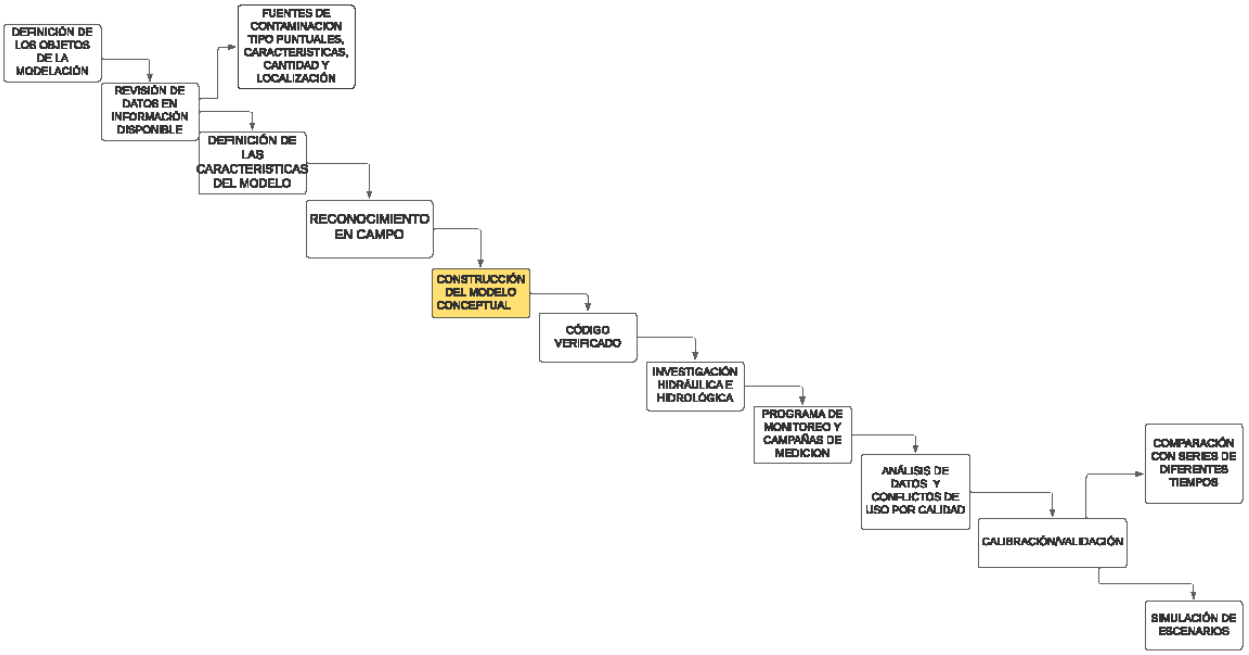


Figura 7. Etapas de modelación dinámica del agua.

- **Construcción del modelo conceptual:**

Se parte de los objetivos y la información disponible, teniendo como base y la guía del protocolo de modelación hidrológica e hidráulica (1) en conjunto con la guía nacional de modelación del recurso hídrico para aguas superficiales continentales (2), tomando como ejemplo los estudios realizados con estos mismos procesos de Amezquita en donde se implementa el modelo Qual2k para modelar la calidad del agua en el río Pamplonita (3). En donde primero se debe definir el área de estudio, condiciones límite, condiciones iniciales, procesos del fenómeno, flujos de información, datos e información requerida, etc. Es útil generar una representación esquemática de los componentes del sistema donde se incluyan entradas y salidas (Ver Anexo 1).

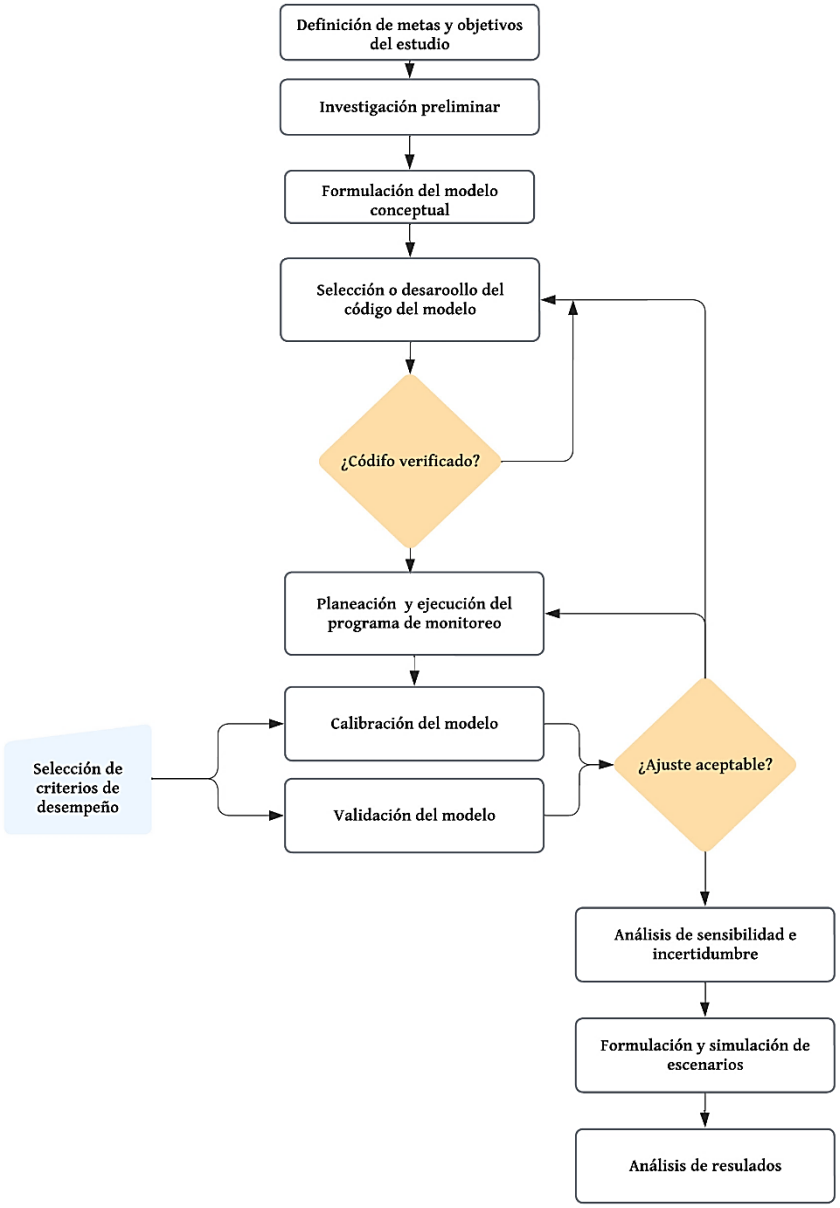


Figura 8. Protocolo para modelación de la calidad del agua

6.4. Características del modelo

6.4.1. Balance de flujo en la corriente

En el modelo QUAL2K el flujo en una corriente superficial se simula en estado estable o permanente (el caudal de las fronteras externas (cabecera) y las internas (tributarios y

captaciones) es constante en el tiempo) y no uniforme (el caudal es diferente en la trayectoria del río, en la medida que recibe el aporte de los tributarios). Al asumir un régimen de flujo en estado estable, se puede establecer un balance de caudales para un elemento computacional.

El modelo QUAL2Kw trabaja bajo régimen estacionario, o sea que el flujo entrante y saliente en cada uno de los elementos computacionales en análisis se mantiene constante a través del tiempo (Ecuación 1). El esquema del balance de flujo se puede ver en la Figura 3 (Chapra et.al., 2008).

$$Q_i = Q_{i-1} - Q_{ab,i}$$

Ecuación 1.

Q_i = Caudal de salida del elemento computacional
Q_{i-1} = Caudal de entrada del elemento computacional
$Q_{in,i}$ = Caudal de entrada neto lateral por fuentes puntuales y difusas
$Q_{ab,i}$ = Caudal de salidad neto lateral por fuentes puntuales y difusas

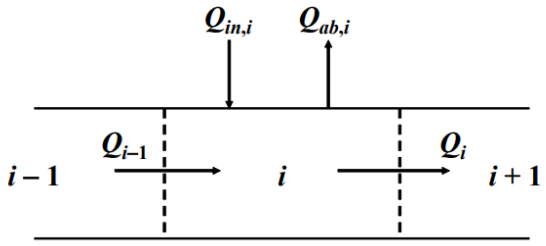


Figura 9. Balance de caudales en un elemento computacional

6.4.2. Balance de masa en la corriente

El modelo considera por cada constituyente (parámetro fisicoquímico o biológico) un balance general de masa en cada elemento computacional, el cual se describe en la figura 6 y mediante la ecuación 2, la cual involucra los efectos de advección, dispersión, dilución,

consumo o generación de constituyentes por reacciones químicas o bioquímicas y la generación o pérdida de nutrientes por fuentes externas o internas (descargas puntuales, captaciones, sedimentación, etc.)

$$\frac{dc_i}{dt} = \frac{Q_{i-1}}{V_i} c_{i-1} - \frac{Q_i}{V_i} c_i - \frac{Q_{ab,i}}{V_i} + \frac{E'_{i-1}}{V_i}(c_{i-1} - c_i) + \frac{E'_{i-1}}{V_i}(c_{i+1} - c_i) + \frac{W_i}{V_i} + S_i$$

Ecuación 2.

Donde:

$dc/dt =$ Cambio en el tiempo de la concentración del constituyente en el elemento i.

$E' =$ Variación en la concentración debido a la dispersión

$W_i =$ Es la carga extrema del constituyente en el elemento $i\left[g/d \text{ o } mg/d\right]$

$S_i =$ Entradas y salidas del constituyente debido a las reacciones y los mecanismos de transferencia $\left[g/m^3 \text{ o } mg/m^3/d\right]$

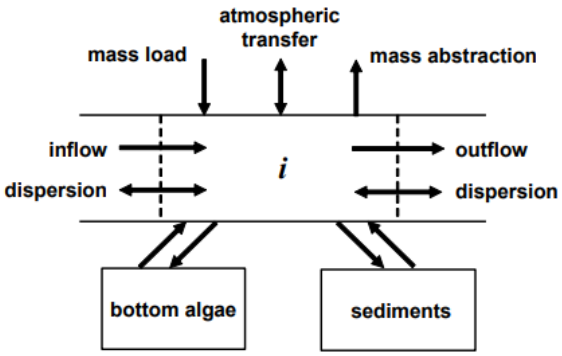


Figura 10. Esquema del balance de masa. Fuente. (Chapra et al., 2008)

6.4.3. Balance térmico

El balance de calor o de temperatura en cada uno de los elementos que conforman el sistema es función de la transferencia de calor de los elementos adyacentes, de la transferencia de calor entre los sedimentos, el agua y la atmósfera, de las entradas y salidas externas al sistema (Ecuación 3). El esquema del balance de temperatura se puede ver en la Figura 7 (Chapra et.al., 2008).

$$0 = \frac{Q_i - 1}{V_i} T_i - 1 - \frac{Q_i}{V_i} T_i - \frac{Q_{out,i}}{V_i} T_i + \frac{E'_{i-1}}{V_i}(T_{i-1} - T_i) + \frac{E'_i}{V_i}(T_{i+1} - T_i) + \frac{W_{h,i}}{\rho_w * C_{pw} * V_i}\left(\frac{m^3}{10^6 cm^3}\right) + \frac{J_{a,i}}{\rho_w * C_{pw} * H_i}\left(\frac{m}{100cm}\right) + \frac{J_{s,i}}{\rho w * C_{pw} * H_i}\left(\frac{m}{100cm}\right)$$

Ecuación 3.

En donde,

T_i: temperatura en el elemento i

E'_i: coeficiente de dispersión del volumen entre los elementos i e i+1

$W_{h,i}$: carga neta de calor de fuentes puntuales y no puntuales en el elemento i

ρ_w: densidad del agua

C_{pw}: Calor específico del agua

$J_{a,i}$: flujo de calor aire-agua

$J_{s,i}$: flujo de calor entre agua y sedimentos

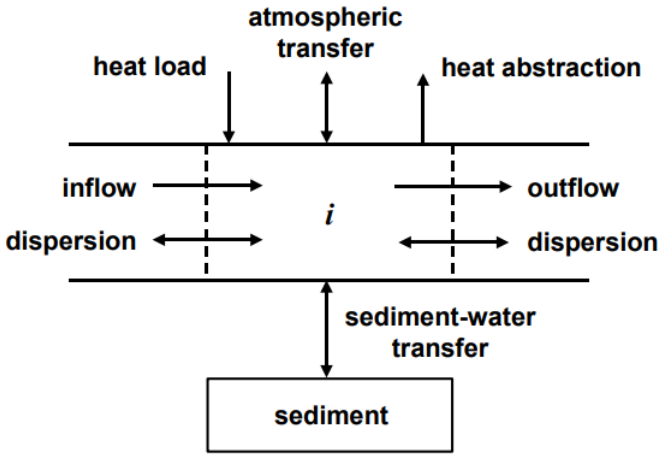


Figura 11. Esquema de balance térmico

6.4.4. Algoritmo genético implementado en el modelo Qual2KW

El modelo QUAL2KW realiza la calibración automática de los parámetros cinéticos mediante el AG-PIKAIA, determinando sus valores óptimos entre máximos y mínimos especificados para cada parámetro, buscando maximizar la bondad de ajuste con respecto a los datos de campo.

Dado que los AG emplean la representación y los operadores de variación independientes de cada problema, se consideran como métodos robustos que pueden aplicarse a gran variedad de casos sin tener que adoptar a cada problema particular (Vera, 2007).

6.4.5. Ecuaciones de Manning

La ecuación de Manning es el resultado del proceso de un ajuste de curvas, y por tanto es completamente empírica en su naturaleza. Debido a su simplicidad de forma y a los resultados satisfactorios que arroja para aplicaciones prácticas, la fórmula Manning se ha hecho la más usada de todas las fórmulas de flujo uniforme para cálculos de escurrimiento en canal abierto (León & Parra, 2018).

Para calcular entonces el coeficiente de rugosidad se dispone de tablas (como la publicada por el U.S Departament of Agriculture en 1955; Chow, 1959) y una serie de fotografías que muestran valores típicos del coeficiente para un determinado tipo de canal.

Ecuación:

$$Q = \frac{S_0^{1/2}}{n} \frac{A_c^{5/3}}{P^{2/3}}$$

$$A_c = [B_0 + 0.5(s_{s1} + s_{s2})H]H$$

$$P = B_0 + H\sqrt{s_{s1}^2 + 1} + H\sqrt{s_{s2}^2 + 1}$$

En donde,

Q: Caudal; Ac: Área Transversal; P: Perímetro Mojado; So: Pendiente Longitudinal, B1: Ancho Superficial; H: Tirante; Ss: Pendiente de talud

6.4.6. Información disponible

Para estudio se dispone de información de campañas de medición de diversos parámetros de calidad del agua, además, se contó con las lecturas limnimétricas y caudales en el río Sinú.

6.4.7. Secciones de estudio

El tramo evaluado del Río Sinú fue dividido en 24 con una longitud de 0,589 kilómetros.

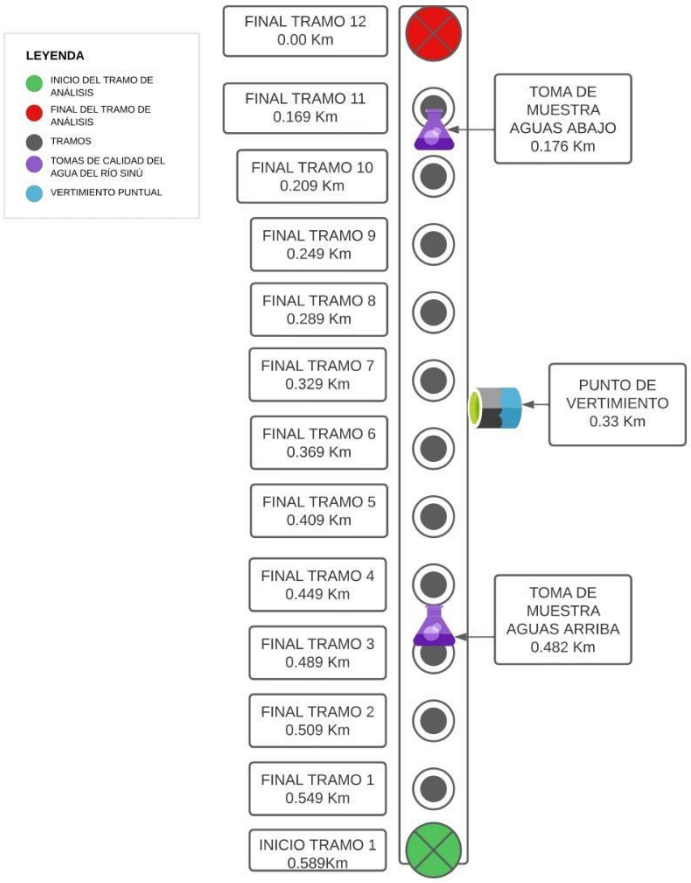


Figura 12. Segmentación. **Fuente:** Elaboración equipo técnico

6.5. Información meteorológica

La información meteorológica necesaria para la implementación del modelo consiste en datos de temperatura, temperatura de punto de rocío, velocidad del viento, nubosidad, sombra en el río producida por la topografía o vegetación y radiación solar (Chapra & Pelletier, 2008). Estos datos y la temperatura del agua del río permiten realizar el balance de energía térmica para el cálculo de la temperatura del agua como se mencionó anteriormente.

El promedio de temperatura del área de estudio es de 27.8ºC, con una temperatura máxima media de las 12:00 que oscila entre 32 y 34ºC, mientras que en la madrugada la temperatura mínima está entre 22 y 23 ºC; además, la humedad relativa del aire durante el año oscila entre 76 y 82 %. De esta manera, para la implementación del modelo fueron anexados datos de

temperatura del aire y temperatura al punto de rocío con valores cercanos a los 25°C; velocidad del viento alrededor de los 0.2 m/s extraída de la plataforma Dhime del Ideam. En cuanto la cobertura de nubes, estas variables son usadas como parámetros para la calibración, las cuales permiten ajustar la temperatura a simular versus la temperatura media, por tanto, inicialmente se utilizan valores de 50% de cobertura para nubosidad y 0% de coberturas por sombras.

6.6. Alcances y limitaciones

Los modelos de calidad del agua son herramientas útiles para la gestión de recursos, pero la aplicación de modelos básicos puede no ser completamente satisfactoria cuando los datos disponibles son limitados. Este tipo de modelo requiere información detallada como datos de entrada, emisiones contaminantes y sus respectivas concentraciones. Este proyecto utilizó datos primarios y secundarios sobre cargas contaminantes de concesiones, documentos técnicos, evaluaciones de impacto ambiental y literatura secundaria; sin embargo, este documento puede no incluir a todos los usuarios con descarga oportuna a ríos o afluentes cuyo usuario exceda las normas municipales.

6.7. Esquematización

En este paso se realizará un esquema donde se definen entradas, salidas y características del sistema a modelar, se pretende ubicar los elementos que afectan la calidad del agua.

Se contemplan siguientes aspectos:

Se realiza una segmentación del sistema donde se ramifique el cuerpo de agua de acuerdo con los sitios donde se den las principales transformaciones de calidad del agua.

Procesos y variables para simular: En este paso se eligen las variables físicas, químicas, microbiológicas e hidrobiológicas que serán incluidas en el modelo. Esta selección se realiza en base a los procesos dominantes identificados en el sistema o problemas de contaminación existentes.

La Condición climática y estacional para simular: La capacidad de asimilación y eliminación de contaminantes está influenciada por la magnitud del vertimiento y el volumen de agua presente en el cuerpo receptor, esta capacidad de asimilación está determinada por las condiciones hidrológicas del cuerpo. Como resultado, es fundamental comprender los patrones de flujo, las características del transporte y las condiciones de calidad del agua. Estas fluctuaciones están fuertemente influenciadas por las variaciones estacionales y las precipitaciones en el área.

Caudales: Los caudales se obtendrán por el método de transposición de caudales usando la estación limnimétrica más próxima ubicadas aguas arriba.

Datos hidrológicos: Se llevarán a cabo campañas topobatimétricas en los tramos seleccionados en donde la morfometría del río se convertirá a secciones trapezoidales, para este modelo se requiere llegar a secciones trapezoidales simples y equivalentes a las reales. Usando los datos batimétricos o la sección usualmente levantada en un aforo que puedan ser útiles para convertir las mediciones en datos de entrada al modelo.

Las condiciones e información de calidad de agua necesarias para la elaboración de la calibración del modelo se obtendrán de las campañas de monitoreo desarrolladas por la presente consultoría. La esquematización de la línea metodológica a implementar para modelar la calidad del agua en el Río Sinú está presente en el anexo 1.

6.8. Datos de entrada y salida

El modelo QUAL2Kw se ejecuta en ambiente Windows mediante el lenguaje Visual Basic. La interfaz gráfica funciona bajo el software Excel, lo que hace el modelo muy amigable y de fácil uso. El libro de Excel contiene varias hojas de trabajo en las cuales se ingresan los diferentes datos de entrada del modelo y desde donde éste es ejecutado.

Además, cada hoja de trabajo tiene un nombre que identifica el tipo de información que contiene y que puede resumirse de la siguiente forma: parámetros fisicoquímicos y microbiológicos tomados en campo en las campañas de monitoreo, descripción de los tramos

del río, constantes hidráulicas, los valores de las constantes cinéticas de calibración del modelo, condiciones meteorológicas (temperatura del aire, temperatura del punto de rocío, velocidad del viento, nubosidad y sombra), y la información fisicoquímica correspondiente a fuentes puntuales y difusas como tributarios, captaciones y vertimientos (Castro, 2015)

Además, para implementar el modelo de calidad del agua QUAL2Kw es fundamental contar con datos históricos o recientes de campañas de monitoreo de calidad del agua en estaciones ubicadas sobre la corriente que se requiere modelar, de tal forma que sea posible realizar la calibración y confirmación de las constantes cinéticas que mejor representan las características de la corriente. Para el modelo, las fronteras externas corresponden a las estaciones de monitoreo ubicadas aguas arriba y aguas abajo del tramo de estudio.

Según Castro, (2015), El QUAL2Kw permite modelar los siguientes parámetros fisicoquímicos y microbiológicos: Conductividad, sólidos suspendidos inorgánicos, oxígeno disuelto, DBO rápida, DBO lenta, nitrógeno orgánico disuelto, El QUAL2Kw permite modelar los siguientes parámetros fisicoquímicos y microbiológicos: Conductividad, sólidos suspendidos inorgánicos, oxígeno disuelto, DBO rápida, DBO lenta, nitrógeno orgánico disuelto.

6.8.1. Punto de vertimiento

Las cargas puntuales corresponden a los vertidos de aguas residuales o industriales y a los ríos o arroyos afluentes que descargan en la corriente en estudio. Esta información implica la abscisa del lugar o kilómetro, medido desde la cabecera, donde se produce el vertido o la captación de agua, y las características de calidad y cantidad del agua. En el modelo, estos valores se introducen en la hoja de cálculo y se denominan "Point Sources", como se muestra en la tabla 6.

Tabla 10. Información del vertimiento

	Headwater	Headwater	Location	Point	
				Abstraction	Inflow
Name	ID*	Name	km	m3/s	m3/s
VERTIMIENTO SENA	1	Mainstem headwater	0,33	0,0000	0,0009

6.9. Datos hidráulicos

En el caso del río Sinú, el componente hidráulico se trabajó con las ecuaciones de Manning en cada tramo para las diferentes secciones transversales de aforo, los datos hidráulicos empleados se muestran en la tabla 7.

Tabla 11. Datos hidráulicos utilizados para desarrollar el modelo.

Headwater Name	Flow*	Elevation	Weir			
	Rate		Height	Width	adam	bdam
	(m^3/s)	(m)	(m)	(m)		
Mainstem headwater	706,650	24,340			1,2500	0,9000

Manning Formula				
Channel	Manning	Bot Width	Side	Side
Slope	n	m	Slope	Slope
0,0008	0,0400	115,71	0,00	0,00

6.10. Parámetros y variables

Es necesario introducir las condiciones del río en la cabecera del tramo en estudio durante el proceso de modelación. Adicionalmente se requiere especificar las cargas puntuales que son introducidas o extraídas del cauce. Las cargas puntuales corresponden a los vertimientos de aguas residuales y a los tributarios que descargan de manera puntual al río. Esta información

involucra el kilómetro donde ocurre el vertimiento, al igual que las características de calidad y cantidad de agua. Los análisis de laboratorio de los parámetros fisicoquímicos requeridos para realizar la modelación de la calidad del agua mediante el modelo QUAL2K, fueron realizados por el Laboratorio de Calidad de Aguas de la Universidad Pontificia Bolivariana, Montería, departamento de Córdoba.

A continuación, se relacionan los parámetros de los objetivos de calidad y parámetros del punto de Vertimiento:

En la tabla 8 se observan los objetivos de calidad para el río Sinú con base en la Resolución 2-6969 del 20 de enero de 2020 expedida por la Corporación Autónoma de los Valles del Sinú y San Jorge.

Tabla 12. Parámetros de Objetivos de calidad río Sinú

PARÁMETRO		**TRAMO**	**META**		
			2 años	5 años	10 años
Oxígeno Disuelto	mg O_2/L	Todo el río	≥ 4,5	≥5	≥6
Temperatura	°C	Todo el río	< 35	< 35	< 35
DBO_5	mg O_2/L	Todo el río	< 5	< 5	< 5
DQO	mg O_2/L	Todo el río	< 30	< 25	< 5
pH	U pH	Todo el río	6,5 - 8	6,5 - 8	6,5 - 8
SST	mg/L	Todo el río	≤90	≤90	≤90
SDT	mg/L	Nacimiento- Montería	≤90	≤90	≤90
		Montería-Lorica	≤75	≤75	≤75
		Lorica-Desembocadura	≤90	≤90	≤90
Grasas y Aceites			Ausentes	Ausentes	Ausentes

Coliformes Totales	NMP/100 ml		< 5000	< 5000	< 5000
Coliformes Fecales	NMP/100 ml		< 1000	< 1000	< 1000

Tabla 13. Parámetros para modelar en el modelo Qual2k sobre el río Sinú

Parámetro	**Unidades**
Caudal	m^3/s
Tiempo de viaje	
Velocidad	m/s
Conductividad eléctrica	µS/cm
Profundidad	m
Temperatura	°C
Conductividad	
Fisicoquímicos	
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L O2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L O2
Nitratos	
Fosforo Inorgánico	

Fuente: Elaboración equipo técnico

Tabla 14. Parámetros caracterización del Vertimiento

PARÁMETROS PUNTO DE VERTIMIENTO
Caudal
Temperatura
Conductividad
Oxígeno Disuelto

Sólidos sedimentables
Sólidos Suspendidos Totales (SST)
Demanda Química de Oxígeno (DQO)
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO_5)
pH
Grasas y Aceites
Detergentes (SAAM)
Fósforo Total
Ortofosfatos
Nitrógeno Total
Nitrógeno Amoniacal
Nitratos
Nitritos
Hidrocarburos totales
Metales Pesados

6.11. Calibración del modelo

Para realizar la calibración y verificación de un modelo de simulación, es necesario disponer de un conjunto de datos en sus fronteras, que permita realizar las simulaciones hasta reproducir con exactitud las series de datos observadas en el campo en las diferentes estaciones ajustando los parámetros físicos del modelo. Por ello, la toma de datos de la corriente es fundamental ya que todos los resultados reproducidos por el modelo se basan en los datos de entrada y de fronteras. Para realizar la calibración y verificación del modelo Q2K del río Sinú, el equipo técnico construyó una base de datos con la información registrada en las campañas de monitoreo realizadas durante el año 2021.

Con la información anterior, los datos de calidad encontrados en todas las fases fueron clasificados según el nivel de caudal y utilizados en el modelo para afinar la matriz de datos del modelo generado. Así, se obtuvo un modelo desarrollado con el monitoreo clasificado como de bajo nivel y reforzado con la información levantada en campo, que mostró mejores ajustes de las curvas de oxígeno, DBO y otros parámetros de calidad.

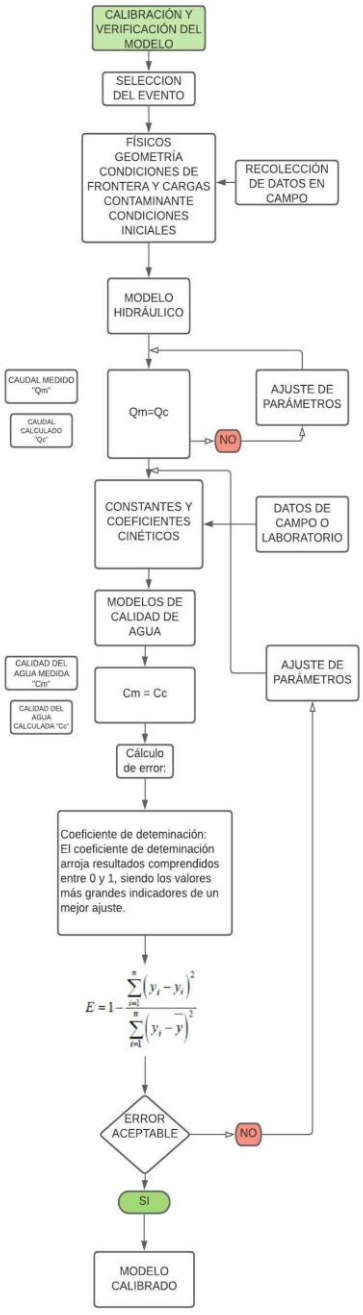


Figura 13. Calibración y verificación del modelo Qual2k. Adaptado del agua: evaluación y diagnóstico de la calidad del agua en el Río Sinú

Fuente: Elaboración Equipo Técnico

7. RESULTADOS

7.1. Velocidad y profundidad

La velocidad, el volumen (o profundidad) del agua y los coeficientes de dispersión/difusión juegan un papel importante en el tiempo que residen y la forma como se transportan, mueven y mezclan las sustancias o compuestos que modifican la calidad del agua. El objetivo de la modelación hidráulica o hidrodinámica es generar curvas que relacionen la velocidad y la profundidad promedio (a nivel de sección transversal) con el flujo en la cuenca analizada. El efecto de estas curvas es que cuando se conoce el flujo de un cuerpo de agua en un día de monitoreo dado, se puede crear un programa de tiempo de viaje apropiado.

