

**FORMULACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES
DOMESTICAS PARA EL 50% DE LA POBLACION DEL MUNICIPIO DE
FUSAGASUGÁ - CUNDINAMARCA AÑO 2014**



CRISTYAN CAMILO GRACIA RODRIGUEZ

ANDREA VIVIANA HERRERA REINA

UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minuto de Dios
CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DIOS REGIONAL GIRARDOT

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

GIRARDOT

2014

PROYECTO DE GRADO

**FORMULACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES
DOMESTICAS PARA EL 50% DE LA POBLACION DEL MUNICIPIO DE
FUSAGASUGÁ - CUNDINAMARCA AÑO 2014**

CRISTYAN CAMILO GRACIA RODRIGUEZ

ANDREA VIVIANA HERRERA REINA

Trabajo como Requisito para optar al Título de Ingeniero Civil

UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minuto de Dios
CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DIOS REGIONAL GIRARDOT

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

GIRARDOT

2014

PROYECTO DE GRADO

CONTENIDO

	Pág.
GLOSARIO	8
INTRODUCCIÓN	11
1. JUSTIFICACION	13
2. OBJETIVOS	16
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	16
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	16
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
4. REFERENTE LEGAL	19
5. MARCO DE REFERENCIA	21
5.1. MARCO TEORICO	21
BASE TEORICA SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES.....	21
5.1.1. ORIGEN DE LAS AGUAS RESIDUALES Y DE LOS DESECHOS	22
5.1.2. TIPOS DE AGUAS RESIDUALES	23
5.1.2.1. AGUAS RESIDUALES URBANAS	23
5.1.2.2. ASPECTO DE LAS AGUAS RESIDUALES	24
5.1.2.3. COMPOSICION DE LAS AGUAS RESIDUALES	24
5.2. MARCO GEOGRÁFICO.....	33
6. METODOLOGIA	38
7. DESARROLLO DE LA PROPUESTA	43
7.1. CALCULO DE LA POBLACION DE FUSAGASUGÁ.....	43
7.2 .1. Estimación del Consumo Medio Diario por Habitante (D/Neta)	46
7.3. TRAMPA DE GRASAS.....	51
7.4. TANQUE DE IGUALACIÓN.....	52
7.5. AIREADOR	53
7.6. SEDIMENTADOR.....	55
7.7. CLORACIÓN.....	56

CAPITULO I.....	58
REQUISITOS DEL PERMISO DE VERTIMIENTOS	58
8. NOMBRE, DIRECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL SOLICITANTE Y RAZÓN SOCIAL.....	59
FUSAGASUGA - CUNDINAMARCA, Se encuentra representado por el señor Carlos Andrés Daza Beltrán, Municipio identificado con Nit: 890680008-4.	59
9. PODER DEBIDAMENTE OTORGADO, CUANDO SE ACTÚE MEDIANTE APODERADO.	60
10. AUTORIZACIÓN DEL PROPIETARIO O POSEEDOR CUANDO EL SOLICITANTE SEA MERO TENEDOR.....	61
11. CERTIFICADO ACTUALIZADO DEL REGISTRADOR DE INSTRUMENTOS PÚBLICOS Y PRIVADOS SOBRE LA PROPIEDAD DEL INMUEBLE, O LA PRUEBA IDÓNEA DE LA POSESIÓN O TENENCIA.	62
12. NOMBRE Y LOCALIZACIÓN DEL PREDIO, PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD.....	63
13. COSTO DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD.....	64
14. FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDICANDO LA CUENCA HIDROGRÁFICA A LA CUAL PERTENECE.	65
15. CARACTERÍSTICAS DE LAS ACTIVIDADES QUE GENERAN EL VERTIMIENTO.	66
16. NOMBRE DE LA FUENTE RECEPTORA DEL VERTIMIENTO INDICANDO LA CUENCA HIDROGRÁFICA A LA QUE PERTENECE.	67
17. CAUDAL DE LA DESCARGA EXPRESADA EN LITROS POR SEGUNDO.	68
18. FRECUENCIA DE LA DESCARGA EXPRESADA EN DÍAS POR MES.	69
19. TIEMPO DELA DESCARGA EXPRESADA EN HORAS POR DÍA.	70
20. TIPO DE FLUJO DE DESCARGA INDICANDO SI ES CONTINUO O INTERMITENTE.	71
21. CARACTERIZACIÓN ACTUAL DEL VERTIMIENTO EXISTENTE O ESTADO FINAL PREVISTO PARA EL VERTIMIENTO PROYECTADO DE CONFORMIDAD CON LA NORMA DE VERTIMIENTOS VIGENTE.	72
22. UBICACIÓN, DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN DEL SISTEMA, MEMORIAS TÉCNICAS Y DISEÑOS DE INGENIERÍA CONCEPTUAL Y BÁSICA, PLANOS DE DETALLE DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO Y CONDICIONES DE EFICIENCIA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO QUE SE ADOPTARÁ.....	73
22.1TRAMPA DE GRASAS	74
22.2. TANQUE DE IGUALACIÓN	74
22.3. TANQUE DE AIREACIÓN	76
22.4. TANQUE DE SEDIMENTACIÓN.....	77
22.5. TANQUE CLORACIÓN	77