Las velocidades en todo tramo de estudio varían entre los valores de 0.98 y 1.63 m/s siendo estos los valores mínimo y máximo respectivamente. De igual manera, las variaciones que se presentan en la profundidad del cauce a lo largo del tramo no superan los 5 metros, teniendo un valor máximo de 4.89 m, dato que se ajusta al kilómetro del río donde se presentan las menores velocidades mencionadas anteriormente.

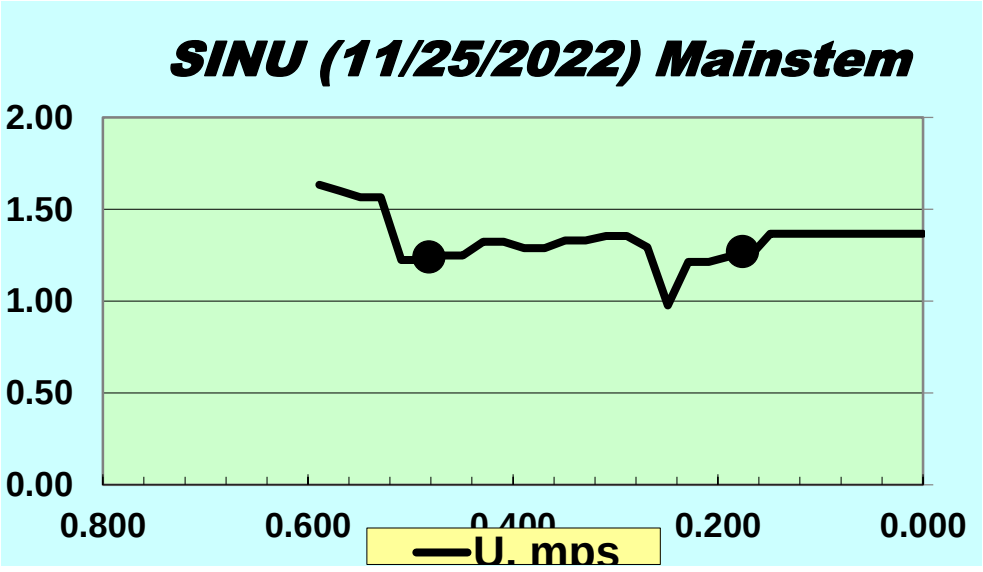


Gráfico 1. Modelación de parámetro Velocidad.

Fuente: Elaboración equipo técnico

7.2. Profundidad

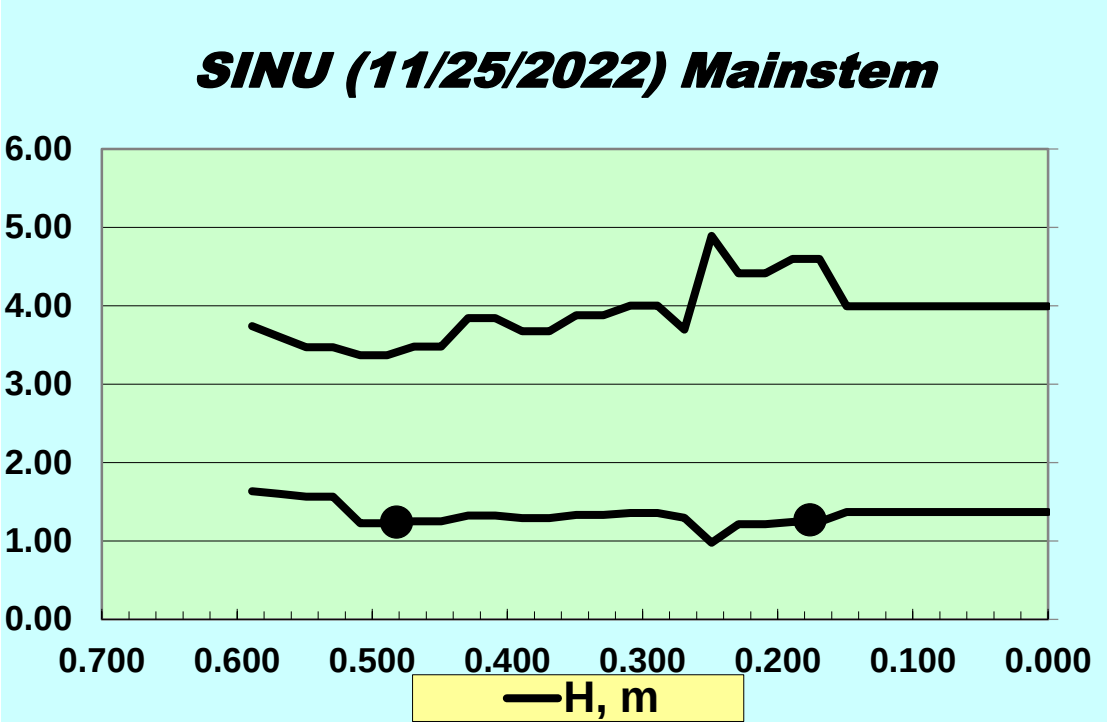


Gráfico 2. Modelación de parámetro Profundidad

Fuente: Elaboración equipo técnico

7.3. Temperatura

Los cambios de temperatura pueden ser críticos para los organismos acuáticos, la temperatura influye en otras reacciones bioquímicas en el agua. La tasa de absorción de oxígeno por parte de las bacterias puede aumentar en un 100% cuando la temperatura del agua se incrementa en unos 10 °C. Algunos componentes del agua también pueden cambiar bajo la influencia de la temperatura, como el oxígeno disuelto (EPA, 2001).

Dentro de los objetivos de calidad Río Sinú para el período 2020 – 2029, la temperatura del agua deseada debe ser inferior a 35 grados. Los valores se sitúan en 27 °C (Gráfico 5), con lo cual cumplen con las metas propuestas para este parámetro de calidad.

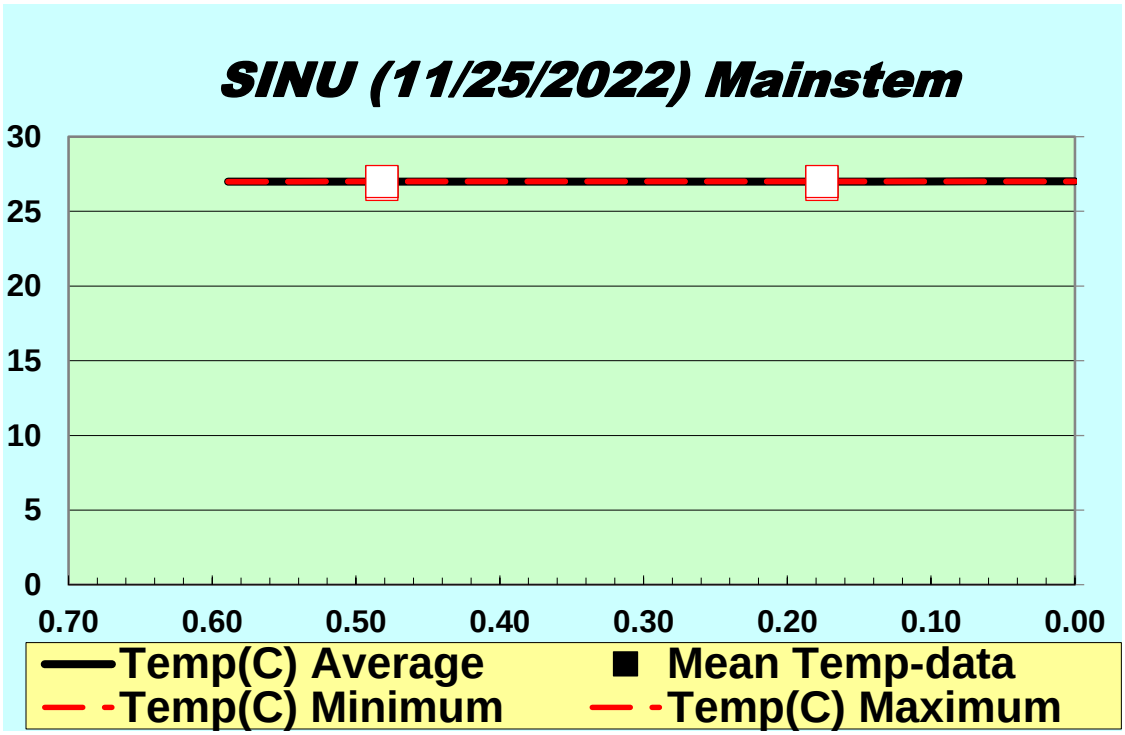


Gráfico 3. Modelación de parámetro Temperatura

7.4. Conductividad

La conductividad eléctrica como la capacidad que tiene el agua para conducir la corriente eléctrica a través de iones disueltos, tales como el sodio (Na+), calcio (Ca+2), potasio (K+), magnesio (Mg+2), el cloruro (Cl-), sulfato (SO4-2), carbonato, bicarbonato, entre otros, en cuerpos de agua superficiales como humedales se encuentra asociada al contenido de sales disueltas y sustancias químicas inorgánicas.

Este parámetro se asocia con la turbidez que puede presentarse en los cuerpos de agua, puesto que este es un indicador de solidos suspendidos (SST) y coloides, así, en presencia de SST también podrían encontrarse sólidos disueltos (SDT) como iones que se asocian a la conductividad. En los resultados se obtuvieron valores alrededor de los 114.1 µmho permaneciendo de manera constante durante todo el tramo del río.

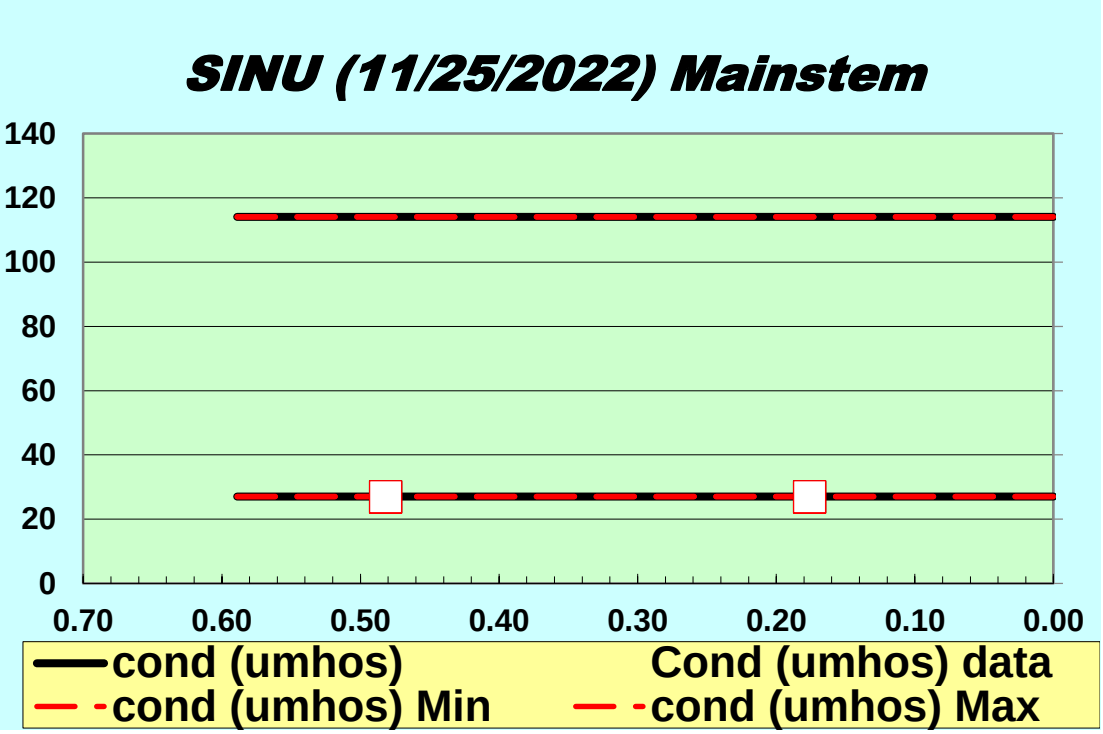


Gráfico 4. Modelación de parámetro Conductividad. **Fuente:** Elaboración equipo técnico

7.5. Oxígeno Disuelto

El oxígeno disuelto (OD) es la cantidad de oxígeno presente en el agua. Las masas de agua reciben oxígeno de la atmósfera y de las plantas acuáticas. Las masas lóticas, como los ríos, contienen más oxígeno disuelto que las lénticas, como los lagos. Este valor es esencial porque todos los animales acuáticos necesitan oxígeno disuelto para respirar. Los valores bajos de OD representan un exceso de materia orgánica en el agua porque, durante los procesos de descomposición, se consume el OD de esta. Esta descomposición se produce generalmente en el fondo de la columna de agua y afecta a los organismos que viven en los sedimentos. El OD es una medida importante de la calidad del agua como indicador directo de la capacidad de las masas de agua para mantener la vida acuática. Los valores inferiores a 3 mg/L son una bandera roja, mientras que los valores inferiores a 1 mg/L se consideran hipoxia (EPA, 2020).

El gráfico 7 muestra los valores de OD para los escenarios propuestos. Se puede observar que los valores de OD se mantienen constantes a lo largo de los tramos, que se considera el

escenario actual, en el segundo tramo disminuye levemente y se debe a que este escenario contempla el vertido actual de aguas residuales. Sin embargo, los valores de oxígeno disuelto para todos los tramos no se consideran preocupantes. Esto se debe a que, al ser un curso de agua en movimiento y con cambios de pendiente, tiene una aireación constante.

Los objetivos de calidad propuestos para el Río Sinú para el 2020-2029 de acuerdo con la Resolución 2-6969 del 20 de enero de 2020, indican valores mayores o iguales a 5 mgO/L. Bajo este escenario y de esta sección modelada, el Oxígeno disuelto es más significativo que 5 mgO/L, se mantiene un valor constante de 6,60 mgO/L a lo largo del cauce.

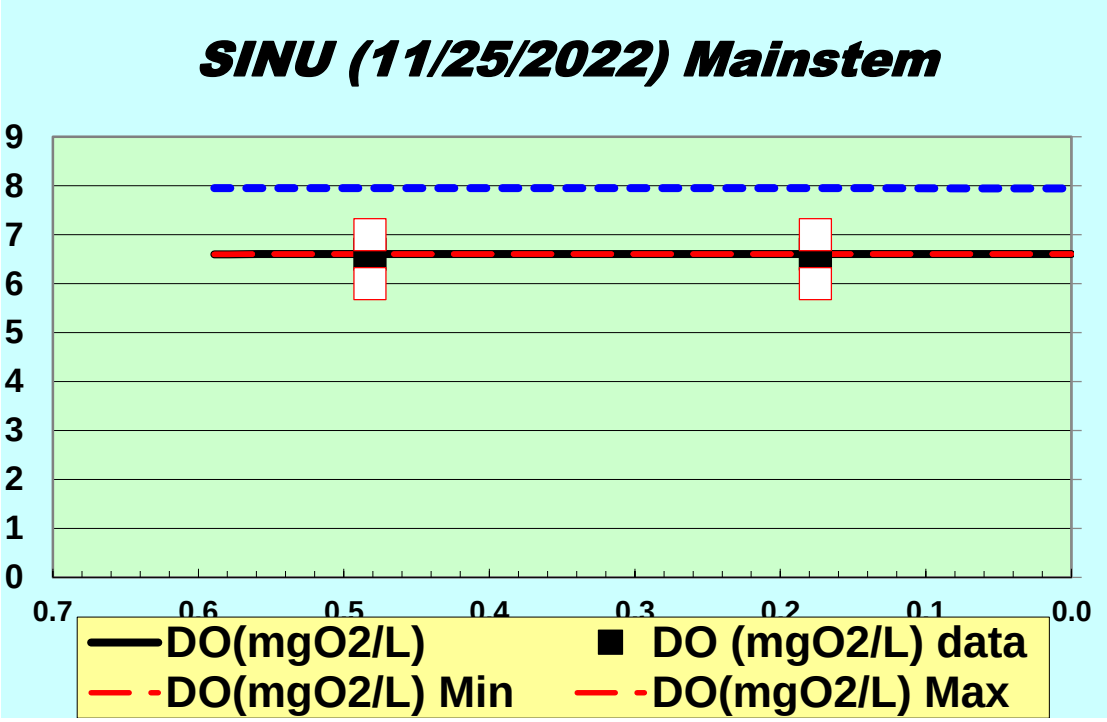


Gráfico 5. Modelación de parámetro Oxígeno Disuelto. **Fuente:** Elaboración equipo técnico

7.6. Demanda Bioquímica de Oxigeno rápida

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es el indicador más tradicional de la cantidad de oxígeno consumido por los microorganismos a medida que se multiplican en las aguas residuales y se alimentan de su materia orgánica. Esto se adapta bien al propósito de evaluar

los impactos en la fauna acuática receptora y también es un buen indicador de cuánta agua puede actuar como fuente de infección, ya que diferentes compuestos de carbono tienen diferentes valores como sustratos para el crecimiento microbiano.

En el caso de esta modelación, los valores que se obtuvieron para el parámetro de la DBO no superaron los 2,69 mg/L gracias a la contribución de las variaciones en la concentración de oxígeno disuelto y Detritos, parámetros que influyen directamente en la concentración de la demanda bioquímica de oxígeno en el cuerpo de agua.

Dentro de los objetivos de calidad del tramo adoptando los objetivos de calidad del Río Sinú para el período 2020 – 2029, la DBO del agua deseada debe ser inferior a 5mg/L. Los valores se sitúan entre 2.5 y 2.7 mg/L, con lo cual cumplen con las metas propuestas para este parámetro de calidad.

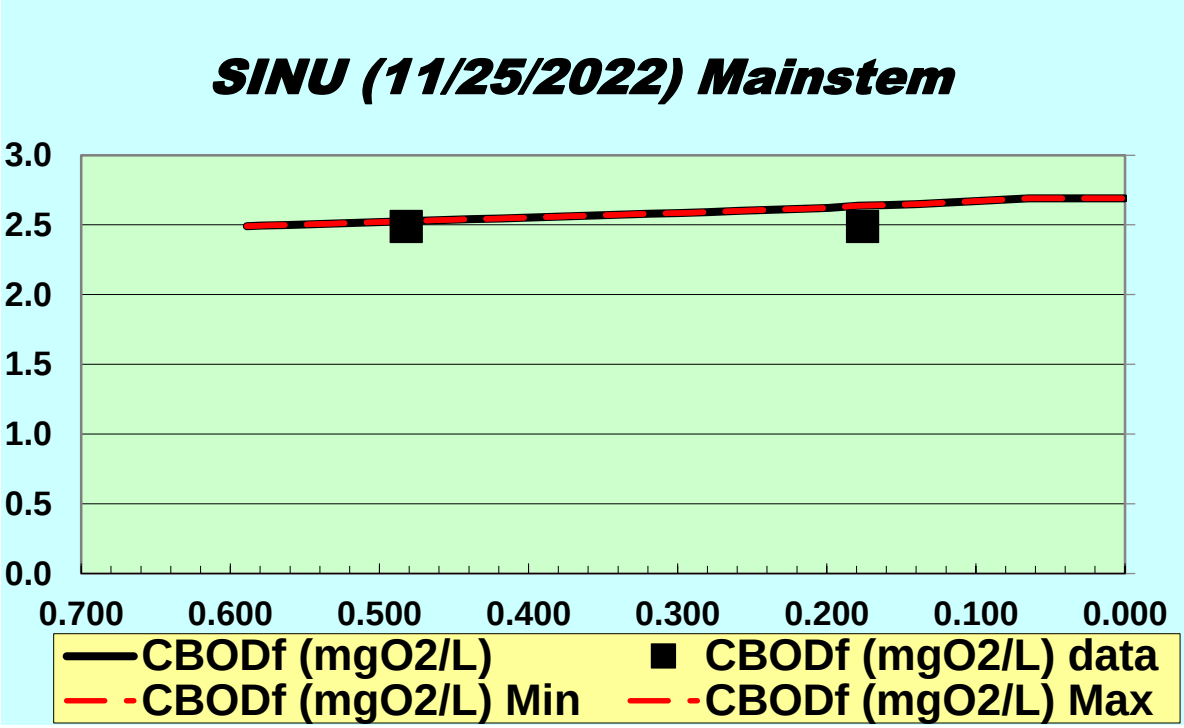


Gráfico 6. Modelación de parámetro Demanda Bioquímica de Oxigeno Rápida

7.7. Nitrato

El nitrato es un estado de oxidación superior del nitrógeno. Las bacterias autótrofas convierten el amoníaco en nitritos y luego en nitratos en condiciones aeróbicas; los rayos convierten grandes cantidades de nitrógeno (N2) en la atmósfera directamente en nitratos. La reducción de nitrato por bacterias también puede producir nitritos en condiciones anaeróbicas. Este parámetro aumenta debido a la nitrificación del amoníaco y se pierde por desnitrificación y crecimiento de las plantas. Los resultados que se obtuvieron para el caso del NO3 se mantuvieron constantes a lo largo de todo el tramo río, presentando un valor de 160 µg/L.

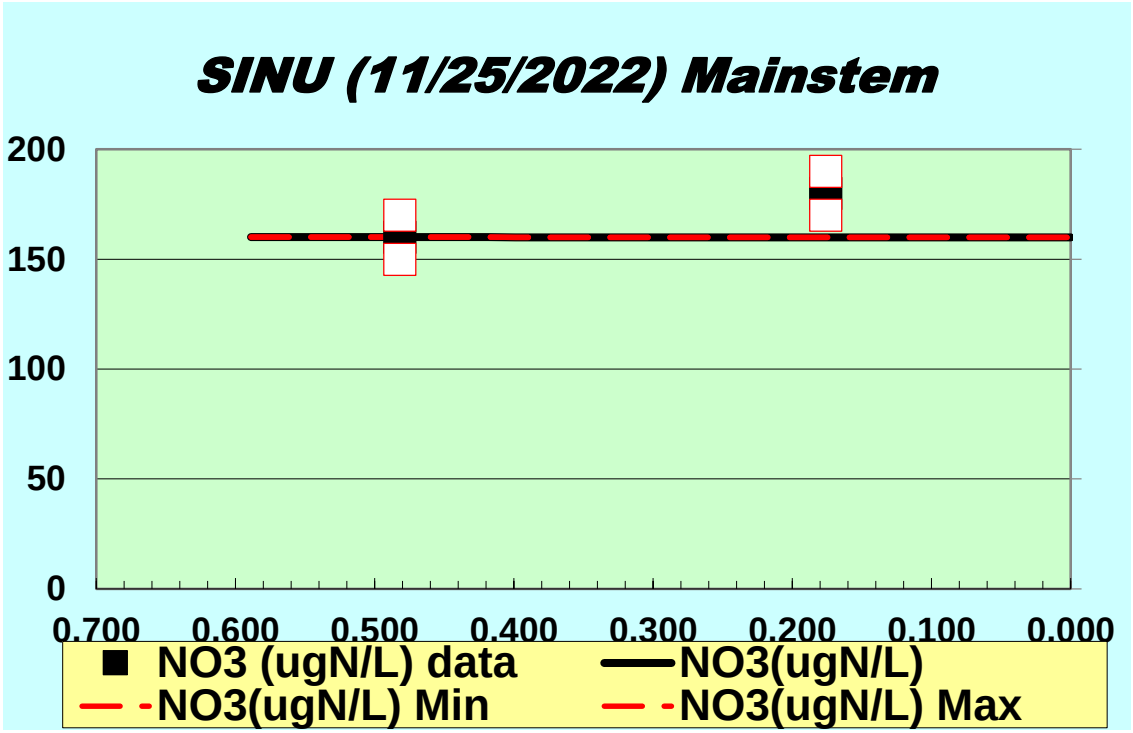


Gráfico 7. Modelación de parámetro Nitratos

7.8. Fosforo Inorgánico

Se puede considerar el fósforo como un parámetro crítico en la calidad del agua debido a su influencia en el proceso de eutrofización, de ahí la importancia de disponer de técnicas analíticas y de muestreo adecuadas para la determinación de la concentración de las diferentes especies que pueden estar disueltas en el agua, adsorbidas sobre partículas o asociadas con organismos acuáticos. La concentración de este parámetro aumenta debido a la hidrólisis del fósforo orgánico y la excreción de las plantas, y disminuye esencialmente por absorción de las plantas. Los resultados que se obtuvieron para el caso del fosforo inorgánico se mantuvieron constantes a lo largo de todo el tramo río, presentando un valor de 49 µg/L.

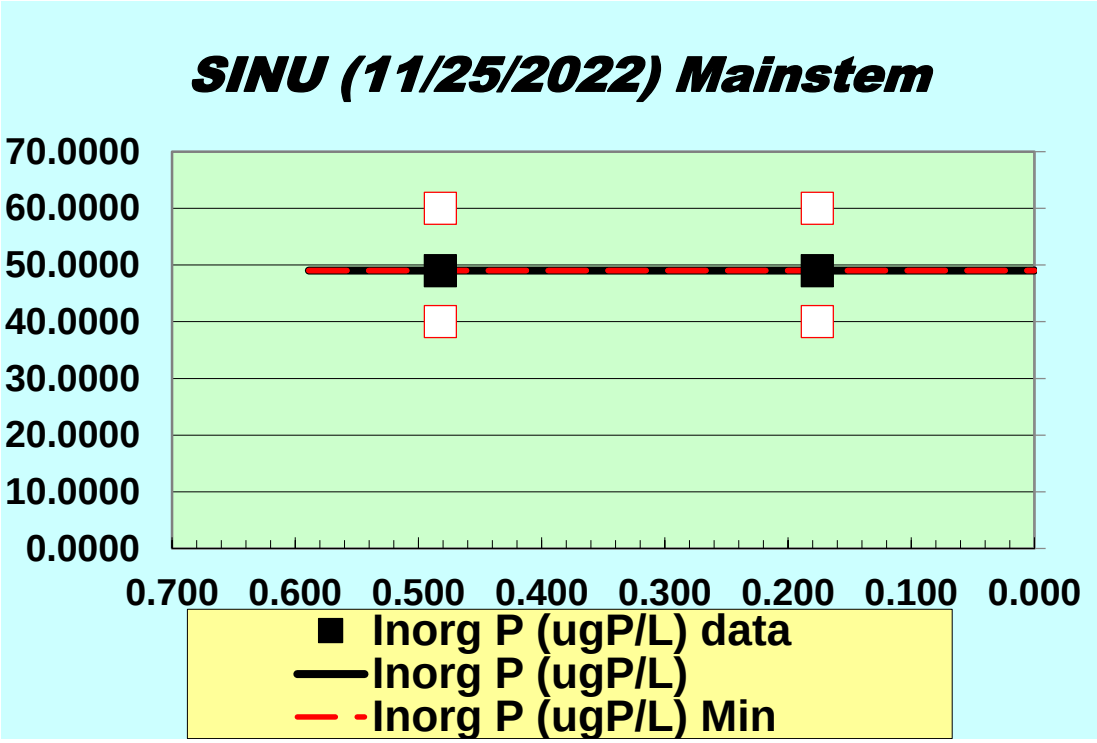


Gráfico 8. Modelación de parámetro Fosforo Inorgánico

Cumplimiento de parámetros de calidad de vertimiento puntual según la Resolución 0631 de 2015

Los resultados obtenidos para los parámetros estipulados por los objetivos de calidad según el vertimiento estudiado. Se puede observar que los parámetros cumplen con los parámetros de calidad establecidos por la resolución 0631 de 2015. Por lo tanto, con el tratamiento de las aguas residuales en el punto de descarga, es suficiente para mejorar significativamente la calidad del río Sinú.

8. BIBLIOGRAFÍA

Acosta, K. (2013). La economía de las aguas del río Sinú. https://www.banrep.gov.co/es/node/33601

Bracho, L., Angulo, L., & Díaz, L. (2016). Evaluación del software qual2k en fuentes receptoras de vertimientos de residuos líquidos en algunos puntos del río Cesar (Colombia) impactados por actividad minera. 16, N° 1, 5-13.

Chapra, S., & Pelletier, G. (2008). QUAL2Kx theory and documentation. A modeling framework for simulating river and stream water quality. https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/55604/1053781847.2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Correa, A. (2022). Importancia del Recurso Agua y algunas tecnologías destinadas a mejorar su calidad. https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7788/NR40090.pdf?sequen

ce=7&isAllowed=y#:~:text=El%20recurso%20h%C3%ADdrico%20es%20de,amplia%20diversidad%20de%20servicios%20ambientales

EPA. (2020). Indicators: Dissolved Oxygen.

León, Y., & Parra, J. (2018). ESTIMACIÓN DEL COEFICIENTE DE MANNING CON EL MÉTODO DE LOS DOS PUNTOS EN EL RÍO NEGRO (CUNDINAMARCA) [Trabajo de grado Pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/13336/ParraArizaJerssonAugusto2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

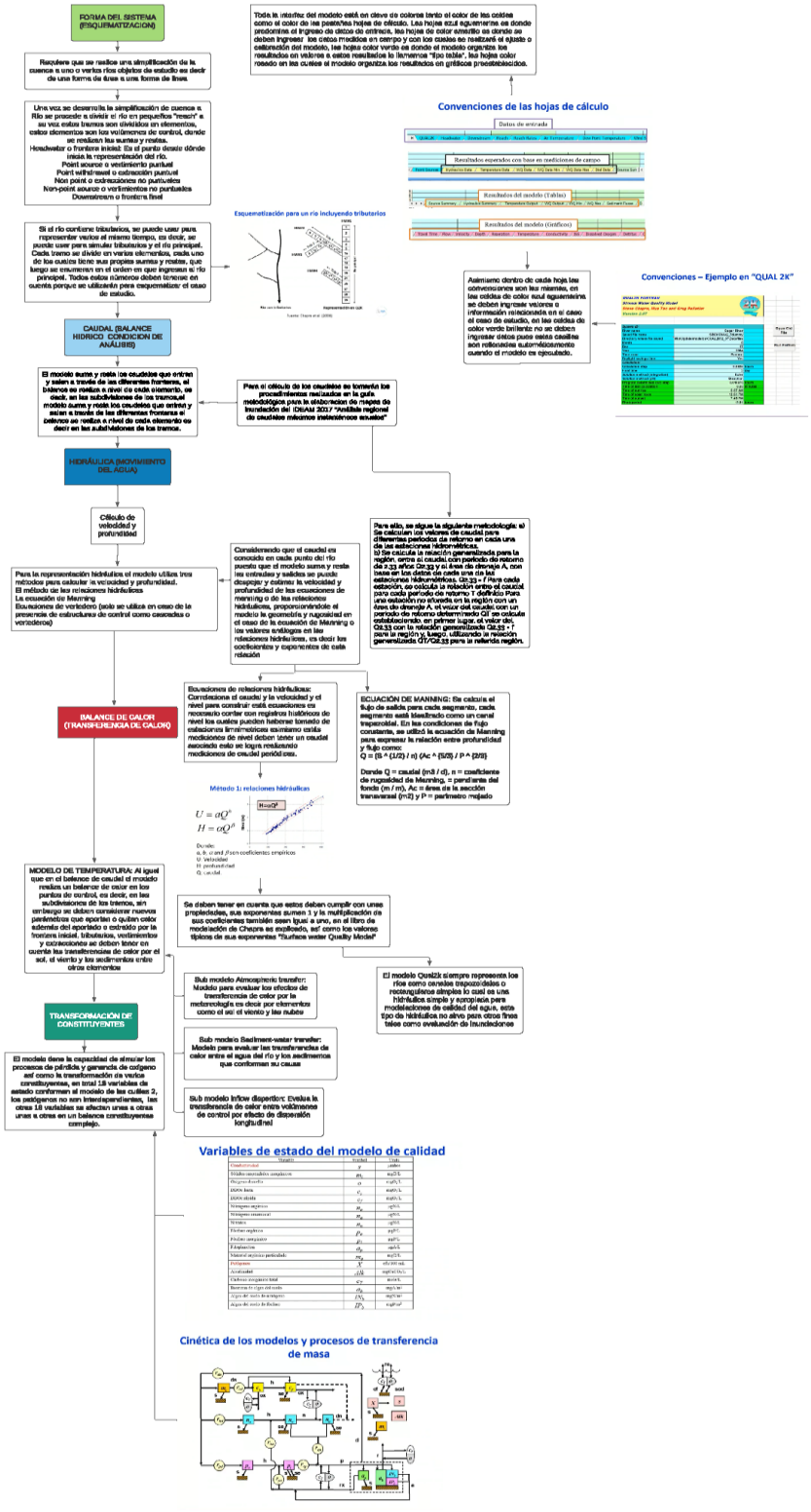
Rodríguez, D. (2020). IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE CALIDAD DE AGUA QUAL2K, SOBRE UN TRAMO DEL RÍO PAMPLONITA, PARA SIMULACIÓN DE ESCENARÍOS [Trabajo de grado Especialización en Recursos Hídricos, Universidad Católica de Colombia]. https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/25529/1/IMPLEMENTACI%2B%C3%B4N%20DEL%20MODELO%20DE%20CALIDAD%20DE%20AGUA%20QUAL2K%2C%20SOBRE%20UN%20TRAMO%20DEL%20R%2B%C3%ACO%20PAMPLONITA%2C%20PARA%20SIMULACI%2B%C3%B4N%20DE%20ESCENAR%2B%C3%ACOS.pdf

Torres, F., Gonzáles, J., Naranjo, S., & Martínez, J. (2022). MODELACIÓN DEL TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN EL DELTA DEL RÍO SINÚ, COLOMBIA. https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/54337

9. ANEXOS

Anexo 1. Modelo conceptual metodológico para la modelación y calibración de la calidad del agua en el Río Sinú. Elaboración equipo técnico.

INGEOMASTER LTDA
Soluciones en Ingeniería



ingeomaster@gmail.com
acoronad@gmail.com
(604) 789-0276 // 300-704-3478
Cra. 12 #55-60, casa 11- Conjunto Perpos
Montería - Córdoba - Colombia

PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS

CENTRO AGROPECUARIO Y DE BIOTECNOLOGIA EL PORVENIR

MONTERÍA- CÓRDOBA

2022

ingeomaster@gmail.com
acoronad@gmail.com
(604) 789-0276 // 300-704-3478
Cra. 12 #55-60, casa 11- Conjunto Perpos
Montería - Córdoba - Colombia

INGEOMASTER LTDA
Soluciones en Ingeniería

TABLA DE CONTENIDO

1. GENERALIDADES 6
1.1. INTRODUCCIÓN 6
1.2. OBJETIVOS 7
1.2.1. Objetivo General 7
1.2.2. Objetivos Específicos 7
1.3. ANTECEDENTES 7
1.3.1. Marco Normativo 8
1.4. ALCANCE 10
1.5. METODOLOGÍA 11
2. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y PROCESOS ASOCIADOS AL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO 12
2.1. LOCALIZACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO 12
2.2. COMPONENTES Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO. 14
2.2.1. Trampa de grasas 14
2.2.2. Pozos de inspección 16
2.2.3. Planta de tratamiento de aguas residuales compuesta por: 16
2.2.4. Tanque séptico 17
2.2.5. Filtro anaerobio 19
2.2.6. Lecho de secado 19
2.3. CARACTERÍSTICAS E INFLUENCIA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO 21
2.3.1. CARACTERRISTICAS DE LAS ACTIVIDADES QUE GENERAN EL VERTIMIENTO. 21
3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA 21
3.1.1. Localización Geográfica. 21
3.2. MEDIO ABIÓTICO 23
3.2.1. Del medio al sistema 23
3.2.2. Del sistema de Gestión del vertimiento al Medio 29
3.3. MEDIO BIÓTICO 33
3.3.1. Ecosistemas Acuáticos 33

ingeomaster@gmail.com
acoronad@gmail.com
(604) 789-0276 // 300-704-3478
Cra. 12 #55-60, casa 11- Conjunto Perpos
Montería - Córdoba - Colombia

3.4. MEDIO SOCIECONOMICO 33
3.4.1. Actividades Económicas Principales. 34
4. PROCESO DE CONOCIMIENTO DEL RIESGO. 36
4.1. IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DE OCURRENCIA DE LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA Y/O PRESENCIA DE UNA AMENAZA. 36
4.1.1. Amenazas Naturales del Área de Influencia 37
4.1.2. Amenazas asociadas a la Operación del Sistema de Gestión del Vertimiento 38
4.1.3. Amenazas por Condiciones Socioculturales y de Orden Público 39
4.2. IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD 39
4.2.1. Identificación de elementos susceptibles de ser afectados 39
4.2.2. Valoración de la Vulnerabilidad 42
4.3. CONSOLIDACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO 48
5. PROCESO DE REDUCCIÓN DEL RIESGO ASOCIADO AL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO. 50
6. PROCESO DE MANEJO DE LA CONTINGENCIA 54
6.1. PREPARACIÓN PARA LA RESPUESTA 54
6.1.1. Plan estratégico 54
6.1.2. Plan operativo 65
6.1.3. Plan informático 73
6.2. PREPARACIÓN PARA LA RECUPERACIÓN POST- DESASTRE 77
7. SISTEMA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL PLAN 81
8. DIVULGACIÓN DEL PLAN 81
9. ACTUALIZACIÓN Y VIGENCIA DEL PLAN 82
10. PROFESIONALES RESPONSABLES DE LA FORMULACIÓN DEL PLAN 82
12. ANEXOS 83
12.1. Glosario de Términos 83

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación de la PTAR 13
Ilustración 2. Tanque séptico corte longitudinal 18
Ilustración 3. Tanque séptico vista planta 19

ingeomaster@gmail.com
acoronad@gmail.com
(604) 789-0276 // 300-704-3478
Cra. 12 #55-60, casa 11- Conjunto Perpos
Montería - Córdoba - Colombia

Ilustración 4. Filtro Anaerobio del sistema. 19
Ilustración 5. Lecho de secado y Rejilla de fondo. 20
Ilustración 6. Localización Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir. Fuente: Elaboración Equipo Técnico 22
Ilustración 7. Geología- Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir. Fuente: Elaboración Equipo Técnico 25
Ilustración 8. Geomorfología - Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir- Fuente: Elaboración Equipo Técnico 28
Ilustración 9. Hidrología**.** Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir- Fuente: Elaboración Equipo Técnico. 29
Ilustración 10. Suelos - Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir. Fuente: Elaboración Equipo Técnico 32
Ilustración 11. Estructura organizacional del comité de emergencias**.** Fuente: Elaboración Equipo Técnico 55
Ilustración 12. Flujo para actuación en caso de emergencia. Fuente: Elaboración Equipo Técnico. 62

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Marco normativo para la elaboración del Plan de Gestión de Riesgo para el manejo de Vertimientos- PGRV 7
Tabla 2. Áreas que conforman el Centro Agropecuario y de Biotecnología el Porvenir. 11
Tabla 3. Sistema de Trampa de grasas del sistema de tratamiento. 14
Tabla 4. Pozos de inspección de la PTAR del Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir. 15
Tabla 5. Entrada y salida de aguas residuales de la PTAR 16
Tabla 6. Tanque séptico del sistema de tratamiento 18
Tabla 7. Descripción de la Ubicación del Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir 22
Tabla 8. Unidades geomorfológicas del municipio de Montería. 25
Tabla 9. Identificación de las amenazas naturales 37
Tabla 10. Identificación de amenazadas operativos 38
Tabla 11. Identificación de las amenazas socioculturales y de orden público 39
Tabla 12. Elementos susceptibles de ser afectados 40
Tabla 13. Identificación de la vulnerabilidad 41
Tabla 14. Calificación de los elementos susceptibles por amenaza teniendo en cuenta el grado de exposición 43
Tabla 15. Calificación de los elementos susceptibles por amenaza teniendo en cuenta la resistencia a la amenaza 44

Tabla 16. Matriz de calificación de la vulnerabilidad 45
Tabla 17. Orden de los elementos susceptibles antes amenazas 47
Tabla 18. Orden de eventos o amenazas 47
Tabla 19. Escala de Rangos para calificación de Riesgo. 48
Tabla 20. Consolidación de los escenarios de riesgo 49
Tabla 21. Comité Operativo de Emergencia 55
Tabla 22. Roles y Responsabilidades 56
Tabla 23. Integrantes de la brigada de emergencia 61
Tabla 24. Sistema de Notificación en emergencias 63
Tabla 25. Programa de capacitación. 64
Tabla 26. Programa de simulacro y simulaciones 65
Tabla 27. Medidas de Contingencia durante situación de emergencia. 67
Tabla 28. Ficha de campos que conforman el informe preliminar de la emergencia. 72
Tabla 29. Ficha de campos que conforman el informe intermedio de la emergencia. 72
Tabla 30. Equipos para atención de emergencias 74
Tabla 31. Sistema de Extinción de Incendios 74
Tabla 32. Sistema de Comunicación 75
Tabla 33. Principales organismos de apoyo 76
Tabla 34. Ficha de Informe final 80
Tabla 35. Profesionales que intervinieron en la formulación del Plan de Gestión de Riesgo 82

1. GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN

Durante la última década, la alta concentración de la población en las zonas urbanas ha aumentado la presión sobre los recursos naturales, la dotación de vivienda y la prestación de servicios públicos. Lo anterior ha intensificado las problemáticas ambientales como la contaminación del recurso hídrico generada por la descarga de las aguas residuales no tratadas.

Gran número de países desarrollados y en vía de desarrollo han adoptado, o están en proceso de implementación, de ambiciosos programas para el tratamiento y disposición final de las aguas servidas, especialmente para las grandes ciudades. Esto con el fin de mantener como mínimo los criterios de calidad del recurso para los diferentes usos y el equilibrio del sistema natural basado en la capacidad de asimilación.

Colombia no ha estado atrás en las gestiones relacionadas con el control de la contaminación hídrica, y se han adelantado a nivel nacional diferentes esfuerzos para reducir los impactos ambientales. Sin embargo, estos han resultado insuficientes, y se evidencia prioritario evaluar las diferentes alternativas institucionales, financieras, normativas y técnicas, que coordinen una gestión unificada, y permitan alcanzar metas razonables en el mediano y largo plazo.

El decreto 1076 de 2015 en su Artículo 2.2.3.3.5.2 establece los requisitos necesarios para la obtención de un permiso de vertimientos ante la autoridad ambiental competente, entre las que se destacan la elaboración de un plan de gestión del riesgo para el manejo de vertimientos para las situaciones en donde se limiten o impida el tratamiento del vertimiento, este plan debe contener el análisis del riesgo, medidas de prevención y mitigación, protocolos de emergencia y contingencia y programa de rehabilitación y recuperación.

El plan de gestión de riesgos y de contingencia para vertimientos es un instrumento esencial para la ejecución de las actividades del CENTRO AGROPECUARIO Y DE BIOTECNOLOGIA EL PORVENIR con instalaciones localizadas en el Kilómetro 45 vía Tierralta, Corregimiento Santa Isabel, municipio de Montería, departamento de Córdoba.

La formulación del Plan de Gestión de Riesgo del Manejo de Vertimiento - PGRMV se llevó a cabo por diferentes fases, la primera incluye la recolección de información primaria que se realizó mediante una visita de campo, luego se realizó la recopilación y procesamiento de la información secundaria obtenida de consultas bibliográficas. A partir de la información se procedió al conocimiento del riesgo evaluado a través de los factores amenaza y vulnerabilidad y la probabilidad de ocurrencia.

Posteriormente, se procedió a establecer las medidas de prevención y mitigación de riesgos asociados al sistema de gestión del vertimiento, los protocolos de emergencia y contingencia y programas de rehabilitación y recuperación.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Formular el plan de gestión de riesgo para el manejo de los vertimientos generados por el Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Identificar, evaluar y priorizar los principales factores de riesgos del sistema de tratamiento del vertimiento hacia el medio y del medio hacia el sistema, que generen situaciones que limiten el tratamiento del vertimiento y las condiciones técnicas de descarga, ocasionadas por fallas o problemas de funcionamiento del sistema.
- Formular e implementar acciones de prevención y reducción de los riesgos identificados que pueden afectar las condiciones ambientales y socioeconómicas del área de influencia del sistema de gestión del vertimiento.
- Determinar acciones y procedimientos en el proceso de manejo de desastres para las posibles situaciones de contingencias identificadas y evaluadas, con base en la priorización de riesgos.
- Definir lineamientos de recuperación de las zonas afectadas por contingencias, generadas por la ocurrencia de una situación que limite o impida el tratamiento del vertimiento en condiciones técnicas de descarga, ocasionadas por fallas en el funcionamiento del sistema o por condiciones del medio.

1.3. ANTECEDENTES

Según la alcaldía de Montería y lo establecido en el Plan de Ordenamiento Territorial, la zona en la que se encuentra el Centro Agropecuario y de Biotecnología el Porvenir es de uso potencial agrícola, con afinidad o compatibilidad con los usos de recreación pasiva, ecoturismo, agroindustrial, dotacional de educación y asistencial, lo que lo hace compatible con las actividades que se ejercen en el centro de formación.

El Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir cuenta con sistema de tratamiento de Agua

Residual interno, debido a que se ubica en una zona rural que no cuenta con cobertura del servicio de alcantarillado público del municipio, motivo por el cual cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas que genera aproximadamente: 40 Metros cúbicos diarios de aguas residuales que son vertidas, luego de ser tratadas hacia el río Sinú que se encuentra al este. Estas aguas residuales resultan de las actividades provenientes del área de educación y alimentación que son reglamentadas como no industriales. Este sistema se compone de trampas de grasa, un sistema de pozos sépticos y un filtro FAFA.

1.3.1. Marco Normativo

A continuación, se detalla la normatividad a tener en cuenta para la elaboración del Plan de Gestión de Riesgo para el manejo de Vertimientos- PGRV.

Tabla 1. Marco normativo para la elaboración del Plan de Gestión de Riesgo para el manejo de Vertimientos- PGRV

NORMAS GENERALES	
NORMAS	**OBJETO**
Constitución Política de Colombia	Constitución Política de 1991. La constitución nacional cuenta con más de 30 artículos específicos referidos a temas ambientales y de conservación de los recursos naturales.
Decreto Ley 2811 de 1974- Código Nacional de Recursos Naturales	La constitución nacional cuenta con más de 30 artículos específicos referidos a temas ambientales y de conservación de los recursos naturales.

Ley 99 del 22 de diciembre de 1993	La constitución nacional cuenta con más de 30 artículos específicos referidos a temas ambientales y de conservación de los recursos naturales.
Ley 9 del 24 de enero de 1979	El código sanitario nacional fija una serie de normas relacionadas con la protección del ambiente y la salud humana. En esta ley se presentan unos aspectos importantes que bien podrían ser asumidos a través de la reglamentación de la ley 99/93 o que pueden ser aplicados en la ausencia de reglamentación específica, toda vez que no se encuentran derogados explícitamente.
Ley 1523 del 24 de abril de 2012	Por el cual se adopta la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre y se dictan otras disposiciones.
Políticas Nacionales del Ambiente	
Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico - PNGIRH	Objetivos, estrategias, metas, indicadores, y líneas de acción estratégica para el manejo del régimen hídrico en el territorio nacional para periodo comprendido 2010-2022.
Estudio Nacional del Agua – ENA 2018	A través del cual el IDEAM presenta a la comunidad los conocimientos técnicos y científicos del recurso hídrico de manera integral detallando si está en potencial desabastecimiento, cuál es la calidad del agua, cómo la información sobre sequía e inundaciones puede ayudar en la planificación y adaptación a la variabilidad climática. Además, el ENA permite informarse acerca de alternativas de uso y proyecciones para agricultores, ganaderos o empresarios.

Recurso Agua/ Licencias	
Decreto 1594 del 26 de junio de 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 Titulo III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.
Resolución 1433 del 13 de diciembre de 2004	Por la cual se reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, y se adoptan otras determinaciones.
Normas Generales	
Normas	**Objeto**
Resolución 2145 del 23 de diciembre de 2005	Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 1433 de 2004 sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos PSMV
Decreto 3930 del 25 de octubre de 2010	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979 así como el Capitulo II del Título VI- parte III libro II del Decreto- Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos de agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.
Decreto 4728 del 23 de diciembre de 2010	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 3930 del 25 de octubre de 2010
Resolución 0075 del 24 de enero de 2011	Por el cual se adopta el formato de reporte sobre el estado de cumplimiento de la norma de vertimiento puntual al alcantarillado público.
Decreto 2820 del 5 de agosto de 2010	Por el cual se reglamenta el Titulo VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.

Decreto 1220 del 21 de abril de 2005	Por el cual se reglamenta el título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.
Decreto 155 de 2004	Por el cual se reglamenta el Articulo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones. Modificado en su Artículo 12 por el Decreto 4742 de 2005.
Decreto 4742 del 30 de diciembre de 2005	Por el cual se reglamenta el Artículo 12 del Decreto 155 de 2004 mediante el cual se reglamenta el Artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de agua.
Resolución 1094 del 28 de octubre de 1997	Por el cual se establecen estándares ambientales en materia de vertimientos.
Decreto 3930 de 2010	Por el cual adoptan los Términos de referencia para la elaboración del Plan de Gestión del Riesgo para el manejo de Vertimientos.
Resolución 1514 del 31 de agosto de 2012	Por la cual se adoptan los Términos de Referencia para la Elaboración del Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos.
Decreto 2667 del 21 de diciembre de 2012	Por el cual se establecen los parámetros y los valores máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.
Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015	Por medio del cual se expide el Decreto único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
Decreto 050 del 16 de enero de 2018	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible en relación con los

	Concejos Ambientales Regionales de las Microcuencas (CARMAC), el Ordenamiento del Recurso Hídrico y Vertimientos y se dictan otras disposiciones.
Resolución 959 del 31 de mayo de 2018	Por medio de la cual se reglamenta parcialmente el Articulo 2.2.3.3.1.7 del Decreto 1076 de 2015 y se dictan otras disposiciones.

Fuente: Elaboración Equipo Técnico.

1.4. ALCANCE

El Plan de Gestión del Riesgo para el manejo del vertimiento- PGRV, comprende todo el procesos y equipo que giran en torno al sistema de tratamiento de efluentes de las actividades y operaciones que se realizan en el CENTRO AGROPECUARIO Y DE BIOTECNOLOGIA EL PORVENIR- SENA, ubicado en el municipio de Montería, Córdoba, corregimiento santa Isabel.

El alcance de este plan incluye los siguientes aspectos:

- La identificación, evaluación y priorización de los principales riesgos del sistema de tratamiento del vertimiento hacia el medio y del medio hacia el sistema.
- Formulación de acciones de prevención y reducción de los riesgos identificados con el fin de evitar las posibles afectaciones que puedan generar a las condiciones ambientales y socioeconómicas del área de influencia del sistema de gestión del vertimiento.
- Elaboración de acciones para el manejo de desastres ante las posibles situaciones de contingencia identificadas y evaluadas.
- Establecimiento de lineamientos de recuperación de las zonas afectadas por contingencias, generadas por la ocurrencia de una situación que limite o impida el tratamiento del vertimiento en condiciones técnicas de descarga,

El Plan de Gestión del Riesgo aplica para las situaciones de riesgo o emergencia que estén asociadas con el Sistema de gestión del vertimiento, los eventos naturales y socioeconómicos que se pueden presentar en el Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir.

1.5. METODOLOGÍA

La necesidad de la formulación de un plan de gestión de riesgos para vertimientos, según lo exige el Decreto 3930 de 2010 que derogó al decreto 1594 de 1984 en cuanto a usos de agua y residuos líquido, tiene como fin su implementación, además de dar cumplimiento con lo establecido por la ley obteniendo como resultado una mejor calidad de las aguas residuales y de las fuentes receptoras de los vertimientos generados por dicho centro de formación.

Para la formulación del plan de gestión de riesgos para vertimientos, se hizo una identificación de la normatividad vigente relacionada con el recurso hídrico, los vertimientos, y se tuvo en cuenta la legislación relacionada con la tasa retributiva y los cobros por el manejo del mencionado recurso natural. Una vez identificada la legislación aplicable, se realizó una comparación entre el Decreto 1594 de 1984 y el Decreto 3930 de 2010 para reconocer las diferencias de los decretos mencionados y los nuevos lineamientos para los vertimientos de las aguas, además se resaltaron las diferencias en cuanto a la evaluación de los parámetros

físico- químicos de las aguas residuales y se identificaron los parámetros que se deben evaluar

Una vez que se evaluó la norma vigente, se hizo el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales, se observaron los procesos, el tipo de tratamiento que se le da a las aguas, teniendo en cuenta que está recibe aguas domésticas

Para desarrollar el análisis de riesgos, se utilizó información primaria y/o secundaria, se consideraron las consecuencias y la probabilidad de que dichos riesgos ocurrieran. En esta metodología se relaciona la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, donde inicialmente se determinaron y calificaron los factores ambientales donde se pudiesen identificar impactos internos o externos del entorno, en este caso los riesgos asociados al manejo de agua residuales.

2. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y PROCESOS ASOCIADOS AL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO

2.1. LOCALIZACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO

El Centro Agropecuario y de Biotecnología el Porvenir se encuentra ubicado en el en el Kilómetro 45 vía Tierralta, Corregimiento Santa Isabel, municipio de Montería, departamento de Córdoba. Además, cuenta con 106 Ha.

El Centro Agropecuario y Biotecnología el Porvenir se caracteriza por tener la siguiente distribución de áreas:

Tabla 2. Áreas que conforman el Centro Agropecuario y de Biotecnología el Porvenir.

DEPENDENCIAS- SENA PORVENIR	
AREA ADMINISTRATIVA	Oficina Coordinación Académica
	Oficina de Archivo
	Sala de Instructores
	Oficina de Almacén
	Oficina Punto de Venta
	Oficina de Subdirección
	Oficina de Contratación
	Oficina de Contabilidad
ÁREA DE FORMACIÓN	Laboratorio Piscícola
	Laboratorio de Fruver
	Laboratorio de Biotecnología
	Laboratorio de Cárnicos
	Compostera
	Ovicaprinos
	Porcicultura
	Establo
	Producción Agrícola
	Taller de Maquinaria Agrícola
	Sala de videoconferencia
	Ambiente TICS
	Biblioteca
	15 ambientes Bioclimáticos

	9 aulas abiertas (Kioscos)
	3 salones
ÁREA DE BIENESTAR	Oficina de bienestar al aprendiz Atención a los primeros auxilios
ÁREA RECREATIVA	Gimnasio
	Cancha de futbol
ÁREAS COMPLEMENTARIAS	Bodegas de almacenamiento
	Planta eléctrica
	Planta de agua potable y caseta de captación
	Planta de tratamiento de agua residual
	Centro de acopio de residuos
	Vigilancia
ÁREA COMEDOR	Casino
ÁREA DE DORMITORIO	Trabajadores oficinales
	Instructores
	Personal de cocina
	Estudiantes
ÁREA DE SANEAMIENTO	Baños
	Duchas
	Lavaderos

Fuente: Elaboración Equipo Técnico

La planta de tratamiento de aguas residuales domesticas del centro de formación se ubica en las coordenadas 8°34’18,7´” Norte y 75°55’57,4” Oeste. En la siguiente ilustración se sitúa la PTAR, cuyo vertimiento es dirigido al Río Sinú.

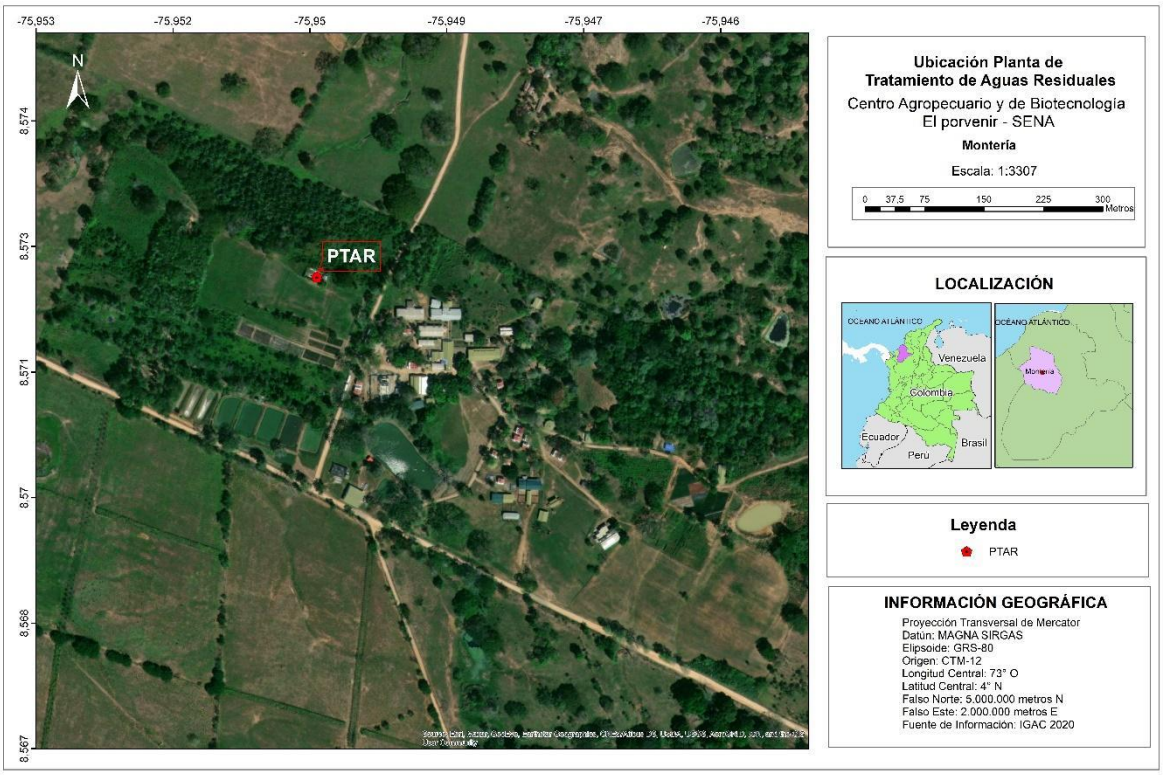


Ilustración 1. Ubicación de la PTAR. Fuente: Elaboración Equipo Técnico

2.2. COMPONENTES Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO.

El proyecto consta de un sistema para el tratamiento de aguas residuales domésticas producto de todas las descargas de los diferentes aparatos sanitarios y demás aguas servidas producidas por la comunidad educativa para el Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir del municipio de Montería, departamento de Córdoba.

El tratamiento de aguas residuales domésticas del Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir, se fundamenta en un sistema anaerobio tipo tanque séptico de geometría rectangular, siguiendo las recomendaciones del Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2000), procurando obtener un diseño optimo, técnico, y económico.

Cuenta con los siguientes componentes:

- Cajas de inspección

- Trampa de grasas
- Pozos de inspección
- Cámaras de inspección
- Redes de tubería sanitaria: Colectores y domiciliarias
- Planta de tratamiento de aguas residuales compuesta por: Tanque séptico, Filtro anaerobio y Lechos de secado.

La población estudio corresponde a la comunidad educativa del Centro Agropecuario y de Biotecnología, Sede El Porvenir - SENA Regional Córdoba. Teniendo en cuenta los datos de población actuales y recogidos en campo, se asume para la proyección de la población estudio el método geométrico con una tasa de crecimiento anual del 2%, obtenida de las proyecciones de población de DANE.

$$P_f = P_i(1+r)n$$

Teniendo en cuenta la configuración del sistema de tratamiento se describen de manera general, los principales procesos unitarios y el funcionamiento del Sistema de Gestión del Vertimiento:

2.2.1. Trampa de grasas

Está diseñada para recibir las aguas provenientes de cocinas, lavaderos o de aguas con residuos grasos y jabines, dichas trampas de grasas son tanques peños construidos en concreto, se usa para evitar que las grasas lleguen al tanque séptico, al filtro anaerobio y por lo tanto causen daños al sistema.