CAPITULO II	78
EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL VERTIMIENTO.	78
24. LOCALIZACIÓN GEORREFERENCIADA DE PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD.	79
25. MEMORIA DETALLADA DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD QUE SE PRETENDA REALIZAR, CON ESPECIFICACIONES DE PROCESOS Y TECNOLOGÍAS QUE SERÁN EMPLEADOS EN LA GESTIÓN DEL VERTIMIENTO.	79
26. INFORMACIÓN DETALLADA SOBRE LA NATURALEZA DE LOS INSUMOS, PRODUCTOS QUÍMICOS, FORMAS DE ENERGÍA EMPLEADOS Y LOS PROCESOS QUÍMICOS Y FÍSICOS UTILIZADOS EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD QUE GENERA VERTIMIENTOS.	80
27. PREDICCIÓN Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS QUE PUEDAN DERIVARSE DE LOS VERTIMIENTOS GENERADOS POR EL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD SOBRE EL CUERPO DE AGUA Y SUS USOS O AL SUELO. PARA TAL EFECTO SE DEBE TENER EN CUENTA LOS PLANES DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO Y/O EL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL ACUÍFERO ASOCIADO. CUANDO ESTOS NO EXISTAN, LA AUTORIDAD AMBIENTAL COMPETENTE DEFINIRÁ LOS TÉRMINOS Y CONDICIONES BAJO LOS CUALES SE DEBE REALIZAR LA PREDICCIÓN Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS.	82
28. PREDICCIÓN A TRAVÉS DE MODELOS DE SIMULACIÓN DE LOS IMPACTOS QUE CAUSE EL VERTIMIENTO EN EL CUERPO DE AGUA Y/O AL SUELO, EN FUNCIÓN DE LA CAPACIDAD DE ASIMILACIÓN Y DILUCIÓN DEL CUERPO DE AGUA RECEPTOR Y DE LOS USOS Y CRITERIOS DE CALIDAD ESTABLECIDOS EN EL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO.	87
28.1. TRANSPORTE CONVECTIVO Y DISPERSIVO DE SISTEMAS NATURALES.	90
28.1.1. Aguas Superficiales.	90
29. MANEJO DE RESIDUOS ASOCIADOS A LA GESTIÓN DEL VERTIMIENTO.	100
30. DESCRIPCIÓN Y VALORACIÓN DE LOS PROYECTOS, OBRAS Y ACTIVIDADES PARA PREVENIR, MITIGAR, CORREGIR O COMPENSAR LOS IMPACTOS SOBRE EL CUERPO DE AGUA Y SUS USOS O AL SUELO.	100
CAPITULO III	103
PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS	103
INTRODUCCIÓN	104
31. OBJETIVOS	110
31.1. OBJETIVO GENERAL	110
31.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	110
32. ANTECEDENTES	112
33. ALCANCE	114

34. METODOLOGÍA	115
35. AMENAZAS NATURALES DEL ÁREA DE INFLUENCIA	117
35.1. . AMENAZAS OPERATIVAS O AMENAZAS ASOCIADAS A LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO	118
35.2. SELECCIÓN DEL ÁREA PARA LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO: ..	118
35.3. AMENAZAS POR CONDICIONES SOCIO CULTURALES Y DE ORDEN PÚBLICO	120
36. CONSOLIDACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO	122
37. PROCESO DE REDUCCIÓN DEL RIESGO ASOCIADO AL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO	136
37.1. TIPOS DE AMENAZAS	137
37.2. CICLO DE LOS DESASTRES	137
38. MITIGACIÓN DE LOS EFECTOS DE LOS DESASTRES EN SISTEMAS DE TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES Y ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD	139
38.1. AFECTACIÓN POR DESLIZAMIENTOS EN SISTEMA DE TRATAMIENTO	140
38.2. MEDIDAS DE TIPO NO ESTRUCTURAL	140
39. PROCESO DE MANEJO DEL DESASTRE	140
39.1. ALTAS PRECIPITACIONES Y SATURACIONES DE CAPACIDAD DE TRATAMIENTO. ...	141
39.2. OBSTRUCCIONES EN LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO AGUA RESIDUALES DOMÉSTICOS.	141
39.3. EMISIÓN DE OLORES	141
39.4. FALLA EN EL SISTEMA DE DESINFECCIÓN.	142
39.5. PREPARACIÓN PARA LA RECUPERACIÓN POSDESASTRE	142
39.6. EJECUCIÓN DE LAS RESPUESTAS Y LA RESPECTIVA RECUPERACIÓN	143
40. PLAN DE CONTINGENCIA	144
40.1. ORGANIZACIÓN Y RESPONSABILIDADES	144
40.2. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES	145
41. SISTEMA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL PLAN	147
42. DIVULGACIÓN DEL PLAN	148
43. ACTUALIZACIÓN Y VIGENCIA DEL PLAN	149
44. PROFESIONALES RESPONSABLES DE LA FORMULACIÓN DEL PLAN	150
44. CONCLUSIONES	151
45. RECOMENDACIONES	152