Las trampas de grasa se ubican en lugares sombreados para mantener bajas temperaturas en su interior.

Tabla 3. Sistema de Trampa de grasas del sistema de tratamiento.

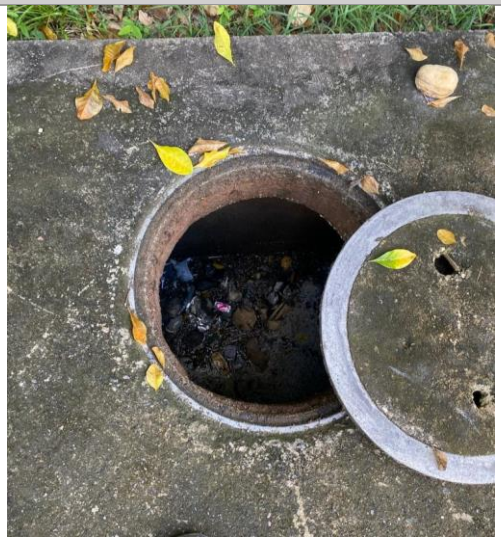
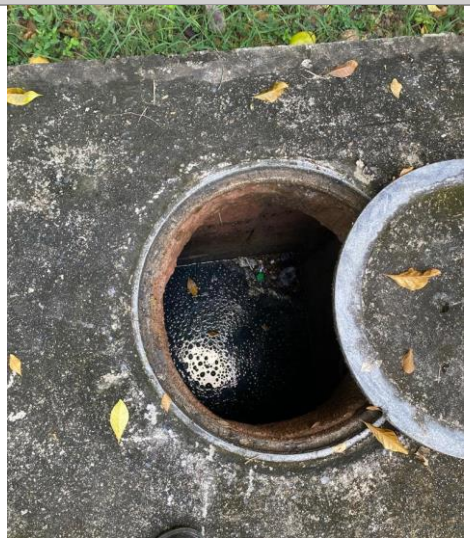
Trampa de grasas- Cocina	Ubicación (Coordenadas)

	N 8° 34’ 16.674” W 75° 56’ 56.211 (En funcionamiento)
Trampa de grasas – Cárnicos	**Ubicación (Coordenadas)**
	N 8° 34’ 14.879” W 75° 56’52.149” (Actualmente no se encuentra en funcionamiento debido a la inactividad en esta área).
Trampa de grasas - Fruver	**Ubicación (Coordenadas)**
	N 8° 34’09.470” W 75°56’49.790” (Actualmente no se encuentra en funcionamiento debido a la inactividad en esta área).

Fuente: Elaboración Equipo Técnico

2.2.2. Pozos de inspección

Tabla 4. Pozos de inspección de la PTAR del Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir.

Pozo 1	Pozo 2
	
Pozo 3	**Pozo 4**
	

Fuente: Elaboración Equipo Técnico

2.2.3. Planta de tratamiento de aguas residuales compuesta por:

Tabla 5. Entrada y salida de aguas residuales de la PTAR

Entrada aguas residuales a la PTAR	**Ubicación (Coordenadas)**
 	N 8° 34’ 20.112” W 75° 57’00.658”
Salida aguas residuales tratadas de la PTAR	**Ubicación (Coordenadas)**
	N 8° 34’ 20.433” W 75° 57’01.211”

2.2.4. Tanque séptico

Es un tanque rectangular y hermético en concreto reforzado con cuatro compartimientos: el primero es una cámara orgánica, el segundo es una cámara de aguas claras, el tercero de aguas en reposo, el cuarto es un filtro anaerobio de tipos ascendente en el cual se produce la filtración total del agua tratada.

El tanque séptico tiene como objetivo reciclar las aguas residuales domésticas para eliminar los sólidos sedimentables en uno a tres días.

El tanque séptico tiene en cada cámara un aro-tapa tipo pozo de alcantarillado para la inspección, el mantenimiento y limpieza del tanque. En las dos siguientes ilustraciones se presenta el tanque séptico construido en distintas vistas.

Tabla 6. Tanque séptico del sistema de tratamiento

Tanque séptico	Ubicación (Coordenadas)
	N 8°34’ 19.104” W 75° 56’58.514”

Fuente: Elaboración Equipo Técnico

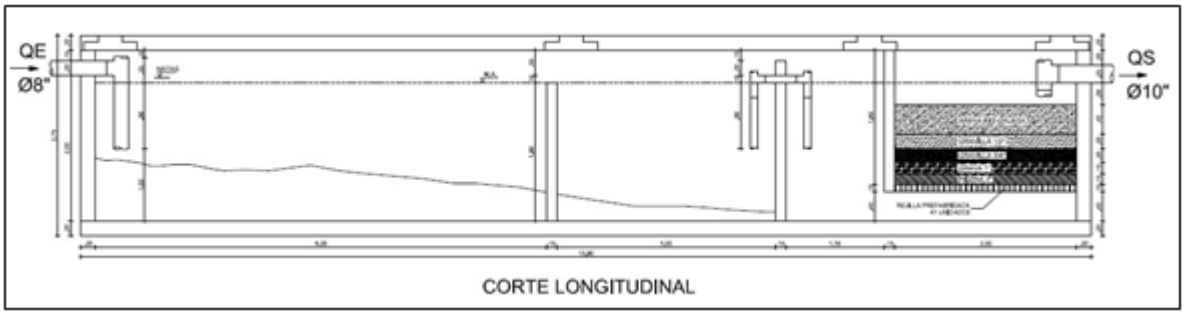


Ilustración 2. Tanque séptico corte longitudinal

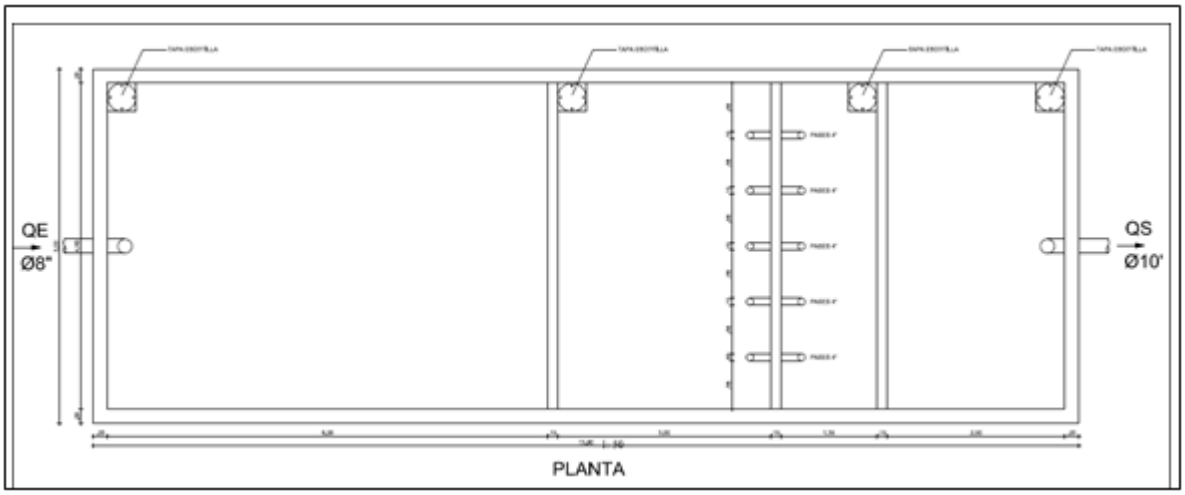


Ilustración 3. Tanque séptico vista planta

2.2.5. Filtro anaerobio

El filtro anaerobio es un compartimiento del mismo tanque séptico alimentado por debajo a través de una rejilla en concreto y sobre ésta el material granular de lavado durable, con las siguientes características: Piedra triturada angulosa o redonda (grava), sin finos de tamaño entre 4 cm y 7 cm, gravas de ¾ y ½ pulgadas y arena de rio limpia y gruesa (tamaño efectivo de 0,25 a 0,5 mm). El agua entra por el fondo del tanque, mediante un falso fondo y pasa por los orificios dejados por el material filtrante en flujo ascendente. Como se puede observar en la siguiente ilustración:

Filtro Anaerobio

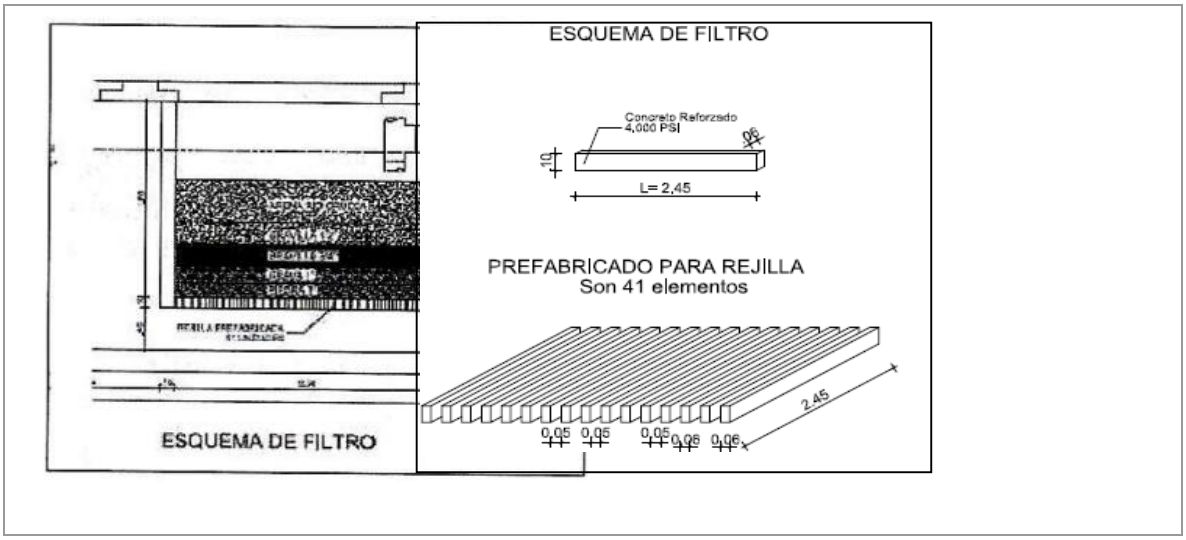


Ilustración 4. Filtro Anaerobio del sistema.

2.2.6. Lecho de secado

Corresponden a un proceso natural, en que el agua contenida intersticialmente entre las partículas de lodos es removida por evaporación y filtración a través del medio de drenaje de fondo. En este sistema no es necesario adicionar reactivos ni elementos mecánicos ya que está previsto un secado lento. El periodo de tiempo entre la entrada de los lodos y la recogida de sólidos en estado adecuado varía entre 20 y 75 días, según la naturaleza del lodo.

En cuanto a los aspectos ambientales más importantes en los lechos de secado, se puede decir que estos proporcionan como subproducto ambiental el biosólido, el cual es un lodo de textura gruesa, agrietada y de color negro o marrón oscuro, el cual puede ser utilizado en la recuperación de suelos degradados o en actividades agrícolas. En las tres siguientes ilustraciones se muestra el lecho de secado construido en distintas vistas.

Lecho de secado del Sistema y Rejilla de Fondo

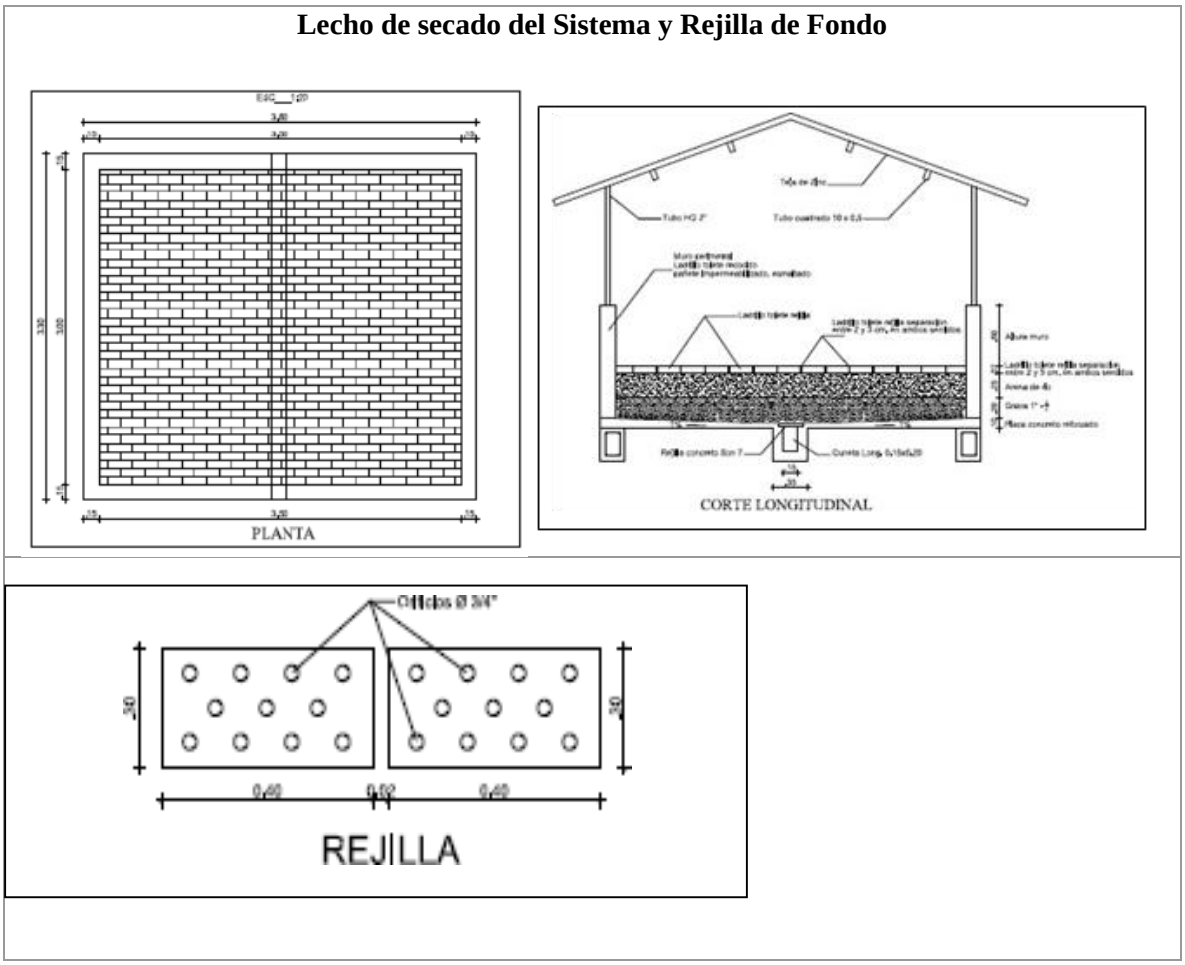


Ilustración 5. Lecho de secado y Rejilla de fondo.

2.3.CARACTERÍSTICAS E INFLUENCIA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

2.3.1. CARACTERRISTICAS DE LAS ACTIVIDADES QUE GENERAN EL VERTIMIENTO.

Ahora bien, las aguas residuales generadas en las instalaciones del Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir- SENA, son los residuos líquidos provenientes de las descargas de sanitarios, orinales, duchas, lavamanos, fregaderos de traperos y cocina.

Las aguas residuales generadas en las instalaciones del Centro Agropecuario son desechos líquidos provenientes de las necesidades fisiológicas de la población:

• Descargas de sanitarios y orinales.

• Descargas de duchas, lavamanos, lavaderos, pocetas lava- traperos y cocinas.

Caudal de la descarga expresada en litros por segundo: Q diseño = 0.92593 L/S

Tipo de flujo de la descarga indicando si es continuo o intermitente: Se presentan los dos: Continúo en la jornada diaria 8:00 a.m. a 4:00 p.m., e intermitente en la jornada nocturna (actividades del internado).

Las instalaciones cuentan con un Sistema de Tratamiento para las Aguas Residuales Domésticas- ARD, que consta de una trampa grasa, seguida de una unidad anaerobia tipo tanque séptico rectangular, filtro anaerobio y lecho de secado. El agua residual tratada es vertida al Rio Sinú.

La planta de tratamiento de aguas residuales domesticas del centro de formación se ubica en las coordenadas 8°34’18,7´” Norte y 75°55’57,4” Oeste.

El sistema presenta en la remoción de DBO5 un valor cercano al 50% y en los sólidos suspendidos casi un 63%, las grasas y aceites se remueven en más de 63%. Observándose

valore altos de remoción orgánica que ingresa al sistema. Para el filtro anaerobio tipo FAFA, la remoción calculada es del 65.31%, por lo tanto, del efluente obtenido en la sedimentación y digestión de los lodos (al cual se le ha removido el 30%) se le aplica la remoción hallada, se obtiene una eficiencia en el sistema de 95.31%.

3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

3.1. ÁREA DE INFLUENCIA

3.1.1. Localización Geográfica.

El centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir se encuentra ubicado en el municipio de Montería, departamento de Córdoba, en el Km. 45 vía Tierralta Corregimiento Santa Isabel y cuenta con 106 Ha. Su acción de formación abarca todos los municipios del departamento, donde atiende actividades relacionadas con los sectores agropecuarios, agroindustrial, forestal, ambiental, entre otros.

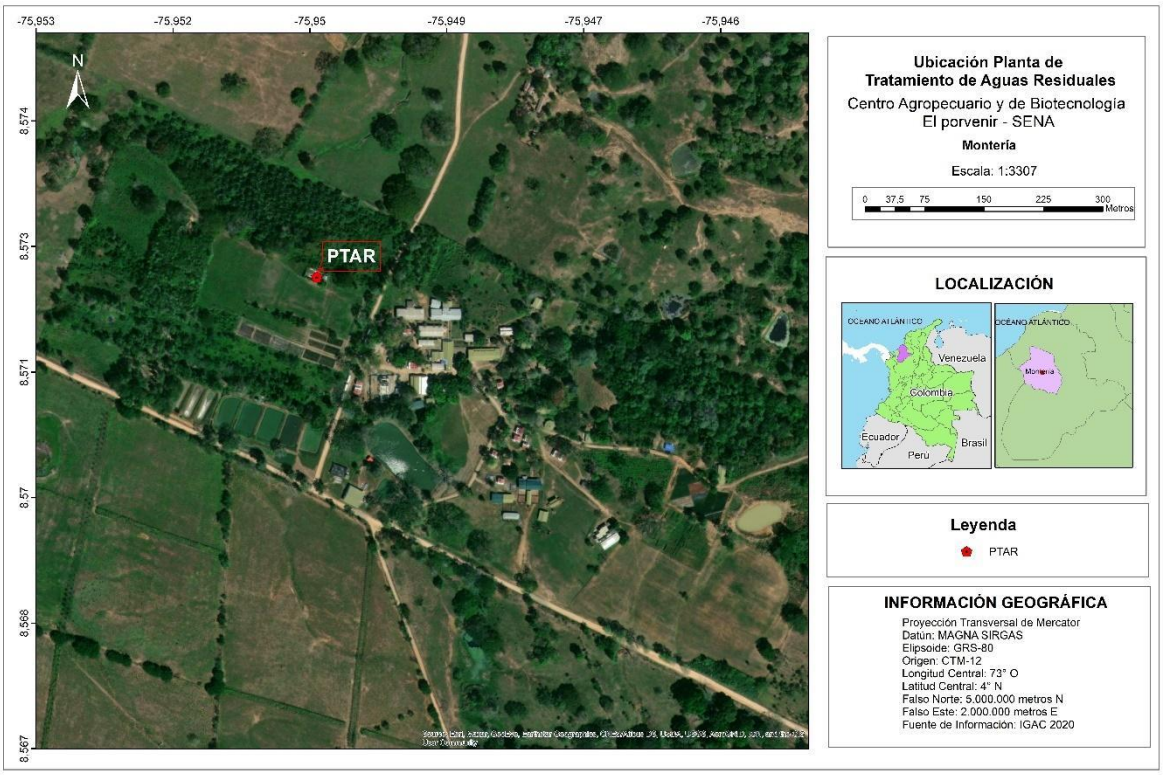


Ilustración 6. Localización Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir. Fuente: Elaboración Equipo Técnico

Tabla 7. Descripción de la Ubicación del Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir

Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir- SENA	
Ubicación	
Ciudad o Municipio	Montería
Dirección	Km. 47 vía Tierralta – Corregimiento Santa Isabel
Latitud	8°38´51.27 Norte
Longitud	75°52´37.22 Occidental
Elevación	47 m
Información general	

Fecha de inicio de actividades	1962	
Área total (ha)	104 ha	
Área Construida (ha)	60 ha pastura, 30 ha bosques naturales, 14 ha- Ambientes de aprendizaje y área administrativa	
Nombre de la Sede del centro de formación	**Dirección**	**Municipio**
Predio La Vitrina	Kilómetro 9 vía Cerete Corregimiento Garzones	Montería

3.1.1.1. Servicios que presta el Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir

El Centro Agropecuario y de Biotecnología el Porvenir, ofrece formación en las áreas que conforman las cadenas agropecuarias, agroalimentaria y en los siguientes modos y niveles de formación:

- **Formación reglada**

Incluye los niveles técnico profesional y tecnólogo.

- **Formación continúa**

A través de cursos, seminarios y talleres de actualización técnicos y empresariales para talento humano.

- **Formación ocupacional**

A través de cursos y talleres específicos para cualificar el personal desempleado de acuerdo a las necesidades de los sectores productivos.

- **Desarrollo empresarial y asesoría a las empresas**

Son programas de capacitación y asesoría orientados a fortalecer la gestión y gerencia empresarial; también se orienta a fortalecer el emprendimiento empresarial a través de la asesoría y capacitación en incubación y creación de empresas.

3.2. MEDIO ABIÓTICO

3.2.1. Del medio al sistema

3.2.1.1. Geología

Las unidades de rocas en el municipio de Montería son afines a dos elementos estructurales denominados Cinturón del Sinú y Anticlinorio de San Jerónimo. Las formaciones asociadas al Cinturón del Sinú presentan rocas sedimentarias con edades que varían desde el Oligoceno hasta sedimentos recientes; en general se asocian a ambientes turbidíticos con predominio de sedimentación fina; las Formaciones asociadas a este elemento estructural son Marralú, Floresanto, Pajuil y Corpa (Alcaldía de Montería, 2009).

Las características más relevantes de las Formaciones Geológicas en el municipio de Montería, es decir la geología local, serán descritas a partir de los Cinturones Estructurales.

Cinturón de San Jacinto. Anticlinorio de San Jerónimo (Alcaldía de Montería, 2009)

• Formación San Cayetano Inferior (Kisc). Secuencia sedimentaria de edad Cretáceo-Paleógeno formada en ambientes abisales. Consta de lodolitas silíceas y cherts muy compactos de colores gris y crema. Se caracterizan por estar fuertemente diaclasadas y plegadas, ocasionalmente se identifican pliegues intraformacionales. Se identifica en la cantera El Purgatorio al sureste de Montería.

• Formación San Cayetano Superior (Pgsc). Se le asigna una edad Paleógeno y está conformada por interestratificaciones de areniscas de grano medio a grueso, conglomerados y arcillolitas, donde la moscovita es un mineral indicador.

• Formación Ciénaga de Oro (Pgoco). Se presenta como sedimentitas de grano grueso, areniscas medias a conglomeráticas, cuarzosas, cementadas con óxidos de hierro, y niveles de arcillolita. De edad Oligoceno, se identifica fácilmente por presentar tonos abigarrados

asociados a la presencia de óxidos de hierro, una buena sección de esta Formación se encuentra en la vía Montería- Planeta Rica.

Cinturón del Sinú (Alcaldía de Montería, 2009)

• Formación Marralú (Pgom). Secuencia sedimentaria de edad Oligoceno, constituida de arcillolitas y localmente limolitas con importante aporte micáceo.

• Formación Floresanto (Ngmf). Consta de una columna conformada por areniscas y arcillolitas de edad Mioceno. Las areniscas se ubican hacia la base de la secuencia, gradando localmente hacia areniscas conglomeráticas y conglomerados, presentan cemento calcáreo, y se encuentran suprayacidas por arcillolitas interestratificadas con limolitas calcáreas.

• Formación Pajuil (Ngmp). Está constituida por rocas sedimentarias de edad Mioceno. Hacia la base de la columna se presentan areniscas arcillosas calcáreas interestratificadas con arcillolitas, que hacia el techo de la columna gradan hasta arcillolitas calcáreas.

• Formación Corpa (Ngmpco). Secuencia sedimentaria de edad Mioceno- Plioceno. Conformada por arcillolitas pobremente estratificadas hacia el tope de la secuencia, las cuales suprayacen conglomerados intercalados con areniscas gruesas a conglomeráticas y limolitas.

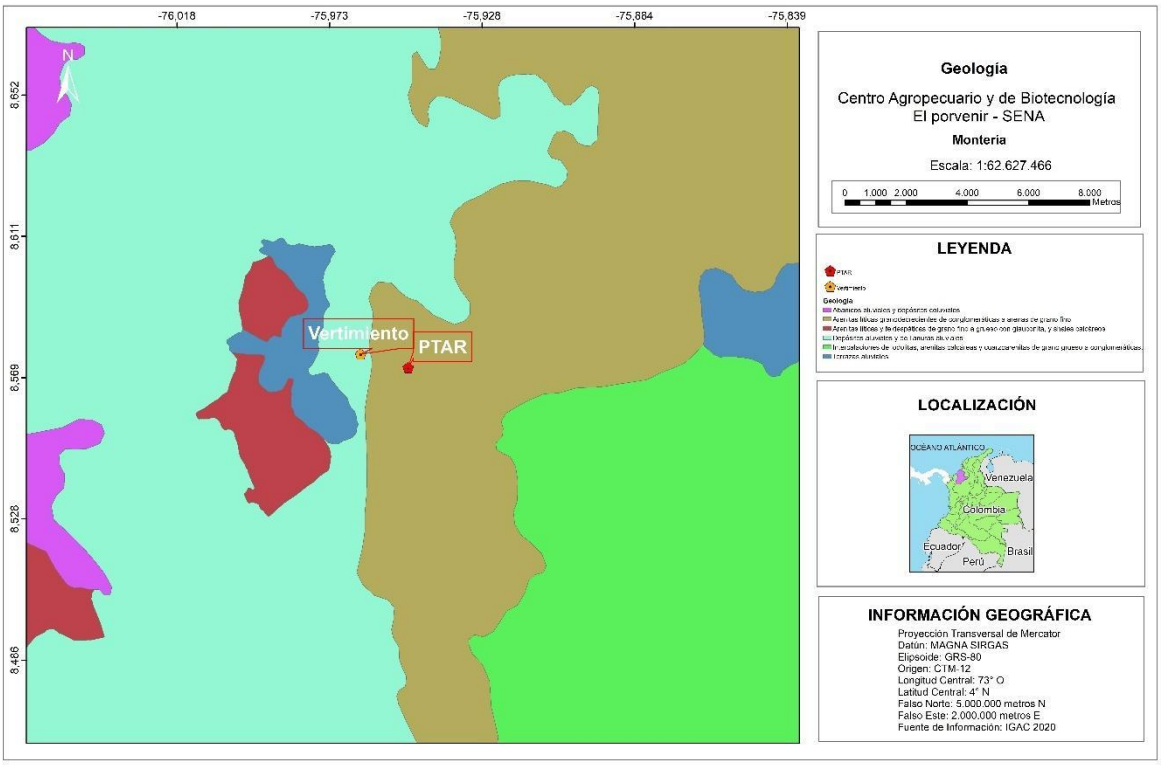


Ilustración 7. Geología- Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir. Fuente: Elaboración Equipo Técnico

3.2.1.2. Geomorfología

Para el municipio de Montería se identificaron tres grandes paisajes: colinas estructurales denudativas, superficie de aplanamiento y llanura aluvial; de los tres grandes paisajes el que menos área ocupa es la superficie de aplanamiento. Hacia el occidente predominan las colinas estructurales denudativas y al oriente la llanura aluvial del río Sinú (Alcaldía de Montería, 2009)

Para el municipio de Montería se identificaron tres grandes paisajes, como se observa en Tabla 8:

Tabla 8. Unidades geomorfológicas del municipio de Montería.

UNIDAD MORFOGENÉTICAS	PAISAJE	SUBPAISAJE
Colinas estructurales denudativas	Espinazo	Colinas altas y empinadas
	Colinas	Colinas media cima convexa
		Colinas bajas
		Colinas bajas a medias
		Colinas medias
	Sinclinal	Colinas media cima convexa
		Colinas medias a muy altas
		Colinas bajas
Superficie de Aplanamiento	Colinas	Colinas bajas a ondulaciones
Llanura Aluvial	Plano de inundación	Llanura aluvial río Sinú
		Llanura aluvial cauce menor

Fuente: Alcaldía de Montería, 2009

Unidades Morfogenéticas (Alcaldía de Montería, 2009)

- Relieve colinado estructural-denudativo: Se dispone sobre rocas sedimentarias terciarias de la serranía de San Jerónimo y de la parte norte de la serranía Abibe –Las Palomas. Son unidades con relieve positivo y pendientes variables, asociadas a las Formaciones geológicas San Cayetano Superior, San Cayetano Inferior, La Tampa, Cienaga de Oro, Pajuil, Corpa, Marralú y Floresanto. Los paisajes asociados son espinazos, pliegues y colinas.

- Espinazo y Pliegues: Los espinazos son claramente identificables en las imágenes de sensores remotos como caballetes y colinas altas y empinadas, con una alineación muy definida, en campo se corrobora la forma piramidal y sección triangular, propios del control estructural que define su morfogénesis.

  El patrón de drenaje varía de trellis a subdendrítico y se encuentra fuertemente controlado por la estructura geológica. La litología subyacente se correlaciona con las facies arenosas de la formación Floresanto, asociados a arcillolitas y areniscas moderadamente consolidadas, donde las alturas no superan los 250 m.s.n.m. La mayor denudación observable en los sensores remotos se asocia a la erosión en las partes altas de las colinas y en sectores adyacentes a las vías; esta unidad se identificó hacia el noroccidente del Municipio, en los corregimientos de Morindó.

- Colinas: El paisaje de colinas ocupa las porciones occidentales y centro oriental del área de estudio. Las colinas muestran variedad de formas como consecuencia de las diferencias litológicas y estructurales. Este paisaje es común a todas las formaciones geológicas presentes en el Municipio, es decir, se han formado sobre secuencias sedimentarias de diversas litologías como las asociadas a las Formaciones Ciénaga de Oro, San Cayetano Superior e Inferior, Pajuil, Floresanto, Tampa y Marralú.

- Superficie de Aplanamiento: Se identifica como colinas de altura baja a ondulaciones, alturas que en la mayoría de los casos no superan los 50 m.s.n.m. La mayor disección de esta unidad se presenta en su periferia, en cercanías al depósito aluvial del río Sinú o en los límites con el relieve estructural denudativo (Figura 6) y en su parte superior la disección es escasa a nula. CIAF (1985) sugiere el nombre de Superficie de Aplanamiento de Santa Lucía a este sector de la cuenca del Sinú, y considera que obedece a la influencia de un cuerpo de agua posiblemente lacustre o de influencias marinas que pudo tener dos posibles orígenes, de erosión o de sedimentación. El origen de sedimentación pudo relacionarse con la acumulación de depósitos finos como arcillas, los cuales son acordes a algunos sectores cercanos a quebradas y el origen erosivo se fundamenta en la presencia de estratos sedimentarios en las partes altas de la superficie de erosión.

- Llanura aluvial (F): Se ubica en la porción media del Municipio, haciendo contacto con la superficie de aplanamiento y con el sistema colinado estructural denudativo. El subpaisaje más importante es la planicie de inundación del río Sinú, el cual es un complejo sistema de llanuras de edades diversas, que varían desde actuales hasta recientes (CIAF, 1985). Para el análisis geomorfológico de la amenaza por inundación fue modificado el mapa de inundaciones elaborado por el CIAF en 1985

y fueron establecidos los elementos del paisaje como diques, basines, paleocauces, terrazas, diques de cauces activos y otros.

- Procesos geodinámicos: El municipio de Montería presenta características homogéneas en algunos de los factores que controlan la manifestación de los procesos denudativos, los cuales se describen a continuación.

- Los materiales litológicos son rocas sedimentarias que, aunque muestran diversos grados de consolidación, presentan una respuesta bastante uniforme ante los agentes geomorfológicos.

- Las estructuras geológicas predominantes están asociadas al diaclasamiento y plegamiento de los materiales sedimentarios, favoreciendo en los sectores donde afloran, rasgos de meteorización esferoidal, como es el caso del sector de Sierra Chiquita.

- La uniformidad climática hace que más del 90% del Municipio presente un rango de precipitación entre 1000 y 1400 mm anuales, con una diferencia máxima de precipitación de 400 mm anuales.

- La pendiente, en sus características de magnitud, forma y aspecto, son especialmente adversos a la estabilidad en el sector occidental (serranía de Abibe) y suroriental (serranía de San Jerónimo) del Municipio; en el resto del área las geoformas planas, onduladas a colinadas de escasa altura y pendiente son predominantes y con problemas denudativos menores. • El municipio de Montería está dedicado esencialmente al uso pecuario y en general existen muy pocos relictos de bosque. Aun en los sectores de colinas altas y empinadas la cobertura del territorio se asocia a herbáceas, pastos para alimento del ganado.

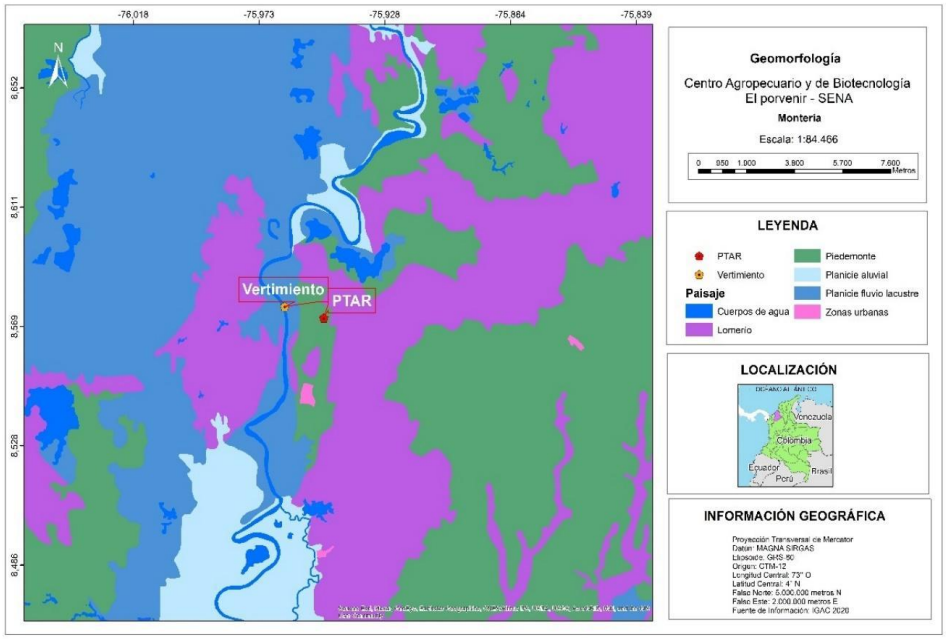


Ilustración 8. Geomorfología - Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir- Fuente: Elaboración Equipo Técnico

3.2.1.3. Hidrología

En el área de influencia del proyecto, se presenta el río Sinú, es un río con 415 kilómetros de longitud que drena una amplia cuenca de 13700 kilómetros cuadrados. Este río es conocido por muchos aspectos, pero lo que más destaca es la fertilidad de sus tierras, colocándolo en el mismo grupo que el río Nilo.

Una parte del río se utiliza para la generación de energía eléctrica mediante el embalse de Urrá, y además posee algunas plantas hidroeléctricas. No es navegable en su totalidad, pero si gran parte de este ya que, aunque no es muy grande su caudal es suficiente para permitir la navegación por gran parte del río, cerca de su desembocadura forma un gran estuario.

Debido a la fertilidad de sus tierras este río posee una gran vegetación, así como también una enorme riqueza faunística ideal para la pesca, por lo que es un concurrido lugar turístico. Se dice que este río se encuentra atravesando un problema de contaminación debido a la utilización de químicos en la agricultura, pero las autoridades de tipo ambiental se encuentran tomando las acciones necesarias para solucionar este problema.

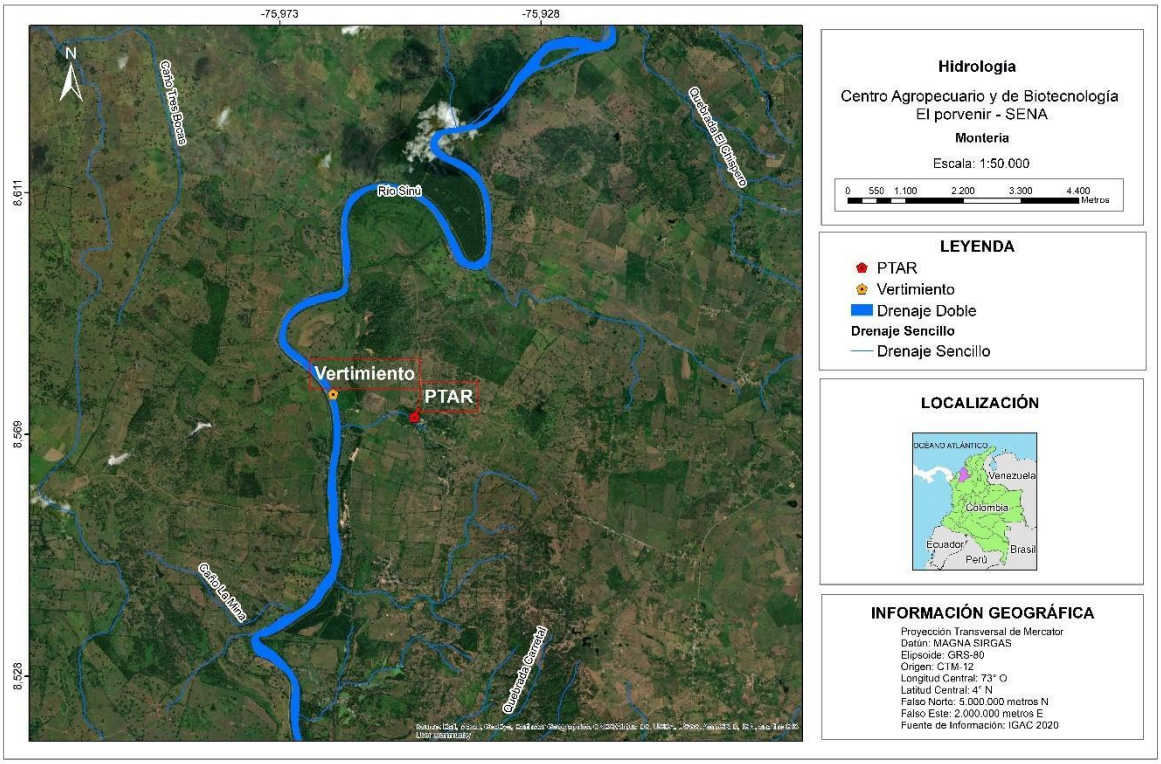


Ilustración 9. Hidrología**.** Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir- Fuente: Elaboración Equipo Técnico.

3.2.2. Del sistema de Gestión del vertimiento al Medio

3.2.2.1. Suelos, cobertura y usos del suelo

- **Unidad de Manejo Montería:** Suelos en la gran mayoría de origen aluvial, con basta influencia del Río Sinú, son suelos con pendientes (1 – 3%), ubicados al Norte del Municipio y límites con el municipio de Cereté. En la actualidad son los suelos donde se encuentra el mayor asentamiento de la actividad agropecuaria a nivel tecnificado del Municipio de Montería.

  Físicamente son suelos de textura franca a franco limosas y franco arcillosas, con estructuras en bloques subangulares de tamaño medio a grande y fuertemente desarrollados, consistencia dura, firme, plástica y pegajosa. Las mayores limitaciones en estos suelos lo constituyen la condición de drenaje, ya que estos suelos presentan altos niveles de compactación a nivel

superficial de acuerdo a los altos valores de densidad aparente (mayores a 1.6 gr/cc). Son suelos muy superficiales, limitados por la presencia de arcillas compactadas originadas por inadecuadas labores mecanización y carencia de coloides orgánicos.

Químicamente son suelos de reacción ligera a moderadamente acida (PH 5.5 – 6.5) con niveles de Azufre de medios a altos y en algunos casos excesivos, presentan valores bajos de Fósforo. Los contenidos de bases cambiables (Ca – Mg – Na - K) son de medios a altos a nivel intercambiable, igualmente la relación Ca/Mg presenta distribución normal a amplia, pero a nivel soluble esta relación se invierte, originando posiblemente los problemas de mala estructuración de los suelos, lo que puede derivar en parte de los problemas de drenaje, permeabilidad y porosidad.

- **Potencialidad:** Desde el punto de vista físico – químico, son los mejores suelos del municipio, sus condiciones los hacen aptos para la mayoría de los cultivos, sobre ellos se pueden establecer cultivos de pastos de alto valor nutritivo tanto de consumo directo como para ensilaje en ganaderías altamente productivas, de igual manera se pueden establecer cultivos como yuca, ñame, maíz, algodón, arroz, plátano, hortalizas, palma africana y caña de azúcar para procesos de energías alternas, siempre y cuando se cuente con sistemas de riego especialmente en estos dos últimos cultivos (Alcaldía de Montería, 2009).

A continuación, se describe el patrón de uso del suelo en el municipio de Montería. Como se observa en el mapa temático, el patrón en general corresponde a una matriz de pastos manejados con predominio de parches de pastos naturales o tradicionales en general, con un sector bien definido de parches de cultivos hacia las partes más próximas al río Sinú y alrededores de la ciudad de Montería.

a) Agropecuario: Los tipos de usos representativos son los siguientes:

- **Agricultura temporal tecnificada**: En general se desarrolla en la llanura aluvial bien drenada del río Sinú, en donde las tierras en un relieve que permite la mecanización han sufrido procesos de adecuación mediante ndistritos de riego y drenaje. Se calcula cerca de 10.257 Ha. dedicadas a este uso.

  Los cultivos más importantes en estos paisajes son los de algodón, sorgo, maíz, soya, ajonjolí y arroz, los cuales se cultivan dependiendo de la época y presencia de lluvias (ver mapa de uso del suelo anexo). En estas condiciones de producción la intensa mecanización de las tierras planas ha llevado a la degradación física de los suelos y la desecación de los humedales regionales.

- **Agricultura tradicional temporal:** Se desarrolla en el área de influencia de algunas ciénagas de la llanura de inundación del río Sinú, sectores de terrazas antiguas y las colinas con suelos pobres y relieve quebrado; corresponden a zonas de pequeñas parcelas donde se siembra

algodón ñame, patilla, yuca, plátano, arroz y maíz y la producción sólo llega para autoconsumo.

- **Agricultura perenne tradicional:** Aunque los frutales como mango, papaya, guayaba, aguacate, zapote, níspero, cítricos, coco y piñas se encuentran en toda el área a manera de árboles y cultivos de autoconsumo, existen sectores en donde se desarrollan como una actividad comercial, hacia el oriente, en el corregimiento de Vijagual.

- **Ganadería semi - intensiva**: Se desarrolla en potreros con manejo de razas mejoradas en general en la llanura aluvial del Sinú, y algunos sectores de las colinas y terrazas en las áreas cerca de los caños y ciénagas, ocupando la mayor extensión en el municipio. Los potreros en pastos introducidos y de corte (Dichanthium, Brachiaria Hyparrencia, Pennisetum y Saccharum) son sometidos a manejo de praderas y los animales que tiene como propósito levante y engorde para carne reciben atención en el control sanitario, alimento suplementario y semiestabulación. En el mapa temático se han identificado estas zonas bajo el símbolo (PM).

- **Ganadería extensiva:** Se desarrolla en potreros distribuidos en colinas y terrazas donde los suelos son de baja fertilidad y en zonas aluviales mal drenadas (símbolos PN y PN/TE); se encuentran además en pastos del área de influencia de ciénagas (PL) en donde extensas áreas han sido desecadas. Corresponde al desarrollo de una ganadería cría – levante con ganado criollo y cebú en una cobertura herbácea de pastizal bajo denso (comunidad florística Dichanthium – sida), donde el ganado dependiendo del rebrote de pastos se maneja rotándolo en extensas áreas a lo largo del año, intensificando los problemas ambientales de los suelos como son la compactación, la salinización, la acidificación y reducción del área de los humedales.

  Articulado en el paisaje se encuentran áreas forestales con árboles para sombrío, forraje y extracción de leña y madera con manejo silvopastoril extensivo (pastizal bajo denso con sinusia arbórea alta) y algunos parches de rastrojo sólo (R) o rastrojo con pastos (R/PN).

  Los pastos más comunes son Panicum, Brachiaria, Echinoclhoa y Bothioclhoa, donde se desarrolla ganadería sin manejo con razas criollas y pastos naturales; y potreros con Dichanthium, Brachiaria, Hyparrenia, Pennisetum y Saccharum en las áreas de ganadería extensiva sin manejo con razas criollas y pastos naturales e introducidos.

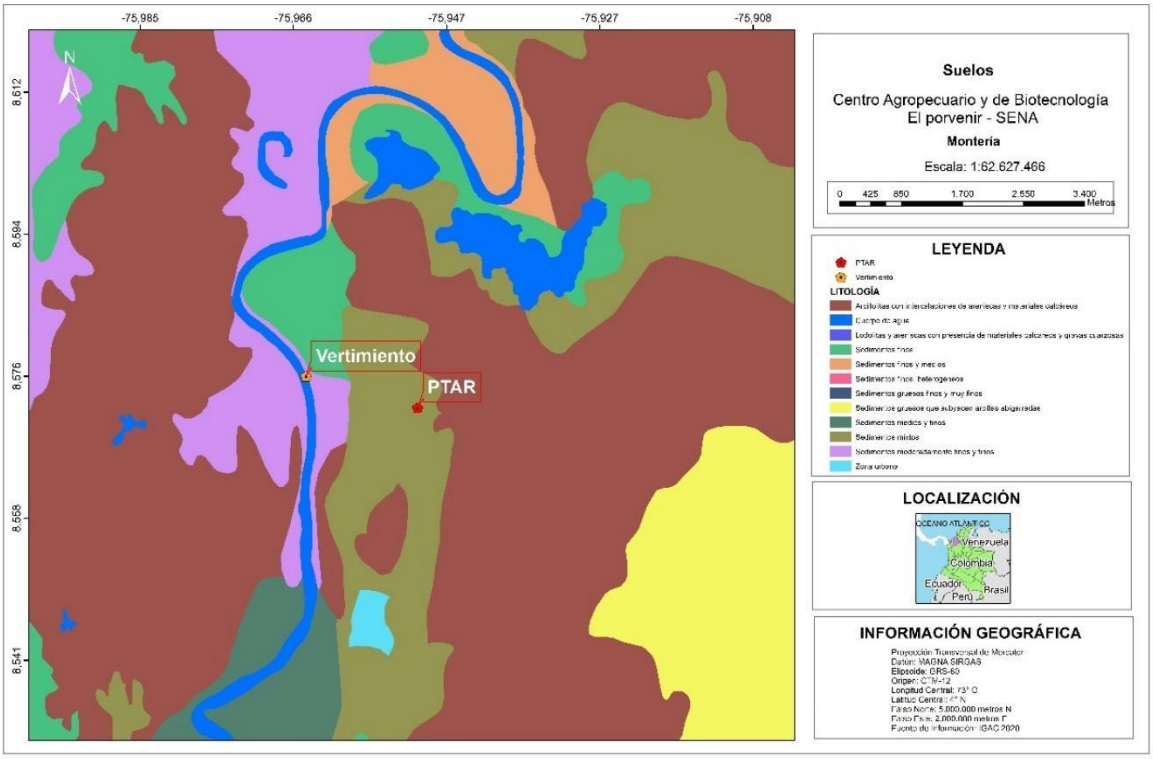


Ilustración 10. Suelos - Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir. Fuente: Elaboración Equipo Técnico

3.2.2.2. Calidad del agua

Frente a la cobertura del servicio de acueducto, Montería se abastece de su principal cuerpo hídrico que es el río Sinú, cuyas aguas son tratadas mediante seis plantas. Dos PTAP convencionales y cuatro plantas compactas. Los asentamientos o barrios localizados en la periferia en zonas de alto riesgo las cuales, por sus condiciones, impiden la instalación de redes de acueducto y alcantarillado, son abastecidas de agua potable mediante piletas públicas.

Se destaca que el 11,8% de la cobertura se da mediante redes con más de 40 años de antigüedad, mientras que el 87,7% de la red tiene menos de 25 años.

El mayor porcentaje de suscriptores al servicio se concentra en el estrato 1 con más de la mitad de la participación, seguido de los estratos dos y el uso comercial. Entre estos rubros de suscriptores suman el 92,43% de los suscriptores al servicio.

En alcantarillado, la cobertura es distinta como se señaló anteriormente. El 100% aguas servidas de la ciudad de Montería se tratan en dos lagunas de oxidación localizadas al oriente del casco urbano. Comprende el alcantarillado sanitario, pluvial y el tratamiento de aguas residuales también está a cargo de Veolia Aguas de Montería S.A E.S.P. La cobertura es del 84%, con un total de suscriptores de 95.859, según lo reportado en el Plan de Desarrollo 2016-2019.

En cuanto a la zona rural, no se cuenta con servicio de acueducto y alcantarillado en varios sectores incluyendo el área de influencia del presente plan por la empresa prestadora de estos servicios en la zona urbana.

3.3. MEDIO BIÓTICO

3.3.1. Ecosistemas Acuáticos

Dentro del río Sinú existe una gran cantidad de especies que convierten este lugar en su hogar, todas estas eligen la zona del río para vivir debido a la riqueza en vegetación que existe lo que les proporciona muchísimas fuentes de alimentos, así como un clima agradable para comer, desarrollarse y aparearse.

Los principales animales de este lugar son los animales marinos entre los que se pueden encontrar varios crustáceos tales como cangrejos jaibas y langostas. También varias especies de camarones de agua dulce que suelen ser muy buscado por los pescadores, así como muchos peces como bagre, bocachico, esturión y algunas especies migratorias.

También el agua o en las orillas del río se pueden encontrar varios reptiles, pero son generalmente pequeños caimanes, camaleones. También existen muchas aves que se dirigen a este lugar en búsqueda de alimentos y de un lugar donde vivir, hacen de los árboles y la vegetación su hogar y se alimentan de los peces o insectos, alguno de estos son las garzas, gaviotas, halcones y aves.

Entre los mangles se puede mencionar el mangle costero, especial, de llanura, uno que soporta la salinidad, cada uno adaptándose al clima en el que se encuentren. Existe vegetación de helecho, vegetación ribereña y preciosas zonas boscosas con grandes árboles, que le dan al río un color precioso ya que se reflejan en el mar.

3.3.2. Ecosistemas Terrestres

Este sitio no alberga muchos mamíferos sin embargo se pueden conseguir algunos zorros y mapaches rondando por el lugar en busca de alimento. Este río se convierte en un hogar para muchísimos animales que se reproducen dentro del río o utilizan las aguas del río para completar su ciclo de vida. Esto apoyado por la presencia de un ecosistema de sabana en la zona.

3.4. MEDIO SOCIOECONÓMICO

Según información DANE, en el periodo de estudio 2005 – 2018, la población de Montería tuvo un crecimiento positivo cercano al 0,2% durante todos los años. La población rural pasó de 92.463 a 102.459, mientras que la población urbana partió de 286.631 habitantes a 357.623. no obstante, cabe anotar que, a pesar del crecimiento porcentual en ambos tipos de suelo, en el año 2005 la población rural constituía un 25 % del total, mientras que para el 2018 descendió a un 22% demostrando una fuerte consolidación del núcleo urbano. Según cifras DANE, para el año 2018 el municipio contaba con un total de 85.992 hogares conformados por 3,91 personas en promedio (CVS, 2006).

Según cifras DANE, para el año 2018 el municipio mantiene el mismo peso porcentual en la distribución poblacional del departamento que tenía en el año 2005, con un 25,7%. Esto indica que se mantiene como el principal núcleo urbano, pero que no se han generado un desequilibrio general en el crecimiento del Departamento (CVS, 2006).

3.4.1. Actividades Económicas Principales.

Según Buchelli, (s.f), la localización privilegiada en el centro del extenso y fértil valle del Sinú convierte a Montería en centro agrícola, ganadero, comercial y turístico. Las principales actividades de la ciudad son la ganadería y la agroindustria, alentada por la fecundidad del valle del Sinú. Las principales razas de ganado que se crían en el valle del Sinú son el Cebú, Pardo suizo, Holstein y Romosinuano.

Además, según los informes realizados por Alcaldía de Montería, (2021), Montería es reconocida como la capital nacional de ganadería vacuna, trayendo siempre los primeros lugares en las competiciones vacunas a nivel mundial. Por otra parte, la pesca se realiza de manera artesanal y por un grupo pequeño de pescadores familiares a las orillas del río Sinú. Por otro lado, Montería es considerada un importante foco para la economía ganadera y agroindustrial de Colombia y los principales cultivos son el maíz tradicional, maíz

tecnificado, algodón, sorgo, arroz secano manual, arroz secano mecanizado, arroz riego, yuca, plátano y ñame.

El sector agrícola municipal es el mayor aportante al producto interno bruto del departamento. La producción de cultivos transitorios, anuales y permanentes es baja, si se tiene en cuenta las potencialidades del suelo y la demanda de compra y consumo tanto interna como externa. Alguno de los factores desestimulantes de la producción agrícola es la rentabilidad, la cual ha bajado considerablemente en los últimos años como consecuencia de los altos costos de los insumos y de los bajos precios del mercado a raíz de las importaciones.

Las actividades que más población ocupan en el municipio son el comercio, actividades de servicio (65,2 %) y la industria (12,5%). Los sectores económicos de Montería presentan el siguiente panorama:

3.4.1.1. Sector Primario: Agropecuario

La estructura económica - productiva del municipio de Montería está compuesta fundamentalmente por los sectores agrícola y ganadero, siendo los que más aportan a la producción municipal. El sector agrícola municipal es el mayor aportante al producto interno bruto del departamento. La producción de cultivos transitorios, anuales y permanentes es baja, si se tiene en cuenta las potencialidades del suelo y la demanda de compra y consumo tanto interna como externa. Alguno de los factores desestimulantes de la producción agrícola es la rentabilidad, la cual ha bajado considerablemente en los últimos años como consecuencia de los altos costos de los insumos y de los bajos precios del mercado a raíz de las importaciones.

- **Subsector Pecuario**

EI municipio por tradición ha sido ganadero; en él se desarrolla la cría, levante y engorde de ganado vacuno, ovino, caprino, caballar, mular y otras producciones menores como cerdos, aves de corral, apicultura, cunicultura y productos de leche, lana, huevos, cera, entre otros. No obstante, el predominio en este sector es el de la ganadería de bovinos, en forma semintensiva y extensiva, en la cual predomina el objetivo productivo doble propósito (carne y leche). La carga es de 1.3 animales/hectárea/año; considerada baja con relación al promedio nacional que es de 1.8 animales/hectárea/año. Además, se destaca la producción de leche en la región que para 1998 ascendió a 1.831.144 litros día correspondiente al 17% de la producción del departamento.

La calidad de las ganaderías del municipio se considera de las mejores del país, producto de un proceso de mejoramiento de raza y del control sanitario de la fiebre Aftosa; lo que permitió

la declaratoria de departamento libre de la enfermedad, por autoridades sanitarias internacionales.

En cuanto al sacrificio de bovinos la cifra alcanza aproximadamente a 10.000 unidades mensuales, ubicando al municipio en el primer puesto a nivel departamental, mostrándose la importancia del sector ganadero en la economía del municipio y el aporte al departamento

para hacer de este el primer productor de ganado en el país y uno de los principales procesadores de leche.

La ganadería no sólo ha contribuido significativamente en la generación de alimentos para la región y la nación, también es de las actividades que más empleo y riqueza genera en el municipio, constituyéndose en el sector de mayor aporte al PIB departamental.

Otras especies Pecuarias representativas son La cría de caballos, cabras, búfalos, ganado porcino, aves de corral y la actividad piscícola, son practicadas en forma semiextensiva. El incremento de la actividad piscícola abre al municipio y al departamento otro frente productivo en el sector de la agroindustria, en la medida en que crece la demanda de productos de concentrados para la cría de peces, cerdos y demás especies.

- **Subsector forestal**

El subsector forestal presenta aumento en el número de hectáreas sembradas, como consecuencia del apoyo que está recibiendo el sector privado a través del Certificado de Incentivo Forestal – CIF; muestra de ello es la plantación en el municipio de 1977 hectáreas entre 2001 y 2003, en las cuales se invirtió para el mismo período señalado la suma de $1.074.599.689.

- **Subsector Minero**

La producción minera se muestra en pequeña escala, principalmente para abastecer el mercado de Montería; los ingresos que se generan son de subsistencia para los productores. Se explota principalmente materiales para la construcción: caliza, arena, piedra y arcilla en los corregimientos de las Palomas, Santa Isabel y en la zona urbana de Montería. Para su explotación se utilizan métodos rudimentarios.

3.4.1.2. Sector secundario industria y agroindustria

Los bajos niveles de industrialización existentes se relacionan con el procesamiento de productos agropecuarios (agroindustria). Además de las empresas agroindustriales, existe una de fábrica de bebidas gaseosas que cuentan con modernas instalaciones y generan un buen número de empleos directos e indirectos.

Existen igualmente empresas de características artesanales, relacionadas con la industria del cuero, la confección, la madera y construcción. Estos establecimientos se localizan en Montería debido a la cercanía de las materias primas, las condiciones de accesibilidad regional, la prestación de servicios y el tamaño de este centro urbano que garantiza un mercado de consumo para la producción y la mano de obra necesaria. Entre los grupos industriales existentes en la ciudad se destacan:

- Productos alimenticios, excepto bebidas con un 33 %
- Artículos confeccionados de materiales textiles, un 16,6 %
- Fabricación y procesamiento de productos de madera, un 11,6 %
- Tipografía y litografía, un 14 %
- Fabricación y procesamiento de productos biológicos a base de materiale sintéticos y naturales, 6 %
- Fabricación de materiales de construcción, un 15 %
- Fabricación de elementos en aluminio y sus derivados
- Fabricación de repuestos automotriz, un 1,8 %
- Fabricación de joyas en oro y platino, 1,1 %
- Fabricación de utensilios de aseo, un 1,8 %

3.4.1.3. Sector Terciario: Prestación de Servicios

Montería, paulatinamente se consolida como ciudad prestadora de servicios. Sobresalen: el apoyo de los servicios bancarios, seguros y otros financieros; finca raíz; servicios personales entre los que se cuentan el de enseñanza, médicos, odontológicos, recreación, hotelería y reparación de equipos, entre otros.

El desarrollo de este sector está limitado por la debilidad de la infraestructura social y de servicios. Se requiere mejorar las condiciones físicas y sociales de la ciudad para que sea considerada como centro subregional mayor. La consolidación de Montería como ciudad universitaria es una prioridad, el servicio de educación superior con 20 universidades, exige la dotación de infraestructura recreativa, deportiva, de biblioteca, centros tecnológicos y culturales.

4. PROCESO DE CONOCIMIENTO DEL RIESGO.

4.1. IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DE OCURRENCIA DE LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA Y/O PRESENCIA DE UNA AMENAZA.

Una amenaza es un evento severo de origen natural, tecnológico o antrópico capaz de causar daño a las personas, los bienes o al medio ambiente. Es el factor externo del riesgo y se evalúa en términos de una probabilidad de ocurrencia.