46. BIBLIOGRAFIA.....153



UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minuto de Dios

GLOSARIO

AIREACIÓN. Proceso de transferencia de masa, generalmente referido a la transferencia de oxígeno al agua por medios naturales (flujo natural, cascadas, etc.) o artificiales (agitación mecánica o difusión de aire comprimido).

AMBIENTE AEROBIO. Proceso que requiere o no es destruido por la presencia de oxígeno.

AMBIENTE ANAEROBIO. Proceso desarrollado en ausencia de oxígeno molecular.

AMBIENTE ANÓXICO. Ambiente bioquímico en el cual no existe oxígeno molecular pero existe oxígeno en forma combinada como nitratos y nitritos.

AIREADOR. Equipo diseñado para suministrar oxígeno al reactor se compone del blower y difusores de burbuja.

BLOWER. Unidad encargada de suministrar el oxígeno para ser utilizados por los difusores de burbuja para realizar la transferencia de oxígeno dentro del reactor, comúnmente se les denomina sopladores

CONTADOR DE AIREACIÓN. Es un cronometro interno que se encuentra en el tablero de mando de los aireadores, su función es controlar automáticamente la duración de las fases aireadas y no aireadas.

DIFUSOR DE BURBUJA. Unidades diseñadas con una serie de orificios que transfieren el oxígeno al agua mediante mangueras.

DECANTADOR. Unidad encargada de extraer volúmenes de agua iguales a los ingresados al reactor en la fase de llenado. Esta unidad flota sobre la superficie del agua por lo cual puede ascender y descender con el nivel de agua.

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO) O DEMANDA DE OXÍGENO

Cantidad de oxígeno usado en la estabilización de la materia orgánica carbonácea y nitrogenada por acción de los microorganismos en condiciones de tiempo y temperatura especificados (generalmente cinco días y 20 °C). Mide indirectamente el contenido de materia orgánica biodegradable

DQO Expresa la cantidad de oxígeno necesario para la oxidación química de la materia orgánica. Generalmente es mayor que el valor de la DBO, porque suele ser mayor el número de compuestos que se oxidan por vía química que biológica, ante la presencia de un oxidante fuerte como los dicromatos.

DESHIDRATACIÓN DE LODOS Proceso de remoción del agua de lodos hasta formar una pasta.

DIGESTIÓN AEROBIA Descomposición biológica de la materia orgánica de un lodo en presencia de oxígeno.

EDAD DE LODO Tiempo medio de residencia celular en el tanque de aireación.

EFICIENCIA DE TRATAMIENTO Relación entre la masa o concentración removida y la masa o concentración en el afluente, para un proceso o planta de tratamiento y un parámetro específico; normalmente se expresa en porcentaje.

MEZCLADOR. Unidad que se encuentra ubicada en el en el centro del tanque del reactor su función es mezclar el contenido del reactor colocando en suspensión los lodos mezclándolos con el agua residual.

NIVEL MÍNIMO DE AGUA Es altura máxima medida desde la superficie a la cual puede ser descargado el reactor para evitar extraer los lodos que se necesitan para el tratamiento.

PLC Es el tablero de control de los reactores desde el cual se realiza la apertura y cierre de válvulas, encendido y apagado de aireadores y mezclador.

SÓLIDOS TOTALES Son los materiales suspendidos y disueltos en un agua

Se obtienen después de someter al agua a un proceso de evaporación a temperaturas comprendidas entre 103 y 105 °C... La porción filtrable representa a los Sólidos Coloidales Totales Disueltos y la no - filtrable son los Sólidos Totales en Suspensión.

SÓLIDOS SEDIMENTABLES. Son aquellos Sólidos Suspendidos que sedimentan en el fondo de un recipiente de forma cónica (cono Imhoff), en un tiempo fijado por ejemplo en 10 minutos o en 2 horas. Constituyen una medida aproximada de la cantidad de barro que se obtendrá en el proceso de decantación

INTRODUCCIÓN

Uno de los factores principales de crisis urbana de nuestros días tiene que ver con la disposición de agua para la vida diaria en las viviendas, comercios, servicios e industrias.