Para la identificación de amenazas existentes, se ha tenido en cuenta tanto la posibilidad de ocurrencia, así como información histórica existente, en un periodo aproximado de 20 años, que se posee eventos sucedidos en el Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir, SENA, Regional Córdoba con consecuencias de pérdidas significativas.

Las amenazas identificadas, en el Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir, SENA, Regional Córdoba, según el Plan de emergencia de la entidad, 2019, han sido retomadas de este acuerdo con lo observado en campo, en lo que corresponde a la zona de influencia de la PTAR del centro de formación.

Inicialmente se definieron los factores ambientales donde se pudiesen identificar los diferentes impactos ya sean internos o externos del entorno; en este caso los riesgos provocados por el manejo de las aguas residuales. Posteriormente se examinaron los procesos de las aguas residuales y se señalaron los factores ambientales ya identificados y se asociaron los posibles impactos para cada aspecto.

Para una mejor comprensión y valoración de las amenazas en el Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir, SENA, Regional Córdoba, donde se ubica la PTAR, se hace una descripción de estas:

4.1.1. Amenazas Naturales del Área de Influencia

Las amenazas naturales son todos los fenómenos atmosféricos, hidrológicos, geológicos (especialmente sísmicos) que, por su ubicación, severidad y frecuencia, tienen el potencial de afectar adversamente a los ecosistemas, al ser humano y/o a sus estructuras.

Para establecer una adecuada gestión del riesgo en cada zona de influencia de la PTAR de El Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir, SENA, Regional Córdoba, se toma como referencia lo observado directamente en las visitas de campo, con el fin de avaluar finalmente el riesgo que estas amenazas representan al sistema PTAR, Algunos aspectos como la amenaza sísmica, dada su complejidad, han sido estudiadas por expertos y su

conocimiento y clasificación ya ha sido determinada para el territorio colombiano, y en particular, para todo el municipio de Montería:

Tabla 9. Identificación de las amenazas naturales

Aspectos	**Amenaza**	**Probabilidad de ocurrencia**	
		Si	**No**
Geológicos	Sismos	X	
	Volcánica		X
Geomorfológicos	Remoción en masa		X
	Avalanchas		X
Hidrológicos	Lluvias	X	
	Inundaciones	X	
	Avenidas torrenciales		X
Meteorológicos	Tormentas eléctricas		X
Geológicos	Incendios forestales	X	
	Vientos	X	
Biológicos	Mordedura de animales	X	
	Picadura de animales	X	

De acuerdo al resultado de la anterior tabla, las probabilidades de ocurrencia ante la presencia de amenazas naturales se identifican como: Sísmica, inundaciones (incluye crecida por el Río Sinú), incendios forestales, vientos, mordedura y picadura de animales.

4.1.2. Amenazas asociadas a la Operación del Sistema de Gestión del Vertimiento

Por amenaza operacional se entiende cualquier falla o deficiencia en la operación del sistema de vertimientos, que pueda provocar pérdidas potenciales causadas por errores humanos, procesos internos inadecuados o defectuosos, o fallos en los sistemas de monitoreo y control.

Este tipo de amenaza está asociado con los procesos de operación de los diferentes elementos que componen la Planta de Tratamiento de Aguas residuales Domesticas del Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir.

Para identificar las amenazas operativas que puedan tener efectos sociales, económicos y ambientales en el área de influencia, se tuvieron en cuenta variables como los registros de mantenimiento, tiempo de operación, e información sobre incidentes ocurridos, y analizando la probabilidad de ocurrencia. Estás se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 10. Identificación de amenazadas operativos

Aspectos	**Amenaza**	**Probabilidad de ocurrencia**	
		Si	**No**
Operativos	Taponamiento de tuberías	X	
	Ruptura de tuberías de conducción	X	
	Colmatación de pozo séptico, pozos de inspección y filtros	X	
	Colmatación de trampa de grasas	X	
	Derrames		
	Accidentes de trabajo	X	
	Fallas en el sistema	X	
	Daños a la infraestructura	X	

De acuerdo al resultado de la anterior tabla, las probabilidades de ocurrencia ante la presencia de amenazas operativas se identifican como: Taponamiento de tuberías, ruptura de tuberías,

colmatación del pozo séptico, pozos de inspección y filtros, colmatación de trampa de grasas, derrames, accidentes de trabajo, fallas en el sistema, y daños a la infraestructura.

4.1.3. Amenazas por Condiciones Socioculturales y de Orden Público

Este tipo de amenazas están asociadas a problemas de orden público y comportamiento de la comunidad aledaña con relación al manejo del entorno y que puedan afectar la planta de tratamiento de aguas residuales y el área de influencia. En la identificación de amenazas socioculturales y de orden público que conlleven a efectos sociales, económicos y ambientales área de influencia se presenta la siguiente tabla:

Tabla 11. Identificación de las amenazas socioculturales y de orden público

Aspectos	Amenaza	Probabilidad de ocurrencia	
		Si	No
Orden público	Grupos al margen de la Ley		X
	Secuestro		X
	Bloqueo		X
	Atentado	X	
	Quemas	X	
	Protesta		X

De acuerdo presentado en la tabla anterior, las probabilidades de ocurrencia ante la presencia de amenazas socioculturales y de orden público se identifican como: Quemas de basura.

4.2. IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

4.2.1. Identificación de elementos susceptibles de ser afectados

La vulnerabilidad es la susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en el caso de que un evento físico peligroso se presente, corresponde a la predisposición de sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos.

Teniendo en cuenta lo anterior, para el caso las amenazas naturales y socioculturales o de orden público, el elemento expuesto es el Sistema de Gestión del Vertimiento y los eventos asociados son los que se manifiestan a consecuencia de su falla. Para las amenazas operativas (mantenimiento y manejo de la PTAR), los elementos expuestos son las condiciones ambientales (agua, suelos) y sociales.

Tabla 12. Elementos susceptibles de ser afectados

Amenaza	Vulnerabilidad	Componente	No.	Elementos susceptibles
Operativa	Vulnerabilidad ambiental	Agua	1	Calidad del agua
		Suelo	2	Calidad del suelo
		Fauna	3	Especies terrestres
			4	Especies ictiológicas
		Aire	5	Olores
Natural, Socioculturales y de Orden Público	Vulnerabilidad Física	Socioeconómico	6	Suspensión del tratamiento
			7	Salud de la población
			8	Pérdidas económicas
		PTAR	9	PTAR y sus componentes

Tabla 13. Identificación de la vulnerabilidad

Elementos susceptible		Tipos de amenaza																
		Naturales						Operativas								Socioculturales y de orden público		
Componentes	Elementos susceptibles	Sismos	Lluvias	Inundaciones	Incendios forestales	Vientos	Mor de dura y pica duras	Derrames	Accidentes de trabajo	Fallas en el sistema	Daños a la infraestructura	Taponamiento de tuberías	Ruptura de tuberías	Colmatación Pozos y filtros	Colmatación trampa de grasa	Quemas	Bloqueo	Atentado

ingeomaster@gmail.com
acoronad@gmail.com
(604) 789-0276 // 300-704-3478
Cra. 12 #55-60, casa 11- Conjunto Perpos
Montería - Córdoba - Colombia

Agua	Calidad del agua		X	X				X		X	X	X	X	X	X			
Suelo	Calidad del suelo				X			X		X	X		X			X		
Fauna	Especies terrestres			X	X			X		X						X		
	Especies ictiológicas			X				X		X								
Aire	Olores				X	X						X	X	X	X	X		
Socioeconómico	Suspensión del tratamiento	X	X	X				X	X	X	X		X				X	X
	Salud de la población				X	X	X	X		X	X		X			X		
	Perdidas económicas	X	X	X				X	X	X	X		X			X		
PTAR	PTAR y sus componentes	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X		

ingeomaster@gmail.com
acoronad@gmail.com
(604) 789-0276 // 300-704-3478
Cra. 12 #55-60, casa 11- Conjunto Perpos
Montería - Córdoba - Colombia

4.2.2. Valoración de la Vulnerabilidad

La valoración del grado de vulnerabilidad física de la infraestructura del sistema de Gestión del Vertimiento, se realiza en función del grado de exposición y la resistencia frente a cada una de las amenazas descritas en este documento.

El grado de exposición tiene una valoración así:

- Exposición Baja: Elemento con poca a exposición, que sufre efectos poco significativos o despreciables (valor de 1).
- Exposición Media: Elemento expuesto medianamente y sufre alteraciones que deben ser atendidas (valor de 3).
- Exposición Alta: Elemento que recibe toda la influencia de la amenaza y debe ser reparado o reemplazado (valor de 5).

La resistencia a la amenaza se clasifica como:

- Resistencia Baja: Cuando la amenaza alcanza a afectarlo significativamente. (valor de 5).
- Resistencia Media: Cuando la amenaza alcanza a modificarlo (valor de 3).
- Resistencia Alta: Es decir que la amenaza le hace una afectación mínima o no lo alcanza a afectar significativamente (valor de 1).

La valoración del grado de vulnerabilidad, se presenta en función de los dos parámetros anteriormente descritos de la siguiente manera:

- Vulnerabilidad Baja (1): Cuando el grado de exposición del elemento es bajo y la resistencia a la amenaza es alta, de este modo las consecuencias adversas son prácticamente autorrecuperables (valor de 1).

- Vulnerabilidad Media (2): Cuando el grado de exposición del elemento es bajo a mediano y la resistencia a la amenaza es alta a mediana, es decir que las consecuencias adversas son recuperables mediante la adopción de medidas (valor de 4 y 6).

- Vulnerabilidad Alta (3): Cuando el grado de exposición del elemento es medio a alto y la resistencia a la amenaza es mediana a baja, o sea que las consecuencias adversas y/o pérdidas son cuantificables y requieren la inversión de recursos técnicos y económicos (valor de 8).

- Vulnerabilidad Muy Alta (4): Cuando el grado de exposición del elemento es alto y la resistencia a la amenaza es baja (valor de 10).

ingeomaster@gmail.com
acoronad@gmail.com
(604) 789-0276 // 300-704-3478
Cra. 12 #55-60, casa 11- Conjunto Perpos
Montería - Córdoba - Colombia

Una vez establecidos los parámetros, es posible realizar una valoración del grado de vulnerabilidad física de la infraestructura del sistema y así podemos identificar cuáles son los escenarios con vulnerabilidad muy alta, los cuales se identifican a continuación:

Tabla 14. Calificación de los elementos susceptibles por amenaza teniendo en cuenta el grado de exposición

Elementos susceptible		Tipos de amenaza																
		Naturales						Operativas								Socioculturales y de orden público		
Componentes	Elementos susceptibles	Sismos	Lluvias	Inundaciones	Incendios forestales	Vientos	Morder dura y picaduras	Derrames	Accidentes de trabajo	Fallas en el sistema	Daños a la infraestructura	Taponamiento de tubería	Ruptura de tubería	Colmatación Pozos y filtros	Colmatación trampa de grasa	Quemas	Bloqueo	Atentado

Agua	Calidad del agua	3	5	5	1	1	1	5	1	5	5	3	5	3	3	1	1	1
Suelo	Calidad del suelo	1	1	1	1	1	1	5	1	3	3	1	3	1	1	3	1	1
Fauna	Especies terrestres	1	1	1	3	1	1	5	1	3	1	1	3	1	1	3	1	1
	Especies ictiológicas	1	1	1	1	1	1	5	1	5	5	1	5	3	3	1	1	1
Aire	Olores	1	1	1	1	5	1	5	1	5	5	3	5	3	3	3	1	1
Socioeconómico	Suspensión del tratamiento	3	1	5	3	1	1	5	5	5	5	3	5	3	3	1	3	3
	Salud de la población	5	1	3	3	5	3	5	3	5	5	1	3	3	3	3	1	1
	Perdidas económicas	3	1	3	3	1	1	5	5	5	5	3	5	3	3	1	1	1
PTAR	PTAR y sus componentes	3	3	3	3	1	5	5	5	5	5	5	5	3	3	1	1	1

ingeomaster@gmail.com
acoronad@gmail.com
(604) 789-0276 // 300-704-3478
Cra. 12 #55-60, casa 11- Conjunto Perpos
Montería - Córdoba - Colombia

Tabla 15. Calificación de los elementos susceptibles por amenaza teniendo en cuenta la resistencia a la amenaza

Elementos susceptible		Tipos de amenaza																
		Naturales						Operativas								Socioculturales y de orden público		
Componentes	Elementos susceptibles	Sismos	Lluvias	Inundaciones	Incendios forestales	Vientos	Mor de dura y picaduras	Derrames	Accidentes de trabajo	Fallas en el sistema	Daños a la infraestructura	Taponamiento de tuberías	Ruptura de tuberías	Colmatación Pozos y filtros	Contaminación degrasa	Quemas	Bloqueo	Atentado

Agua	Calidad del agua	3	3	3	1	1	1	5	1	5	5	3	5	3	3	1	1	1
Suelo	Calidad del suelo	1	1	1	1	1	1	5	1	3	3	1	3	1	1	3	1	1
Fauna	Especies terrestres	1	1	1	3	1	1	5	1	3	1	1	3	1	1	3	1	1
	Especies ictiológicas	1	1	1	1	1	1	5	1	5	5	1	3	1	1	1	1	1
Aire	Olores	1	3	1	1	5	1	5	1	5	5	3	5	3	3	3	1	1
Socioeconómico	Suspensión del tratamiento	3	1	1	3	1	1	5	5	5	5	3	5	3	3	1	1	1
	Salud de la población	1	1	1	3	5	3	5	1	5	5	1	3	1	3	3	1	1
	Perdidas económicas	3	1	1	3	1	1	5	1	5	5	3	5	1	1	1	1	1
PTAR	PTAR y sus componentes	3	3	3	3	1	5	3	5	5	5	3	5	3	3	1	1	1

ingeomaster@gmail.com
acoronad@gmail.com
(604) 789-0276 // 300-704-3478
Cra. 12 #55-60, casa 11- Conjunto Perpos
Montería - Córdoba - Colombia

Tabla 16. Matriz de calificación de la vulnerabilidad

Elementos susceptible		Tipos de amenaza																
		Naturales						Operativas								Socioculturales y de orden público			Σ
Componentes	Elementos susceptibles	Sismos	Lluvias	Inundaciones	Incendios forestales	Vientos	Movedura y pica duras	Derrames	Accidentes de trabajo	Fallas en el sistema	Daños a la infraestructura	Taponamiento de tuberías	Ruptura de tuberías	Colmatación Pozos y filtros	Colmatación trampa de grasa	Quemas	Bloqueo	Atentado	

Agua	Calidad del agua	6	8	8	2	2	1	10	2	10	10	6	10	6	6	2	2	2	85
Suelo	Calidad del suelo	2	2	2	2	2	1	10	2	6	6	2	4	2	2	6	2	2	55
Fauna	Especies terrestres	2	2	2	6	2	1	10	2	6	2	2	4	2	2	2	2	2	51
	Especies ictiológicas	2	2	2	2	2	1	10	2	10	2	2	6	2	2	2	2	2	53
Aire	Olores	2	4	2	2	10	1	10	2	10	10	4	6	4	4	6	2	2	81
Socioeconómico	Suspensión del tratamiento	6	2	12	6	2	1	10	10	10	10	4	10	4	4	2	4	4	101
	Salud de la población	6	2	2	6	10	2	10	4	10	10	2	4	2	2	6	2	2	82
	Perdidas económicas	6	2	4	6	2	1	10	6	10	10	2	10	4	4	2	2	2	83
PTAR	PTAR y sus componentes	6	6	6	6	2	1	8	10	10	10	6	10	2	2	2	2	2	91
Σ		38	30	40	38	34	10	88	40	82	70	34	64	32	32	30	20	20	

ingeomaster@gmail.com
acoronad@gmail.com
(604) 789-0276 // 300-704-3478
Cra. 12 #55-60, casa 11- Conjunto Perpos
Montería - Córdoba - Colombia

Tabla 17. Orden de los elementos susceptibles antes amenazas

Orden	Componente	Elemento Susceptible	Valor de la evaluación
1	Socioeconómico	Suspensión del tratamiento	101
2	PTAR	PTAR y sus componentes	91
3	Agua	Calidad del agua	85
4	Socioeconómico	Perdidas Económicas	83
5	Socioeconómico	Salud de la población	82
6	Suelo	Calidad del suelo	55
8	Fauna y Flora	Especies ictiológicas	53
9	Fauna y Flora	Especies terrestres	51

Tabla 18. Orden de eventos o amenazas

Orden	Componente	Elemento Susceptible	Valor de la evaluación
1	Operativo	Derrames	88
2	Operativo	Fallas en el sistema	82
3	Operativo	Daños a la infraestructura	70
4	Operativo	Ruptura de tuberías	64
5	Natural	Inundaciones	40
6	Operativo	Accidentes de trabajo	40
7	Natural	Sísmica	38
8	Natural	Incendios forestales	38
9	Operativo	Taponamiento de tuberías	34

Orden	Componente	Elemento Susceptible	Valor de la evaluación
10	Natural	Vientos	34
11	Operativo	Colmatación pozos y filtro	32
12	Operativo	Colmatación trampas de grasas	32
13	Natural	Lluvias	30
14	Socioeconómico	Quemas	30
15	Socioeconómico	Bloqueos	20
16	Socioeconómico	Atentados	20
17	Natural	Mordeduras y picaduras de animales	10

De acuerdo a la matriz de vulnerabilidad y el orden de los elementos susceptibles y las amenazas que se pueden presentar se realiza el análisis de vulnerabilidad. Por ejemplo, lo elementos susceptibles más vulnerables son Suspensión del tratamiento, Salud de la Población, Olores, PTAR y sus componentes, Calidad de Agua y Pérdidas económicas.

Además, las amenazas más propensas a presentarse son: Derrames, Fallas en el sistema, Daños a la infraestructura, ruptura de tuberías, Inundaciones y Accidentes de trabajo. Esto no quiere decir que estás amenazas sean urgentes de presentarse, solo que son las probables a suceder.

4.3. CONSOLIDACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO

El riesgo se define como la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas. Los factores que lo componen son la amenaza y la vulnerabilidad.

Basados en la evaluación resultante en la matriz de vulnerabilidad, realizamos una calificación del riesgo, de acuerdo a la escala de rangos presentada en la siguiente tabla:

Tabla 19. Escala de Rangos para calificación de Riesgo.

N°	Calificación	Riesgo	Rango	Color	Valor de la evaluación
1	Tolerable	Efecto bajo manejable con medidas de control	< 25%		Se deben tomar medidas para llevar los riesgos a la zona aceptable
2	Moderado	Se deben tomar medidas para llevar los riesgos a la zona aceptable	25% - 50%		Se deben tomar medidas para llevar los riesgos a la zona aceptable

N°	Calificación	Riesgo	Rango	Color	Valor de la evaluación
3	Importante	Efecto alto manejable con medidas estructurales	> 50% - 70%		Se deben tomar medidas para llevar los riesgos a la zona aceptable
4	Crítico	Alto y catastrófico manejable con medidas estructurales	> 75%		Se recomienda manejar la actividad que genera el riesgo

De acuerdo a la evaluación realizada para las diferentes amenazas, se consideran los riesgos importantes (aquellos con valores dentro del rango de 75% y 50%), lo cual nos permite consolidar escenarios teniendo en cuenta la calificación por evento.

A continuación, presentamos los siguientes escenarios realizados priorizados en la PTAR:

Tabla 20. Consolidación de los escenarios de riesgo

N°	Evento	Componente
1	Derrames	Operativo
2	Fallas en el sistema	Operativo
3	Daños a la infraestructura	Operativo
4	Ruptura de tuberías	Operativo

5. PROCESO DE REDUCCIÓN DEL RIESGO ASOCIADO AL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO.

Según establece la Resolución 1514 de 2012, la reducción del riesgo constituye la ejecución de medidas de intervención dirigidas a reducir o disminuir el riesgo existente, asume que en muchas circunstancias no es posible ni factible controlar totalmente el riesgo existente, es decir, que en muchos casos no es posibles impedir o evitar totalmente los datos y sus consecuencias, sino más bien reducirlos a niveles aceptables y factibles.

A continuación, se presentan y describen las medidas para prevenir, evitar, corregir y controlar los riesgos identificados, analizados y priorizados. Estas medidas se presentan mediante fichas para su fácil utilización y manejo:

FICHA	**FICHA DE REDUCCIÓN DEL RIESGO**			
PGRV- 01				
NOMBRE O RAZÓN SOCIAL	Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir			
DIRECCIÓN	Kilómetro 45 vía Tierralta, Corregimiento Santa Isabel			
MUNICIPIO	Montería	**DEPARTAMENTO**	Córdoba	
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE REDUCCIÓN DEL RIESGO				
TIPO DE MEDIDA	**ESTRUCTURAL**		**NO ESTRUCTURAL**	
NOMBRE DE LA MEDIDA	Mantenimiento y limpieza de las unidades de tratamiento de aguas residuales domésticas			

OBJETIVO	Prevenir, mitigar y controlar los impactos ambientales negativos, referente a la colmatación del sistema de tratamiento.										
META	Evitar la alteración en la continuidad del tratamiento de las aguas residuales domésticas.										
DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN PROPUESTA	Realizar periódicamente mantenimiento y limpieza de las unidades del sistema de tratamiento de aguas residuales y de las trampas de grasas, buscando mitigar los malos olores, y la colmatación en estas.										
RESPONSABLE	Área Ambiental del Centro SENA PORVENIR			**Plazo de ejecución**		Durante etapa operativa					
COSTO	-	**CRONOGRAMA (semestral)**									
MECANISMO DE SEGUIMIENTO	Mantenimiento y limpieza de unidades del sistema.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		x		x		x		x		x	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Registro fotográfico Factura de recolección de residuos Informe de estado de trampas de grasas y PTAR.										

FICHA	**FICHA DE REDUCCIÓN DEL RIESGO**			
PGRV- 02				
NOMBRE O RAZÓN SOCIAL	Centro Agropecuario y de Biotecnología el Porvenir			
DIRECCIÓN	Kilómetro 45 vía Tierralta, Corregimiento Santa Isabel			
MUNICIPIO	Montería	**DEPARTAMENTO**	Córdoba	
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE REDUCCIÓN DEL RIESGO				
TIPO DE MEDIDA	**ESTRUCTURAL**		**NO ESTRUCTURAL**	x
NOMBRE DE LA MEDIDA	Monitoreo de las condiciones de las conexiones hidráulicas del sistema de tratamiento.			

OBJETIVO	Controlar los riesgos asociados a rupturas, fugaz y/o taponamiento de tuberías.					
META	Prevenir vertimientos de aguas residuales sin tratamiento por rupturas o fugaz en las redes de conducción de estas.					
DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN PROPUESTA						
Realizar mantenimiento y limpieza, inspección ocular y/o reparaciones a las tuberías de conducción, además de realizar campañas de sensibilización y concientización al personal para evitar la presencia de sólidos como papel que pueden obstruir el sistema.						
RESPONSABLE	Área Ambiental del Centro SENA PORVENIR	**Plazo de ejecución**	Durante etapa operativa			
COSTO	-	**CRONOGRAMA (Anual)**				
MECANISMO DE SEGUIMIENTO	Mantenimiento de conexiones hidráulicas del sistema de tratamiento.	1	2	3	4	5
		x	x	x	x	x
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Registro fotográfico Actas de revisiones programadas. Informes de revisiones realizadas.					

FICHA **PGRV- 03**	**FICHA DE REDUCCIÓN DEL RIESGO**			
NOMBRE O RAZÓN SOCIAL	Centro Agropecuario y de Biotecnología el Porvenir			
DIRECCIÓN	Kilómetro 45 vía Tierralta, Corregimiento Santa Isabel			
MUNICIPIO	Montería	**DEPARTAMENTO**	Córdoba	
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE REDUCCIÓN DEL RIESGO				
	ESTRUCTURAL		**NO ESTRUCTURAL**	**x**

NOMBRE DE LA MEDIDA	Realización de capacitaciones sobre eventos naturales y seguimiento a ocurrencias de evento natural inundaciones tipo inundaciones										
OBJETIVO	Definir acción de respuesta ante evento natural										
META	Capacitar al personal del área operativa y administrativa										
DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN PROPUESTA											
Con relación a la ubicación del Centro SENA PORVENIR y a las características de drenaje del municipio de Montería, se propone capacitar al personal del área administrativa y operativa en el manejo de las unidades de funcionamiento comercial y unidades de tratamiento del sistema de gestión toda vez que se presenten las condiciones factibles de presentación de eventos naturales tipo inundaciones.											
RESPONSABLE	Área Ambiental del Centro SENA PORVENIR		**Plazo de ejecución**	Durante etapa operativa							
COSTO	-	**CRONOGRAMA (Semestral)**									
MECANISMO DE SEGUIMIENTO	Actas de seguimiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		x		x		x		x		x	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Registro fotográfico Actas de capacitaciones										

FICHA	**FICHA DE REDUCCIÓN DEL RIESGO**		
PGRV- 05			
NOMBRE O RAZÓN SOCIAL	Centro Agropecuario y de Biotecnología el Porvenir		
DIRECCIÓN	Kilómetro 45 vía Tierralta, Corregimiento Santa Isabel		
MUNICIPIO	Montería	**DEPARTAMENTO**	Córdoba
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE REDUCCIÓN DEL RIESGO			

	ESTRUCTURAL		**NO ESTRUCTURAL**	x
NOMBRE DE LA MEDIDA	Revisión de las instalaciones de la PTAR			
OBJETIVO	Garantizar la estabilidad de la estructura de descarga del Sistema de Gestión del Vertimiento ante una inundación o ante avenidas torrenciales.			
META	Optimización y monitoreo del sistema de tratamiento adecuadamente para evitar contaminación.			
DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN PROPUESTA				
Realizar periódicamente revisión y/o inspección ocular de las instalaciones que conforma la PTAR, además, de la protección de los lechos de secado del Sistema de Gestión del Vertimiento.				
RESPONSABLE	Área Ambiental del Centro SENA PORVENIR		**Plazo de ejecución**	Durante etapa operativa

COSTO	-	**CRONOGRAMA (Mes)**																		
MECANISMO DE SEGUIMIENTO	Actas de seguimiento	1año				2año				3año				4año				5año			
		x				x				x				x				x			
			x				x				x				x				x		
					x				x				x				x				x
INDICADORES DE SEGUIMIENTO																				

6. PROCESO DE MANEJO DE LA CONTINGENCIA

De acuerdo con lo establecido en la Ley 1523 de 2012, está conformado por la preparación para la respuesta a emergencias, la preparación para la recuperación pos-desastre, la ejecución de la respuesta y su respectiva recuperación.

Este proceso tiene como soporte el análisis de riesgos y comprende la preparación para la respuesta, la preparación para la recuperación pos desastre, la ejecución de la respuesta y la respectiva recuperación.

Este Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos estará enlazado al Plan de Emergencia del Centro de Agropecuario y de Biotecnología el Porvenir

6.1. PREPARACIÓN PARA LA RESPUESTA

La preparación para la respuesta es la suma de acciones destinadas a ordenar los recursos humanos, físicos y financieros, además de los procedimientos que se llevarían a cabo en caso de que se presente una emergencia y está asociado con la elaboración del Plan de Contingencia (preparación para la respuesta).

Los protocolos de emergencia y contingencia contemplan las acciones y los procedimientos como instrumentos rectores del diseño y realización de los procedimientos generales, para dar respuesta a cada una de las emergencias que se pueden presentar durante las actividades desarrolladas.

- **Objetivo**

Coordinar la atención de eventos, mediante lineamientos de manejo, para la atención de emergencias, de tal manera que el operador y contratistas del proyecto, puedan tener una respuesta efectiva frente a la ocurrencia de estos.

6.1.1. Plan estratégico

El Plan de Contingencia tiene un conjunto de estrategias de respuesta para atender una contingencia, en el cual se definen los procedimientos operativos e informativos que permiten determinar las acciones a seguir para minimizar la afectación a las áreas de interés ambiental, instalaciones de la empresa y terrenos aledaños.

Así mismo es quien establece la organización, recursos, estrategias y procedimientos operativos a seguir para el control de las emergencias que puedan ocurrir, constituyéndose como una herramienta preventiva y correctiva a emplear y que permite a la vez dar cumplimiento a las normas ambientales.

Para la ejecución del proyecto se plantea la necesidad de desarrollar un plan estratégico, operativo o de acción y un plan informativo que permita al operador y contratistas estar preparados para atender las posibles emergencias que se puedan presentar, asociadas a la ocurrencia de eventos adversos o indeseables con capacidad de afectar en diferente grado su normal funcionamiento y con ello el éxito del proyecto en cuanto a objetivos y metas trazadas.

De este modo, las acciones generales del Plan de Contingencia deberán estar dirigidas en primera instancia a la atención de siniestros ocasionados por fallas en el proceso de operación, error humano, deficiencias en la seguridad industrial y desgaste de equipos.

La estructura organizacional se basará en el Comité Operativo de Emergencias, que es un grupo de personas que constituyen el soporte estratégico del plan de emergencias y está conformado por personas cuyo cargo garantice capacidad de decisión y gestión en el centro de formación, por lo tanto, constituye el nivel gerencial del plan de emergencias. En el Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir el Comité Operativo de Emergencias está conformado por:

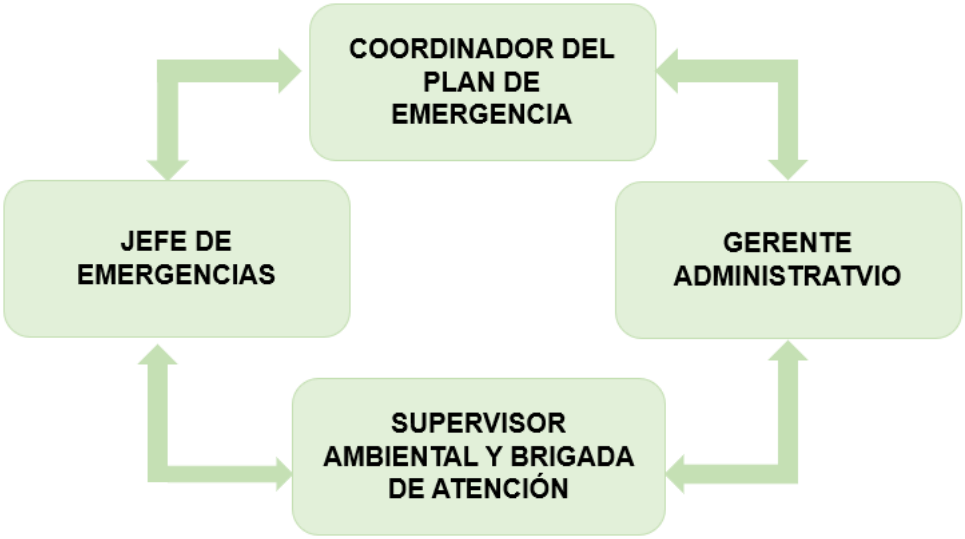


Ilustración 11. Estructura organizacional del comité de emergencias**.** Fuente: Elaboración Equipo Técnico

Tabla 21. Comité Operativo de Emergencia

Nombre	Cargo	Rol en el Comité
Dr. José Nicolás Barrios	Subdirector del Centro	Coordinador del Plan
Dr. Jose David Fuentes Aldana	Coordinador de Grupo de apoyo administrativo	Jefe de Emergencias
Dr. Héctor Cogollo	Almacenista	Jefe de Emergencias

6.1.1.1. Definición de funciones de los participantes

Subdirector de Centro: Conocer el Plan de emergencias, dar las facilidades para su implementación. Es el responsable absoluto del Plan de emergencias.

Jefe de Brigada: Conocer el plan de emergencias, capacitar y dar instrucciones referentes a las características del plan, practicar el plan de emergencias, evaluar su grado de desarrollo, realizar actividades tendientes a mejorar las destrezas de los brigadistas.

Brigadistas: Responsables de cortes de energía y suministros, mantener actualizada la información de las personas a cargo, capacitación atención de emergencias, primeros auxilios, control de incendios y control de evacuación, en caso de evacuación: tranquilizar e indicar el proceso de evacuación, reunirlos en el punto de encuentro.

Funcionarios, contratistas y visitantes: Atender la señal de alarma, acatar normas de seguridad, practicar el plan de emergencias mediante simulacros, evacuar según normas y procedimientos ya estandarizados.

Tabla 22. Roles y Responsabilidades

RESPONSABLE	ESPACIO-TIEMPO	Funciones- Responsabilidades
COORDINADOR DEL PLAN	**Antes de la Emergencia**	- Establecer las etapas de acción que apunten al logro de los objetivos trazados, determinando las expectativas de resultados sin perder de vista las limitaciones que puedan existir. - Asegurarse que los objetivos de atención del incidente no riñen con las prioridades del PDC y que cumplen con las directrices del Plan Nacional de Contingencia. - Hacer seguimiento a las actividades del comando acorde con los objetivos y plan trazados. - Establecer el Puesto de Mando para delegar la autoridad a otros que integran los grupos de personal de comando y personal general. - Proporcionar servicios de información a los interesados internos y externos, a través del Oficial de Información. - Asegurar que existen los fondos suficientes para la ejecución del plan de acción establecido. - Aprobar la adquisición de recursos adicionales para la emergencia o su liberación cuando ya no se requieren.

	Durante la Emergencia	- Dirigirse al sitio señalado para coordinar y dirigir las acciones y medidas de control. - Garantizar la seguridad en el incidente, asegurando que todas las medidas de control de riesgos están implementadas en el sitio del incidente. - Coordinar con el Apoyo Interno la utilización de los recursos necesarios para el control y mitigación de la emergencia. - Evaluar la situación de la emergencia y tomas decisiones frente a evacuación, intervención de primeros auxilios, entidades (bomberos), etc.
	Después de la Emergencia	- Auditar el resultado de las medidas de actuación previstas en el Plan para el control de emergencias. - Coordinar la recolección de los informes de daños y pérdidas ocasionados por la emergencia. - Verificar las consecuencias del evento. - Elaborar el informe respectivo para la Gerencia, justificando las decisiones tomadas y los resultados obtenidos. - En coordinación con los demás grupos, emite la orden de regreso al normal funcionamiento de las actividades.
JEFE DE EMERGENCIA	**Antes de la Emergencia**	- Conocer los procedimientos establecidos en el Plan para el control de emergencias. - Apoyar al comando en la implementación y mantenimiento del Plan. - Mantener comunicación con entidades que conforman el Plan de Ayuda Mutua.
	Durante la Emergencia	- Coordinar las diferentes funciones de Emergencia en el sitio de la emergencia. - Coordinar con el Apoyo Interno la utilización de los recursos en el sitio de la emergencia. - Poner en funcionamiento las acciones de emergencia que les correspondan. - Coordinar y dirigir las labores de evacuación y rescate
	Después de la Emergencia	- Coordinar la recolección de informes de daños y pérdidas ocasionadas por la emergencia. - Coordinar las actividades para restablecer los equipos de control de emergencias. - Colaborar en la investigación sobre el origen y las causas de la emergencia
		- Conocer y actualizar el Plan para el control de emergencias.

SUPERVISOR AMBIENTAL	**Antes de la Emergencia**	- Archivar las hojas de seguridad de los productos que se transportan en la compañía. - Conocer la legislación que aplica a las empresas generadoras de aguas residuales. - Mantener informado al CI de todas las amenazas, y sugerir las medidas para minimizar los riesgos.
	Durante la Emergencia	- Servir de órgano de consulta inmediata al director de la Emergencia. - Suministrar información técnica para el manejo de la emergencia. - Minimizar el riesgo al que está expuesta la comunidad aledaña al lugar de la emergencia. - Minimizar el impacto que la emergencia puede generar sobre el ambiente. - Identificar los cuerpos de agua que podrían contaminarse como resultado de una emergencia, por su cercanía a las rutas de conducción de aguas residuales manejadas en el Centro Agropecuario.
	Después de la Emergencia	- Identificar los cuerpos de agua que podrían contaminarse como resultado de una emergencia, por su cercanía a las rutas manejadas por la compañía. - Evaluar el manejo dado a la emergencia e identificar las falencias encontradas. - Actualizar el Plan de Contingencia con base a las fallas detectadas.
BRIGADA DE ATENCIÓN	**Antes de la Emergencia**	- Reconocer las condiciones de riesgo en el trabajo. - Seleccionar el sitio donde se ubicará el puesto de primeros auxilios. - Participar en capacitaciones, entretenimiento, simulacros y mantenerse actualizado en primeros auxilios.
	Durante la Emergencia	- Darán primeros auxilios, clasificarán y evacuarán personas lesionadas. Operarán equipos contraincendios. Armarán y apoyarán dispositivos de barreras de contención y recolección de los derrames que se puedan presentar en el sistema de tratamiento. - Coordinadores de Salvamento y Aseguramiento del Personal: Son los responsables de Controlar y registrar nombres y número de personas (lesionadas y para control) que se encuentran, entran o salen del área de la contingencia. - Diligenciar el registro de atención de primeros auxilios.

	Después de la Emergencia	- Realizar los ajustes necesarios al plan de acción. - Reponer el material utilizado. - Comentar a los demás integrantes de la unidad sobre la situación atendida. - Presentar periódicamente un informe de actividades realizadas al jefe de la brigada.

Fuente: Elaboración Equipo Técnico

6.1.1.2. Conformación de la brigada de la respuesta

Consideraciones para la organización de la brigada de emergencias:

Establecer los distintos niveles de responsabilidad, considerando una sectorización funcional del recinto, a cada sector corresponderá un coordinador del Sector, área, entre otros.

Seleccionar un número adecuado de personas que por su liderazgo natural o nivel Organizacional actuarán como coordinadores, cada coordinador (Por área) debe tener un reemplazante a fin de asegurar su participación.

Preparación ante emergencias, capacitando en materias relativas a emergencias, métodos de extinción de incendios, derrame de sustancias, situaciones de pánico, terremoto, etc.

Organizar los procedimientos de evacuación en cada sector, luego a nivel de recinto, probarlo e implementarlo.

Organizar la atención eventual de urgencias, desde el punto de vista de la atención de primeros auxilios y coordinación con entidades de salud.

La entidad conformará su brigada empezando por un proceso de sensibilización, ya que su participación será voluntaria y deberán cumplir con algunos requisitos básicos.

El centro debe contar con una Brigada de Emergencia conformada por personas de diferentes áreas, las cuales deben operar bajo las siguientes características:

Perfil establecido:

- ❖ Liderazgo.
- ❖ Visto Bueno de su Jefe Inmediato.
- ❖ Permanencia en el área.
- ❖ Disponibilidad para abandonar su puesto de trabajo.
- ❖ Disposición para el servicio como Brigadista.

- Capacidad para el trabajo en equipo.
- Cumplimiento.

Tipo de brigada:

Acorde con los recursos disponibles para la Brigada de Emergencia del Centro. Se establece esta como del tipo INCIPIENTE, según esta clasificación la misión de la Brigada durante una emergencia se limitará en los siguientes aspectos:

- Procurar sin que esto implique peligro para su integridad personal, condiciones de evacuación apropiadas para que las personas puedan desalojar la EDIFICACIÓN.

- Ejecutar labores mínimas de Rescate básicos, como localizar y retirar utilizando métodos de cargue o arrastre una persona en ambientes No Calientes, tóxicos, deficientes de oxígeno u otros peligros que pongan en riesgo su integridad física.

- Administrar primeros auxilios básicos, al nivel de una primera respuesta, el Soporte básico de vida, necesario para estabilizar una víctima de Accidente o enfermedad súbita, que ocurra dentro de las instalaciones.

- Controlar emergencias en su fase incipiente, es decir donde su integridad física no se ponga en peligro.

Simulacro de Emergencia:

Anualmente se deben realizar dos simulacros generales de emergencia, por cada simulacro se deberá hacer un Plan Previo que contendrá como mínimo:

a) Información general del simulacro: Fecha, hora, lugar y tipo de emergencia a simular, responsables, etc.
b) Objetivos del simulacro
c) Pasos para el desarrollo del simulacro y responsabilidades.
d) Alcance del simulacro:

Se determinará si se involucra a entidades de socorro externo.

Se determinará si el simulacro es avisado o de sorpresa, los primeros deben ser informados y con el tiempo se dará menos información.

Se determinará, si se van a simular heridos, humo, fuego, explosiones o demás.

Determinación de aspectos a evaluar y evaluadores.

Despliegue de actividades previas al simulacro y responsabilidades.

Este plan de simulacro debe ir aprobado por la Subdirección del Centro Agropecuario Y de Biotecnología El Porvenir.

El simulacro debe ir acompañado de una Acta de simulacro la cual es el resultado de la ejecución y su evaluación.

Los integrantes de la Brigada de Emergencia del Centro Agropecuario Y de Biotecnología El Porvenir está conformado por:

Tabla 23. Integrantes de la brigada de emergencia

RECURSOS HUMANOS- INTEGRANTES DE LA BRIGADA			
Nombre del integrante de la brigada	**Cargo en la brigada**	**Nombre del integrante de la brigada**	**Cargo en la brigada**
Indira Mejía Córdoba	Psicóloga	Carlos Mario Pulgar Hoyos	Tecnólogo en Agua y Saneamiento
María Del Mar Pérez Díaz	Líder Ambiental	Kelly Tatiana Monterrosa	Enfermera
William Enrique Mena Garcés	Técnico De Mantenimiento	Yesmy Pérez Pacheco	Apoyo SST
Wester Yamit Palacio	Técnico	José Ballesteros Puche	Instructor
Luis Carlos Londoño Correa	Instructor		
Eyleen Soto Nieves	Líder De Bienestar		

Yanel de Jesús Hernández López	Instructor		
Sandra Álvarez Severiche	Enfermera		

Fuente: Plan de Emergencia Del Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir, 2020

6.1.1.3. Estrategias de atención

Para la estrategia de atención se incluirá dentro del sistema de atención de emergencia a nivel general del centro de formación:

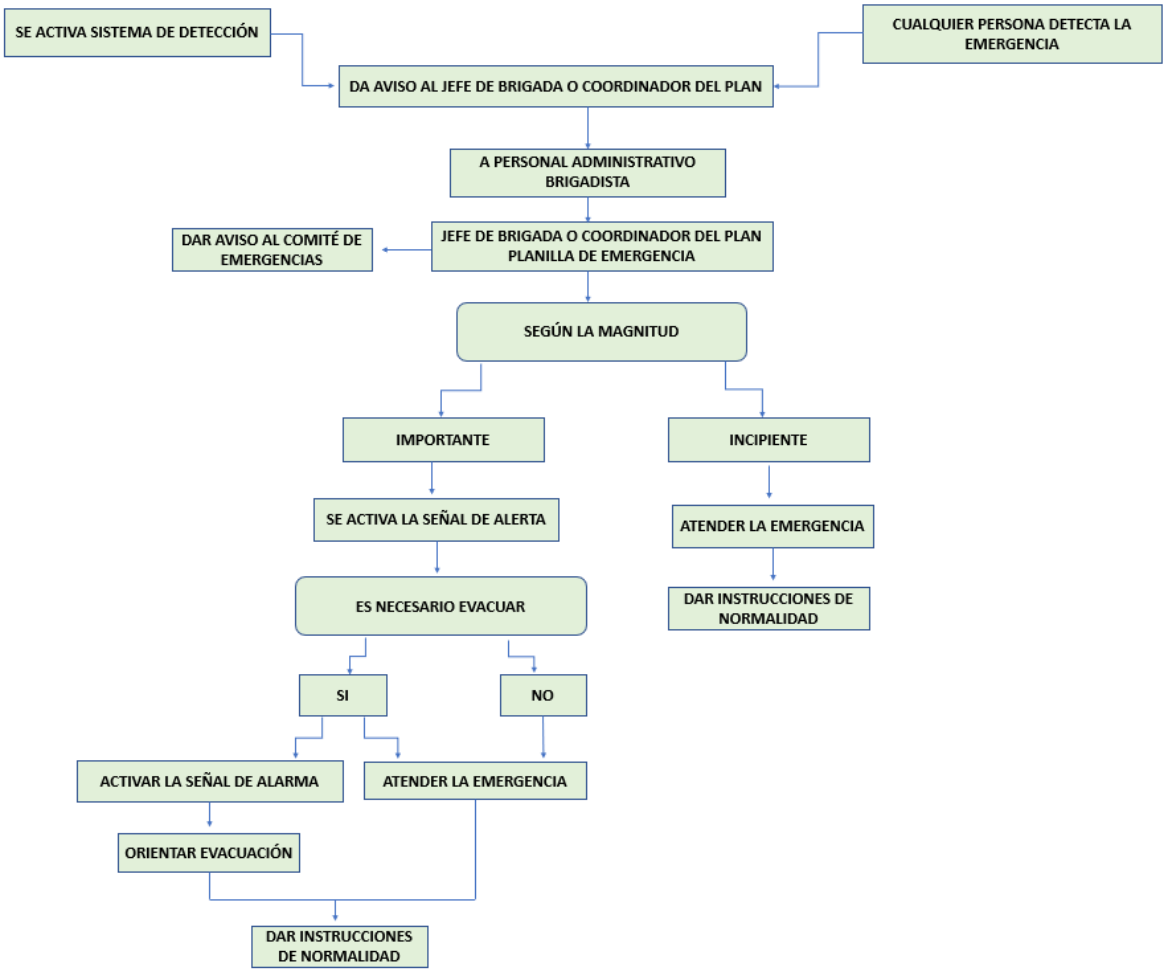


Ilustración 12. Flujo para actuación en caso de emergencia. Fuente: Elaboración Equipo Técnico.

6.1.1.4. Comunicaciones

La activación y notificación a los participantes del plan se realiza a través de teléfonos, celulares y vos a vos.

Ante un evento de emergencia, se activa el sistema de alerta y alarma, además, cesan las funciones de las áreas involucradas y que se vean afectadas, pasando a ser responsabilidad del jefe y comité de emergencia quien indicará las acciones a seguir, en caso de una eventual emergencia, el comité definirá los actores y/o responsables que se deben involucrar en la acción.

- **Alerta y Alarma**

El sistema de Alerta y Alarma es aquel que establece una codificación de sonidos audibles desde todos los espacios de la entidad, de tal manera que pueda garantizar que todos los ocupantes reciban la información referente a emergencias.

Dicho sistema consta de dos fases:

Alerta: Es un mensaje de preparación para la evacuación, indica que todas las personas deben disponerse a evacuar cuando sea dada la señal.

Alarma: Es un mensaje que indica que debe activarse el plan de emergencia y la evacuación de las instalaciones.

Tabla 24. Sistema de Notificación en emergencias

Tipo de Señal	Codificación Sonora	Mensaje	Identificación Luminosa	Tipo de Dispositivo
Alerta	Sonido ALARMA Dos silbatos largos. (Acuícola)	ATENCIÓN TODO EL PERSONAL DEL CENTRO ALERTA (o Clave amarilla) Se ha presentado una situación de ALERTA en (nombre de la dependencia) o en TODO EL CENTRO.	No Aplica	ALARMA Silbato (Acuícola)

		Active las medidas preventivas con los empleados y visitantes.		
Alarma	ALARMA Cuatro silbatos largos. (Acuícola)	ATENCIÓN TODO EL PERSONAL DEL CENTRO ALARMA (o clave Roja) Se ha presentado una situación de ALARMA en (nombre de la dependencia) o en TODO EL CENTRO. Proceder a evacuar todas las instalaciones. Siga las indicaciones del coordinador. Repórtese en el Punto de Encuentro.	No Aplica	ALARMA Silbato (Acuícola)

Fuente: Plan de Emergencia Del Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir, 2020

Se establecerá como dispositivo para el Sistema de Alerta y Alarma (1 Alarma) en el área de la planta de tratamiento para la notificación de emergencia.

El Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir, cuenta con un responsable de Prensa encargado de difundir cualquier información a medios de comunicación sobre eventos adversos o situaciones de emergencias, está en cabeza del Administrador del Centro Fredy Martínez Martínez.

6.1.1.5.Cronograma de capacitaciones

Programas de capacitaciones dirigidos al interior del proyecto, con el fin que todo el personal involucrado en su funcionamiento identifique y reconozca las situaciones de emergencia que pueden

llegar a presentarse, para lo cual se llevara a cabo la divulgación del PGRV, capacitación y simulacros. A continuación, se plantea las actividades a desarrollar:

- El primer programa de entrenamiento estará dirigido a divulgar el Plan de Contingencia y a concretar la responsabilidad individual en su ejecución, además de establecer las pautas para relacionarse con el entorno y con el fin de alcanzar una interacción armónica con la comunidad.
- Los entrenamientos se realizarán a través de la participación en los talleres de evaluación de riesgo.
- Para el personal que ingresa al Centro Agropecuario, la socialización e introducción al sistema de gestión de riesgos se realiza durante las jornadas de inducción.

La divulgación y capacitación del PGRV en la etapa de operación se realizará de forma anual, en el cual participaran todo el personal relacionado con el área de operación y mantenimiento del sistema. Además, que esta divulgación deberá ser documentada y se debe diligenciar las actas de asistencia del todo el personal. Los temas para capacitaciones se presentan en la Tabla:

Tabla 25. Programa de capacitación.

TEMA	FRECUENCIA	DIRIGIDO A
Divulgación del PGRV (Acciones y medidas de contingencias ante un evento e identificación de zonas seguras).	Anual	Operarios del sistema
Funcionamiento del Sistema de Gestión del Vertimiento (Manual de Operación y Arranque de la PTAR)	Anual	Operarios del sistema
Protocolo Básico de Primeros Auxilios.	Anual	Operarios del sistema
Contra incendio	Anual	Operarios del sistema
Evacuación	Anual	Operarios del sistema
Manejo de los posibles eventos de contingencias	Anual	Operarios del sistema
Equipos de protección personal	Anual	Operarios del sistema
Fallas y peligros de la operación del sistema por riesgos externos y operativos.	Anual	Operarios del sistema
Amenazas y riesgos identificados en el sistema y como prevenirlos	Anual	Operarios del sistema
Mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales.	Anual	Operarios del sistema

Fuente: Elaboración Equipo Técnico

6.1.1.6. Cronograma de Simulaciones y Simulacros

La función principal de un simulacro es dar oportunamente la respuesta adecuada a una posible situación de peligro o desastre, de manera tal que prepare a todo el personal de la organización y los capacite para resolver la eventualidad con éxito. El simulacro es una representación o imitación de unas posibles situaciones de peligro o desastre que requieren una acción inmediata.

Se realizarán simulacros periódicos de emergencia (condiciones de emergencias en diferentes escenarios y para distintos eventos, considerando el plan de evacuación y protección de bienes), e involucrando a todo el personal.

En la siguiente tabla se proponen algunos tipos de simulacro que podrá ajustarse de acuerdo con las necesidades del Centro Agropecuario:

Tabla 26. Programa de simulacro y simulaciones

NOMBRE DEL SIMULACRO	CRONOGRAMA (Semestral)	
- Simulacro de emergencia por fuga de aguas residuales, evacuación en zonas afectadas.	x	
- Simulacro de emergencia por incendio, atención de lesionado y evacuación salones de formación.		x
- Simulacro de emergencia por explosión e incendio, atención de lesionado y evacuación en zona de laboratorios.	x	
- Simulacro de emergencia por incendio en edificios administrativos y dormitorios, tención de lesionado y evacuación.		x
- Simulacro de emergencia por taponamiento de tubos de conexión hidráulico del sistema de tratamiento.	x	
- Simulacro de emergencia por Ruptura de tuberías de conexión hidráulica del sistema de tratamiento.		x
- Simulacro de evacuación por sismo en las instalaciones del Centro Agropecuario y biotecnología SENA PORVENIR.	x	
- Simulacro de emergencia por derrame de sustancia peligrosa, atención al lesionado.		x
- Simulacro de emergencia por accidente y atención al lesionado.	x	

Fuente: Elaboración Equipo Técnico

6.1.2. Plan operativo

La principal función de los planes operativos de emergencia es tener previstas las actividades que deben desarrollar cada uno de los integrantes y dependencias relacionadas con el Sistema de Gestión de Vertimiento inmediatamente después del impacto del desastre, describiendo las acciones que se deben seguir en situaciones de emergencia y los procedimientos de mantenimiento y reparación para volver a las condiciones normales restableciendo el servicio de agua potable en el menor tiempo posible y dotar de agua a los usuarios afectados.

El operador de la planta que se encuentre en el momento informa al jefe directo y registra el evento ocurrido en la bitácora de trabajo. En la cual debe anexar la ubicación, intensidad y clase de emergencia. Cabe mencionar, que, dependiendo de la gravedad del evento, se debe avisar a las entidades externas.

En caso de ordenarse la evacuación de estudiantes y personal, solo puede hacerse por orden directa del jefe de emergencia, quienes darán todas instrucciones necesarias.

- **Plan de Acción**

Es una herramienta que facilita el manejo de una contingencia durante la ejecución de las actividades. Este plan proporciona una guía acerca de las actividades a seguir en caso de presentarse dicho evento para afrontar adecuada y eficazmente una emergencia.

Una vez avisada la emergencia, se identifica el área afectada y se inician unas acciones de control, entre ellas: Cerrar válvulas, impedir el bombeo del agua residuales y de esta manera impedir la llegada del vertimiento contaminado al río Sinú.

Por último, en caso de detectarse el riesgo de incumplimiento de los parámetros establecidos por la normatividad vigente, se debe detener la operación de aquellas actividades que generen afectaciones a los componentes que están dentro del área de influencia directa e indirecta, considerando la recuperación posterior y reanudación de operaciones, realizando análisis de la contingencia presentada.

6.1.2.1. Niveles de emergencia

El tipo de activación que se requiere para la atención de las diferentes emergencias que se presentan en las instalaciones, se clasificaron en grados de emergencia según su magnitud y/o naturaleza. En el análisis de vulnerabilidad se presentan los riesgos identificados en la organización y la escala de valoración de los posibles riesgos ya clasificados en los diferentes niveles de activación.

- ✓ **Emergencia Nivel I (Leve)**

Emergencia local que puede manejarse con los recursos interno, Los cuales son necesarios para atender, es a discreción del Coordinador de Emergencia. La emergencia puede ser resuelta por la primera respuesta en línea.

Situaciones que producen en las personas perturbación localizada, afectando el normal desarrollo de las actividades de operación.

- ✓ **Emergencia Nivel II (Serio)**

Emergencia que por sus características requiere otros recursos como: apoyo interno, apoyo externo, seguridad física, brigada de emergencias, apoyo médico, evacuación; los cuales se activan en forma automática pero no total, y, que por sus implicaciones no requiere en forma inmediata de la participación de la alta dirección de la empresa, recursos externos. El Puesto de Mando Unificado se encuentra conformado por: Bomberos, Cruz Roja, Defensa Civil y otros grupos de apoyo externo.

- ✓ **Emergencia Nivel III (Catastrófico)**

Emergencia que por sus características, magnitud e implicaciones requiere de la intervención inmediata, masiva y total de los recursos internos y externos, incluye la alta dirección. Este nivel está conformado por el comité interno de emergencias y con el apoyo del Asesor Legal.

El sitio donde se reúnan las mesas de emergencias debe tener como mínimo, copias del plan para control de emergencias, teléfonos celulares, planos, puntos de la red de computadoras.

6.1.2.2. Medidas de Contingencia

Tabla 27. Medidas de Contingencia durante situación de emergencia.

EMERGENCIA	DESCRIPCIÓN DE EMERGENCIA	MEDIDAS A TOMAR

INUNDACIONES	Las inundaciones, es uno de los fenómenos naturales que periódicamente se presentan en nuestro país, este fenómeno es el que más daño causa, al originar inundaciones de diversa magnitud y duración, aún en áreas donde no parecería factible que sucedieran. Las inundaciones pueden inducir a originar otros fenómenos como la erosión del suelo, depósito de sedimentos, deslizamientos de taludes de ríos y de terrenos.	- Espere instrucciones del jefe de emergencia y grupo de brigada. - Se impedirá el paso de personas y vehículos por la zona afectada mediante su adecuada delimitación y señalización. - En caso de ser necesario se evacuarán las personas que se encuentren en peligro.
BLOQUEOS	En los casos de paros o huelgas que comprometan la ejecución de actividades en el Centro Agropecuario y Biotecnología, se deberá dar aviso inmediato a la parte administrativa sobre el inicio de la anormalidad y las causas que la han motivado.	- Verificación del porte de armas por parte del personal ajeno al Centro Agropecuario y Biotecnología. - Aviso inmediato a las autoridades competentes. - Verificación de faltantes. - Controlar el evento dentro del menor tiempo posible, mediante negociación con el personal. - No permitir la entrada a personas no autorizadas

		a las instalaciones del Centro.
INCENDIOS	Se puede ocasionar incendios, afectando los recursos bióticos (flora y fauna), afectando a las comunidades presentes en el área de influencia local, recurso aire e infraestructura física del Centro Agropecuario y Biotecnología. También por cortos circuitos, por falta de mantenimiento o por actos inseguros del personal.	- Se deberá comunicar inmediatamente a los organismos de apoyo presentes en la zona del Centro SENA PORVENIR y evacuar a estudiantes y personal administrativo. - Activar alarmas y evacuar. - Activar las Brigadas de Emergencia. - El jefe de emergencia y grupo de apoyo evaluaran la situación y si es un incendio pequeño utilizar los extintores. - Si el fuego es de gran magnitud, se debe evacuar inmediatamente.
SISMO	Un sismo o un terremoto es un fenómeno natural que consiste en una sacudida de la superficie terrestre, producida por el movimiento de las capas interiores de la Tierra.	- Evacuar inmediatamente de las instalaciones. - Mantenerse alejado de las líneas de conducción eléctrica. - Evitar pisar los escombros por posible presencia de vidrios o material peligroso.
DERRAMES DE AGUAS RESIDUALES	Los derrames de aguas residuales pueden ser	- Utilizar todo el equipo de protección para atender la

	ocasionados por los fallas, rupturas o fugas en el sistema. Además, por taponamiento debido a alta colmatación.	situación de emergencia (Guantes, tapabocas, etc.). - Utilizar materiales como arena para evitar la expansión del derrame, procurando que el derrame no llegue a fuentes de agua o a sitios donde se pueda filtrar con facilitad. - Utilizar barreras de contención, cerrar válvulas, impedir el bombeo de agua residual. - Tener en cuenta la normativa ambiental cuando se este realizando el proceso de limpieza y recolección de residuos peligrosos. - Controlar el derrame antes que afecte áreas adyacentes. - Realizar labores de recolección del producto derramado. - Sólo reanude la operación normal del sistema de tratamiento cuando el área esté libre de líquidos o sólidos producto del derrame.

6.1.2.3. Procedimientos Operativos de Respuesta a Implementar ante la Suspensión o Limitación del Vertimiento

La implementación del procedimiento operativo de respuesta ante una suspensión o limitación del vertimiento viene dada por:

- Verificación de la estructura afectada.
- Se establece si la estructura queda operativa o inoperante.
- En caso de que la estructura quede operante se procederá a reiniciar el funcionamiento del Sistema (manual de arranque y operación de la PTAR) y se realizarán las labores de limpieza o adecuación de la zona afectada con la unidad de mantenimiento de la PTAR; y en caso de que sea necesario se contratará un externo para realizar esta actividad.
- Cuando una unidad del sistema quede inoperante, se procederá a verificar si las demás unidades del sistema de tratamiento pueden cubrir la función de la unidad afectada; en caso de que se cuenten con una o más unidades de la misma, se manipularán las válvulas correspondientes para aislar la unidad afectada y se reducirá el proceso productivo de tal forma que los tiempos de retención de las aguas residuales generadas, sean similares a los que normalmente se presentan cuando el sistema está trabajando con todas las unidades operativas. Posteriormente se llevará un equipo evaluador para verificar la unidad afectada y proceder a su reparación en el menor tiempo posible; con el fin de poner nuevamente en funcionamiento el 100% del sistema productivo.
- En caso de que varias unidades del sistema queden afectadas por un suceso ocurrido, se procederá a suspender todo el sistema hasta realizar las reparaciones necesarias, evitando que se produzcan vertimientos directos sobre la fuente receptora. Además, la comunidad deberá ser avisada para que disminuya o frene todo vertimiento que se pueda postergar para no incidir ene le sistema afectado.

6.1.2.4. Sistemas Temporales para la Gestión del Vertimiento

Los sistemas temporales, dan cumplimiento a los parámetros de calidad del vertimiento mientras se restablece el sistema. El sistema PTAR, contará con repuesto y herramientas que puedan reparar el sistema, pero no contará con unidades completas de reemplazo; por lo tanto, los procedimientos operativos de respuesta a implementar ante la suspensión o limitación del vertimiento son:

Una vez se presente un evento de contingencia sobre el área de influencia del Sistema de Gestión del Vertimiento, el coordinador de la PTAR informará de manera inicial a la

Autoridad Ambiental competente, en este caso la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge, mediante la elaboración y envío de un informe allegando la información que se relaciona a continuación:

- Descripción del evento.
- Causa.
- Efectos directos e indirectos generados en los diferentes medios.
- Acciones de control adelantada.

Este informe será enviado máximo 48 horas después de ocurrido el evento. Una vez se tenga el resultado del monitoreo de los medios afectados, se deberá elaborar un informe más detallado en el que se describa el impacto del evento, los resultados de las acciones adelantadas, las acciones propuestas para mitigar los efectos, el tiempo durante el cual se ejecutarán las medidas y los mecanismos de seguimiento adoptados.

Este informe se deberá entregar al área indicada por la corporación, máximo un mes después de la fecha inicial de ocurrido el evento y tendrá un carácter de informe intermedio.

Es importante aclarar que cualquier volumen de descarga que se presente que afecte el agua o el suelo, generado por fallas en la operación del sistema, deberá ser reportado a la autoridad ambiental competente.

6.1.2.5. Elaboración y envió de informes
Envió de informe: 48 horas después de la generación de la emergencia la Autoridad Ambiental Competente.

Tabla 28. Ficha de campos que conforman el informe preliminar de la emergencia.

FICHA	**INFORME PRELIMINAR DE LA EMERGENCIA**			
PDC - 01				
PRESENTADO A				
	AREA		FECHA	
NOMBRE O RAZÓN SOCIAL	Centro Agropecuario y Biotecnología EL PORVENIR-SENA			
DIRECCIÓN			MUNICIPIO	

REPRESENTANTE LEGAL				
DESCRIPCIÓN DEL EVENTO				
CAUSAS				
EFECTOS DIRECTOS		EFECTOS INDIRECTOS		
MAGNITUD DEL EVENTO (Área aproximada)				
MEDIDAS DE CONTROL IMPLEMENTADAS				
INFORMACIÓN SUMISTRADA POR	NOMBRE		TELEFONO	
CARGO				
FIRMA				

Posterior al evento de emergencia, con resultados de monitoreo de la zona y el grado de afectación, se elaborará un informe más detallado.

Envío del informe: Máximo después de un mes (1) de la fecha en la cual ocurrió el evento de emergencia.

Tabla 29. Ficha de campos que conforman el informe intermedio de la emergencia.

FICHA	**INFORME PRELIMINAR DE LA EMERGENCIA**			
PDC - 02				
PRESENTADO A				
	AREA		FECHA	

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL	Centro Agropecuario y Biotecnología EL PORVENIR-SENA		
DIRECCIÓN		MUNICIPIO	
REPRESENTANTE LEGAL			
DESCRIPCIÓN DEL EVENTO			
IMPACTOS DEL EVENTO			
MEDIDAS DE CONTROL IMPLEMENTADAS			
RESULTADOS DE LAS MEDIDAS EJECUTADAS			
PLAZO DE EJECUCIÓN	CRONOGRAMA		
MONITOREO Y SEGUIMIENTO			
INDICADOR	DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	TIPO DE INDICADOR	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO
INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR	NOMBRE		TELEFONO
CARGO			
FIRMA			

Fuente: Elaboración Equipo Técnico

6.1.3. Plan informático

En una situación de emergencia dentro del Centro Agropecuario y de biotecnología el porvenir es indispensable que la notificación se haga de forma oportuna esto con el fin de disminuir el tiempo en que se obtenga la ayuda de los organismos especializados.

6.1.3.1.Equipos

Actualmente la PTAR no cuenta con equipos para emergencias situados en su infraestructura, a excepción del estercolero o equipo extractor de residuos líquidos, pero los equipos situados en el Centro Agropecuario el Porvenir y de Biotecnología el Porvenir se encuentran muy cercanos para efectuar las medidas de contingencia ante los riesgos probables en el área de influencia de la PTAR, los cuales se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 30. Equipos para atención de emergencias

Equipo	Cantidad	Ubicación	Observaciones
Botiquín Fijo	10	• Aula TIC • Restaurante • Enfermería • Ganadería • Coordinación académica • Biotecnología • Cárnicos • Laboratorio de suelos • Mecanización	Botiquines dotados con elementos mínimos para prestar primeros auxilios.
Botiquín Móvil	3	• Acuícola • Ganadería • Especies menores	

Camilla Rígida	11	❖ Enfermería y Bienestar ❖ Cafetería ❖ Aula TIC ❖ Dormitorios Bloque B ❖ Establo y ganadería ❖ Pasillo principal del restaurante ❖ Dormitorio de funcionarios e instructores ❖ Gimnasio ❖ Laboratorio de Fruver ❖ Laboratorio de Cárnicos	
Camilla de Lona	Si	❖ Bienestar aprendiz	
Silla De Ruedas	No		

ingeomaster@gmail.com
acoronad@gmail.com
(604) 789-0276 // 300-704-3478
Cra. 12 #55-60, casa 11- Conjunto Perpos
Montería - Córdoba - Colombia

Tabla SEQ Tabla * ARABIC 31. Sistema de Extinción de Incendios

Sala de video conferencia	Solkaflam	3.700 Grs	1
Coordinación académica	Solkaflam	3.700 Grs	1
Mecanización	Multipropósito	20 Lbs	8
Archivo y correspondencia	Solkaflam	3.700 Grs	1
Coordinación administrativa	Solkaflam	3.700 Grs	1
Sala de instructores	Solkaflam	3.700 Grs	1
Dormitorio Damas	Multipropósito	20 Lbs	1
Ambientes de aprendizaje	Agua a presión	2.5 Gls	4
Planta eléctrica	Solkaflam	3.700 Grs	1
Planta eléctrica	Multipropósito	20 Lbs	1
Taller mantenimiento William Mena	Multipropósito	20 Lbs	2
Residuos	Multipropósito	150 Lbs	1
Almacén	Solkaflam	3.700 Grs	1
Cocina comedor	Multipropósito	20 Lbs	1
Cocina	Multipropósito	150 Lbs	1
Bodega grande	Multipropósito	20 Lbs	1
Oficina subdirección	Solkaflam	3.700 Grs	2
Oficina jurídica	Solkaflam	3.700 Grs	1
Cafetín	Multipropósito	20 Lbs	1
Laboratorio de Acuicultura	Solkaflan	3.700 Grs	3
Biblioteca	Solkaflam	3.700 Grs	2
Laboratorio de suelos	Multipropósito	20 Lbs	3
Laboratorio de suelos	Solkaflan	3.700 Grs	2
Ambiente de hongos	Multipropósito	20 Lbs	1
Laboratorio Biotecnología	Solkaflan	3.700 Grs	3
Laboratorio Fruver	Solkaflam	3.700 Grs	3
Dormitorio T.O.	Multipropósito	20 Lbs	1

Tabla 32. Sistema de Comunicación

Equipo	Cantidad	Ubicación	Observaciones
Radios	4	❖ Especies menores ❖ Jefe Brigada ❖ Ganadería ❖ Almacén	Se requiere 1 equipo de radio en Acuícola
Altavoces	No		Se requiere equipo
Megáfono	No		Se requiere Megáfonos (2) para atender evacuación
Teléfonos Móviles	Si	❖ Oficina subdirección	

Teléfonos Fijo y Líneas Directas	Si	❖ Oficinas	Para uso oficial del Centro

6.1.3.2. Principales organismos de apoyo

El Plan informativo cuenta con los directorios telefónicos de autoridades, entidades y servicios a nivel municipal, departamental y nacional, relacionados con la respuesta a una emergencia. En caso de que se presenten heridos, se comunicará con asistencia de la ARL. La emergencia dentro del lugar se le comunicará al jefe de seguridad industrial y al dispensario médico. A continuación, se presenta el registro de las entidades a nivel nacional, regional y local, las cuales serán actualizadas por el jefe de brigada.

Tabla 33. Principales organismos de apoyo

NIVEL	INSTITUCIÓN	DIRECCIÓN	TELÉFONO
Nacional	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS)	Calle 37 No. 8 - 40 Bogotá	018000915060 - 018000919301
	Autoridad nacional de Licencias Ambientales - ANLA	Calle 37 No. 8-40 Bogotá	18000112998
	Coordinación del comité técnico del Plan Nacional de Contingencia - dirección general de prevención y atención de desastres	Calle 13 No. 32 - 69 Laboratorio piso 4 Bogotá	PBX: (1) 3649090 Extensión: 9761/63
	Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastre (UNGRD)	Avenida Calle 26 No. 92-32 Edificio Gold 4 - piso 2, Bogotá	PBX: +571 5529696
	Ejército Nacional	Carrera 54 N 26 25 CAN Bogotá, D.C.	PBX (57-1) 018000 111 689
	Comando Fuerza Aérea	Avenida El Dorado Cra. 54 # 26 -25 CAN	Conmutador (57) (1) 3159800

	Policía Nacional	CAN Tr. 45 No 40-11	Línea de Atención al Ciudadano - Bogotá D.C. (571) 5159111 / 9112
Regional	Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge-CVS	Sede Principal Carrera 6 N° 61-25 Barrio los Bongos	7890605 - 7821817
Local	Policía Nacional-Estación de Policía	Calle 29 carrera 6 número 5-61 Montería Córdoba	3102240414
	Cruz Roja-Seccional Córdoba	Cra 13 No. 24-51 Centro Montería	3103037331-7951979
	Cuerpo de Bomberos	Cr15 25-73 Costa de Oro	320-5004000-6047838444
	E.S.E. Hospital Local	Cra. 14 #22-200, Montería, Córdoba	(4) 7958135
	Alcaldía de Montería	Edificio Antonio de la Torre y Miranda, Cl. 27 #3-16, Montería, Córdoba	(4) 7910720
	Gobernación de Córdoba	Calle 27 #3-2 a 3-92	(4) 7848940

Fuente**:** Elaboración Equipo Técnico

6.2. PREPARACIÓN PARA LA RECUPERACIÓN POST- DESASTRE

En este Plan se contemplan las acciones a desarrollar en relación con los efectos que se puedan generar sobre los elementos susceptibles a las amenazas previstas en el anterior capítulo. Esto obedecerá a la valoración que se haga de los efectos o consecuencias que trajo consigo el evento.

Cuando ocurre un evento de emergencia, se debe aplicar el mecanismo de intervención adecuado, con el fin de reducir los efectos adversos en el área de influencia y determinar las acciones a desarrollar posterior al evento, lo cual se permite definir a partir de la evaluación de daños generada una vez ocurrido el evento.

La evaluación de daños está determinada por los siguientes lineamientos:

- La evaluación de daños se realizará una vez ocurrido el evento y cuando sea seguro permanecer en el sitio donde se generó la emergencia.
- Investigar las causas que ocasionaron el evento y el punto de generación de este.
- Se definirá el impacto generado al medio ambiente y la sociedad, las necesidades de recursos y medidas para recuperar y salvar los bienes, y las posibilidades de acelerar la recuperación para retornar a la normalidad.

A continuación, se establecen las acciones generales de recuperación en caso de ocurrir un evento natural, operativo o social que pueda afectar el medio ambiente y la población.

- Riesgo operativo o socio- Económico

Luego de controlar un derrame de producto, para el vertimiento sin el cumplimiento de la norma se deben desarrollar las siguientes acciones:

- Determinar los impactos al ambiente y la comunidad.
- Mantener la información de la población damnificada en caso de que exista.
- Realizar la recolección y el tratamiento de los residuos generados.
- Mitigar el impacto causado al paisaje inmediatamente.
- Planificar medidas para recuperar los cuerpos de agua afectados, el suelo, ecosistemas y demás elementos del ambiente que se hayan visto afectados.
- Planificar las medidas para mitigar, controlar o compensar los efectos generados en la población en caso de haberlos ocasionado.
- Implementar las medidas planificadas.
- Implementar medidas para reiniciar la operación normal

- Riesgos Naturales

Luego de un evento natural se deben desarrollar las siguientes acciones:

- Asegurar los bienes indispensables que puedan ser afectados ante replicas.
- Mantener la información de la población damnificada.
- Comunicarse con las entidades pertinentes para determinar las posibilidades de réplicas del evento natural.
- Establecer el estado de las estructuras y las edificaciones del área de influencia directa e indirecta.
- Solicitar apoyo de entidades regionales y departamentales para el rápido control de la situación.
- Recolección y tratamiento de los residuos generados.
- Rehabilitación de las áreas afectadas.
- Implementar medidas para reiniciar la operación normal de la empresa.

6.3. EJECUCIÓN DE LA RESPUESTA Y RESPECTIVA RECUPERACIÓN

El informe final del evento sucedido deberá ser entregado a la Autoridad Ambiental, máximo en un plazo de un mes después de ocurrido el evento. La recuperación seguirá unas acciones

procurando el bienestar de la comunidad y el ambiente, con el objetivo de volver a la normalidad en las operaciones de la fábrica, considerando:

- Garantizar Condiciones para Retornar a la Normalidad:

Cuando el acceso y permanencia se vea afectada, se supera la situación y se garantiza la protección adecuada para los trabajadores con el fin de garantizar condiciones que permitan realizar las labores de forma segura.

- Ejecución de la Recuperación

Formuladas las acciones de recuperación se ejecuta dichas acciones garantizando la operación del centro agropecuario y biotecnología el porvenir. De igual manera permite identificar las condiciones que se requieren mejorar en el centro agropecuario y biotecnología el porvenir para evitar una emergencia posterior con características iguales o similares al evento ocurrido. Una vez haya sucedido el evento, se debe informar a la autoridad ambiental competente y el informe debe incluir aspectos como información específica de la empresa, causa y descripción del evento, consecuencias o efectos directos o indirectos, las acciones adelantadas que se realizaron ante el evento, las medidas de recuperación y prevención y por último información sobre la persona encargada de la elaboración del informe final.

Por otro lado, dado el caso que ocurra un derrame de agua residual sin ningún tipo de tratamiento previo y llegue directamente al rio Sinú o en caso extremo haya un derrame de una sustancia peligrosa por una falla del sistema, el procedimiento a seguir es el siguiente:

- El operario que se encuentre de turno informa al jefe de departamento o su jefe directo y registra el evento ocurrido en la bitácora de trabajo. Debe especificar la intensidad, la ubicación y la clase de derrame (sustancias peligrosas o aguas residuales directas).

- Dependiendo de la gravedad del evento, se debe avisar a las entidades externas, en este caso las entidades ambientales encargadas, específicamente la corporación autónoma regional CVS.

- Una vez avisado el evento y se tenga un conocimiento de la ocurrencia del derrame, se debe delimitar el área afectada, esto se puede hacer de forma artesanal (con una soga) para conocer de manera inmediata cuanta área tiene mayor afectación y donde se deben enfatizar las acciones de control.

- Ya identificada el área, se inician unas acciones de control, en este caso las acciones más inmediatas son: cerrar válvulas, impedir el bombeo de agua residual y de esta manera impedir la llegada del vertimiento contaminado al rio Sinú, prevenir a las poblaciones que se benefician económicamente del rio Sinú, ya que se genera un tipo de contaminación y esto puede traer consecuencias negativas como los son los problemas sanitarios, enfermedades, infecciones, entre otros.

- Cuando se tenga controlado el evento y se tenga un amplio conocimiento de lo ocurrido, teniendo en cuenta sus causas, las consecuencias, el tipo de derrame, entre otros, se inician las labores de recuperación y limpieza del área afectada; esto se hace de la siguiente manera: instalar bombas hidráulicas para succionar el agua residual y mitigar la contaminación, construir barras (madera o metálicas) para impedir que el agua residual se disperse por todo el humedal y así poder limpiar el área.

- Después que se haya limpiado el área y el evento este controlado, es decir que se han minimizado los niveles de contaminación, se inicia la fase de restauración del área afectada. Esta restauración se puede dar por dos maneras: restauración ecológica: se da de manera natural, es decir que hay una restauración regenerativa sin ninguna intervención externa. Esto se hace por ciclos naturales; restauración ambiental: es una restauración antrópica, es decir que hay una intervención directa del ser humano, puede iniciarse con la siembra de plantas nativas de la zona.

- Finalmente, se encuentra la fase de inspección, monitoreo y seguimiento de la zona, esto se hace con el fin de monitorear y controlar la evolución de la recuperación del área para que haya una restauración óptima. Este seguimiento se hace inicialmente trimestral, para que haya un control directo en la evolución de la zona, aunque el período de tiempo puede variar dependiendo de la magnitud y gravedad del evento. Una vez se tenga una evolución positiva, se recomienda que el monitoreo se analice anualmente.

- El riesgo se determinó con la probabilidad de ocurrencia y la valoración de la gravedad, arrojando como resultado que la calidad del medio ambiente se encuentra en un riesgo elevado y el entorno social y financiero se encuentran en un riesgo medio.

Al finalizar la respuesta del evento se deberá desarrollar un informe final para la Autoridad Ambiental competente que incluya:

- La descripción del evento.
- La causa.
- Los efectos directos e indirectos generados en los diferentes medios.
- Las acciones de control adelantadas.
- Los resultados de los monitoreos realizados al medio receptor inmediatamente después de ocurrido el evento.
- El Plan de Monitoreos en el corto (semanas y hasta dos meses después) y mediano plazo (seis meses) que permitan garantizar la correcta evaluación y verificación de la afectación.
- Las medidas necesarias para implementar para recuperar las zonas afectadas.
- Los costos.
- Las acciones para implementar para evitar que se presenten situaciones similares.

A continuación, se presenta una ficha del informe final

Tabla 34. Ficha de Informe final

INFORME FINAL							
AREA:	**PRESENTADO POR**	**CÓDIGO**					
		FECHA					
		APROBÓ					
NOMBRE O RAZÓN SOCIAL							
DIRECCIÓN							
REPRESENTANTE LEGAL							
CAUSA DEL EVENTO	DESCRIPCIÓN DEL EVENTO						
CONSECUENCIAS DIRECTAS	CONSECUENCIAS INDIRECTAS						
ACCIONES ADELANTADAS							
PLAN DE MONITOREO							
CRONOGRAMA (Meses)		1	2	3	4	5	6
MEDIDAS DE RECUPERACIÓN							

ingeomaster@gmail.com
acoronad@gmail.com
(604) 789-0276 // 300-704-3478
Cra. 12 #55-60, casa 11- Conjunto Perpos
Montería - Córdoba - Colombia

MEDIDAS DE PREVENCIÓN							
Elaborado por							
Cargo							
Firma							

Fuente: Elaboración Equipo Técnico

7. SISTEMA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL PLAN

El seguimiento y evaluación del plan, debe cubrir con lo establecido en las medidas de prevención y atención de riesgos, así como con las actualizaciones y ajustes de los escenarios de riesgo. El seguimiento se realiza de manera periódica y en caso de que se presenten cambios en la estructura física o cualquier otro cambio en la zona de trabajo se verifica el cumplimiento de las acciones de reducción del riesgo.

En caso de que la autoridad ambiental requiera los soportes de la implementación del plan estos deben estar disponibles, de igual forma la correcta aplicación de los procedimientos de respuesta teniendo en cuenta las fichas para el registro de eventos y revisión en la aplicación de los protocolos de emergencia definidos y aplicados por la empresa y sus resultados.

Se debe mantener actualizados los soportes que demuestren la implementación del presente plan, así como la aplicación de los procedimientos de respuesta, presentado el listado de las fichas para el registro de eventos y la revisión de los protocolos de emergencia definidos y sus resultados, para cuando la autoridad ambiental competente los solicite, en este caso, la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge.

8. DIVULGACIÓN DEL PLAN

Con el fin de garantizar el compromiso del Centro Agropecuario y Biotecnología el Porvenir con la gestión de riesgos, se emplean varios mecanismos de comunicación y divulgación para compartir información con todo el personal de la empresa. Para este caso se aplican capacitaciones y charlas para todos los niveles del centro agropecuario y biotecnología el porvenir

De igual forma, el plan de gestión del riesgo se comparte con los actores del área de influencia, la comunidad aledaña que también debe conocer la localización del sistema de vertimientos, así como los riesgos que se pueden presentar, con las instituciones

gubernamentales del municipio y las entidades locales o departamentales que puedan brindar apoyo en caso de un evento de contingencia.

La entidad deberá incluir dentro del plan los soportes de esta divulgación, para posteriormente entregarlos a la autoridad ambiental competente si esta los solicita.

9. ACTUALIZACIÓN Y VIGENCIA DEL PLAN

La vigencia del Plan de Gestión del Riesgo para el manejo de vertimientos es la misma del Permiso de Vertimiento.

Este plan debe ser actualizado cuando se identifiquen cambios en las condiciones del área de influencia y que estos cambios influyan en la generación de nuevas amenazas y los elementos expuestos, como la infraestructura y el sistema de gestión del vertimiento, lo cual implica realizar modificaciones en los procesos de notificación, niveles de emergencia o protocolos de respuesta, o cualquier componente del plan, y demás cambios que puedan afectar la estructura del plan, con el fin de asegurar su actualización y efectividad permanente.

10. PROFESIONALES RESPONSABLES DE LA FORMULACIÓN DEL PLAN

En la Tabla 35 se relacionan los profesionales que intervinieron en la formulación del Plan de Gestión del Riego para el Centro Agropecuario y de Biotecnología el Porvenir- SENA.

Tabla 35. Profesionales que intervinieron en la formulación del Plan de Gestión de Riesgo

RESPONSABLE	RESPONSABILIDAD EN EL DOCUMENTO
Ingeniero Ambiental	Elaboración
Comité Ambiental	Aprueba, divulga y ejecuta.

11. BIBLIOGRAFÍA

Alcaldía de Montería. (2009). Plan de Ordenamiento Territorial- POT 2002-2015.

Buchelli, D. (s.f). DIÁLOGO REGIONAL EMPRESARIAL SECTOR COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO ARTESANÍAS DE COLOMBIA S.A. https://repositorio.artesaniasdecolombia.com.co/handle/001/4503

CVS. (2006). Características de la Ciudad de Montería.

12. ANEXOS

12.1. Glosario de Términos

Afluente: Aguas residuales que entran en una depuradora o son sometidas a un proceso de tratamiento.

Agua Residual: Agua que contiene material disuelto y en suspensión, luego de ser usada por una comunidad o industria.

Amenaza: La posibilidad de que un siniestro pueda ocurrir considerando su origen, lugar, y demás circunstancias.

Atención médica de emergencia: Actividades de atención a los lesionados que incluye desde su reconocimiento y clasificación por prioridad, los primeros auxilios, la remisión a centros asistenciales según su complejidad o la atención en la enfermería de la empresa.

Central de comunicaciones: Lugar que por sus características y facilidades de comunicación es utilizado como el principal punto de apoyo en ese aspecto durante una emergencia.

Comité de emergencias: Grupo de personas del nivel directivo o técnico de la empresa que se reúnen durante la emergencia para dirigir conjuntamente las acciones de respuesta a la situación, son los máximos responsables por las decisiones en ese momento.

Consolidación del control: Actividades que se realizan al final de la respuesta a una emergencia para asegurarse de que no hay fuentes potenciales de riesgo antes de declarar el regreso a la normalidad, o la activación de planes de recuperación.

Contingencia: Evento no deseado e imprevisto que genera dificultades en el funcionamiento normal de una organización, sin que necesariamente ponga en peligro su estabilidad, por ejemplo, fallas en los servicios públicos, en el suministro de materias primas, huelgas, etc. Una emergencia puede dejar como consecuencia una contingencia y una contingencia mal manejada puede desencadenar una emergencia.

Coordinador de evacuación: "Facilitador" del plan para un área específica, su función es la de agilizar el desarrollo de este sirviendo de orientador y ejemplo. La acción del coordinador no debe crear dependencia de los ocupantes hacia él.

Efluente: Término empleado para nombrar a las aguas servidas con desechos sólidos, líquidos o gaseosos que son emitidos por viviendas y/o industrias, generalmente a los cursos de agua; o que se incorporan a estas por el escurrimiento de terrenos causado por las lluvias.

Emergencia: Toda situación súbita o inesperada que dejada a su libre desarrollo lleve a la ocurrencia de un siniestro cuya magnitud o naturaleza pueda poner en peligro la estabilidad de la organización y por lo tanto requiere una ayuda superior a la establecida mediante los recursos normalmente disponibles, y/o que la respuesta implique la modificación temporal de la organización de la institución o empresa.

Escenario de riesgo: Hipótesis que considera la activación de una fuente de riesgo específica en una zona específica de las instalaciones que están siendo evaluadas. Es la base para un correcto análisis de riesgos.

Estrategia: se refiere a los lineamientos generales con base en los cuales se diseña un plan de contingencias y emergencias, incluye objetivos a buscar, funciones críticas que deben ser atendidas, asignación de responsables a cada una de estas funciones, niveles de respuesta que se activarán, aspectos a ser verificados, secuencias de activación, etc.

Evacuación: Conjunto de acciones definidas de antemano mediante las cuales las personas amenazadas por algún riesgo en un sitio específico se colocan a salvo por sus propios medios mediante su desplazamiento hasta y a través de los lugares de menor riesgo.

Flujograma: secuencia de activación del plan de contingencias y emergencias, a través de una serie de decisiones y acciones encadenadas para los diferentes niveles de respuesta.

Gravedad: Medida de las consecuencias de los siniestros en función de la exposición al mismo de las personas, el ambiente y los bienes de importancia estratégica para la Empresa.

Instructivo: Son indicaciones lo más puntuales posibles que buscan formalizar y seguir un proceso, frente a situaciones que pueden ser inesperadas; facilitando el aprendizaje y el entrenamiento de las personas.

I.P.S: Sigla para Institución Prestadora de Servicios de salud, es decir cualquier clínica, centro de salud u hospital.

Jefe de emergencias: Es el responsable por la implementación del Plan de emergencia y de dirigir la ejecución de las acciones del mismo en el área a su cargo durante una emergencia.

Módulo de estabilización y clasificación de heridos (M.E.C): Lugar que se organiza en caso de un siniestro que implique gran cantidad de lesionados simultáneamente para realizar en el “triage” que permita la optimización de los recursos de atención y transporte de lesionados disponibles en ese momento.

Organismo externo de socorro: Organización o autoridad que entre sus funciones apoyan a las personas o instituciones en momentos de emergencia, Policía, Bomberos, Cruz Roja, Defensa Civil, ARP., Ejército, otras.

Practica: Conjunto de actividades realizadas por los ocupantes habituales de las instalaciones en las cuales bajo la guía de una persona determinada ejecutan la preparación

para salir y el recorrido por la vía de evacuación con el fin de repasar los procedimientos y acciones definidas en caso de una evacuación. En ese momento no se simulan las condiciones reales de una emergencia, es aconsejable realizarlas por grupos antes de un simulacro, especialmente cuando ha pasado mucho tiempo sin que se realice uno.

Rescate: (Búsqueda y rescate) Acciones mediante las cuales los grupos especializados, externos al área o a la edificación, localizan y sacan a las personas amenazadas o afectadas que no hayan podido salir mediante un proceso de evacuación.

Respuesta especializada: Respuesta frente a la emergencia que desarrollan los grupos como la brigada, (si existe), mantenimiento, encargados de la central de comunicaciones, vigilancia, organismos externos de socorro, etc.

Respuesta local: Respuesta inmediata que dan las personas que se encuentran en el área frente a la situación de emergencia lideradas por el brigadista que esté presente o por el coordinador de evacuación.

Respuesta total: Para efectos del presente plan se refiere a la respuesta frente a la emergencia que desarrolla toda la empresa apoyándose en los grupos especializados y recursos de otras sedes o incluso de otras entidades.

Riesgo: Nivel de exposición frente a los efectos de un siniestro, evaluado en cuanto a la posibilidad de ocurrencia (amenaza) y la gravedad de las consecuencias (vulnerabilidad).

Salvamento: Acciones actividades desarrolladas individualmente o por grupos, tendientes a proteger los bienes materiales y/o activos de la compañía que puedan verse afectados en caso de una emergencia en sus instalaciones.

Seguridad: Es un nivel "aceptable" de riesgo. Un riesgo que ha sido controlado adecuadamente.

Simulacro: Ejercicio de evacuación realizado con los ocupantes dentro de las condiciones más reales posibles para asegurar que estos comprendan y sepan cómo salir en caso de una emergencia.

Siniestro: Evento repentino, no planeado que pueda tener consecuencias negativas sobre el sistema (empresa), por ejemplo, daños, lesiones, pérdidas.

Táctica: Se refiere al como de la estrategia definida, en los planes de emergencia se concentra en instructivos, planos, formatos para ser diligenciados y eventualmente procedimiento operativo normalizados.

Terrorismo: Acciones localizadas de daño por lo general manejadas en forma diferida (en el espacio o en el tiempo). Comprende explosiones (bombas), incendio intencional, o amenaza de bomba, y en general todo tipo de eventos con la característica de ser localizados en puntos donde su efecto pueda extenderse rápidamente para producir el mayor daño

posible, o en puntos fácilmente accesibles desde lugares públicos. Este tipo de acciones incluye las amenazas que producen de por sí un daño psicológico en las posibles víctimas.

Vertimiento: Descarga de sustancias que se encuentran contenidas en un medio líquido, hacia un cuerpo de agua, al suelo o alcantarillado.

Vulnerabilidad: Grado en que un siniestro puede afectar negativamente a la empresa.