Obtener nuevas fuentes de agua se va haciendo cada día más difícil, dado que la población crece y demanda este recurso en las ciudades y en el campo. A nivel urbano, el desperdicio del vital líquido tanto por los consumidores directamente como en las tuberías dañadas y muebles sanitarios ineficientes o en mal estado, representa solamente una parte del problema; la contaminación de las aguas usadas tanto en los domicilios como en procesos industriales es otra, y la falta de opciones para su disposición cierra el círculo. Así, poca o mucha el agua se utiliza, y contaminada o no, se envía al drenaje en donde se mezclan diversas calidades de este líquido, para terminar reincorporándose -generalmente sin ningún tratamiento a algún cauce natural.

Esta amplia problemática del manejo del agua en las zonas urbanas ya se ha tratado en varios estudios y trabajos por diferentes entidades gubernamentales y universidades como parte de su quehacer de investigación. En este proyecto se considera una situación que se presenta en el municipio de Fusagasugá – Cundinamarca que se viene incrementado cada día conforme aumentan los caudales de aguas servidas urbanas, las cuales plantean un reto a las autoridades encargadas de su disposición. En general, en los países en desarrollo es muy poco el caudal que se trata antes de regresarlo a los ríos, y mucho menor el que recibe tratamiento adecuado para su reúso en la industria y algunos servicios. En Colombia, las autoridades municipales usualmente no cuentan con el presupuesto necesario para ello, no conocen el abanico de alternativas para

hacerlo, o simplemente no les interesa ya que no es una actividad que proporcione brillo político.

Sin embargo, la importancia de regresar el agua que tomamos de la naturaleza en una condición “aceptable” para que siga su camino dentro del gran ciclo hidrológico de nuestro país y de nuestro planeta, tiene que ver con un aspecto práctico e inmediato de abasto aquí y ahora para nuestros crecientes municipios, tanto como con la posibilidad de que en un futuro muy cercano nuestros hijos y nietos no puedan contar con reservas de agua apropiadas para consumo humano, anulando su probabilidad de sobrevivencia junto con la de especies animales y vegetales que lo acompañan.



1. JUSTIFICACION

Desde muchos puntos de vista, el agua es considerada no solo un factor esencial para el desarrollo global de las naciones, sino también es calificado como el recurso en función del cual, se establecen los límites de ese desarrollo de las naciones.

El agua, además de apuntalar el desarrollo económico y social de las comunidades, es parte fundamental del equilibrio y evolución de los ecosistemas naturales, transformando esta relación bilateral entre agua y medio ambiente, en un problema de trascendencia para la subsistencia del ser humano en sus asentamientos.

El agua es un elemento esencial para la vida. El hombre la utiliza para satisfacer sus necesidades básicas y en gran parte de sus actividades. Además, interviene en la mayor parte de los procesos relacionados con la transformación de la superficie de la tierra y del clima.

El hombre no es ajeno a sus efectos en su entorno, pues ha experimentado tanto la abundancia como la escasez del agua. Así, desde tiempos pasados enfrenta las sequías, las tormentas, las crecientes de los ríos y las inundaciones.

La búsqueda de su bienestar lo ha llevado al asentamiento en ciudades y poblados, hecho que lo ha obligado a desarrollar tecnologías que le permitan controlar el agua y disminuir los efectos de los fenómenos climáticos; todo núcleo poblacional genera múltiples necesidades tales como servicios, vivienda, comunicación, salud, etc. Parte prioritaria de las necesidades básicas

para los seres humanos, son considerados los servicios de Agua Potable necesarios para mejorar las condiciones de vida y salud en los lugares habitados; sin embargo, la satisfacción de ésta necesidad trae consigo solucionar el desalojo de las aguas servidas o aguas residuales.

En el desarrollo de las localidades urbanas, sus servicios en general se inician con un precario abastecimiento de agua potable y van satisfaciendo sus necesidades con base en obras escalonadas en bien de su economía. Como consecuencia se presenta el problema del desalojo de las aguas servidas o aguas residuales. Se requiere así la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario para eliminarlas aguas negras que produce una población, incluyendo al comercio y a la industria

Las aguas residuales de un núcleo urbano, están constituidos fundamentalmente por las aguas de abastecimiento después de haber pasado por las diversas actividades de una población. Estos desechos líquidos, se componen esencialmente de agua con contenido de sólidos orgánicos e inorgánicos. Si estas aguas no se manejan adecuadamente, generan impactos ambientales adversos en el medio.

En la actualidad la mayor parte de contaminación proviene de nuestros hogares porque no se realizan proyectos que permitan tratar esta aguas residuales y además que cumplan con las normas de calidad, en el desarrollo de este proyecto se buscara las estructuras apropiadas para que la planta de aguas residuales domesticas disminuya la contaminación a la fuente hídrica receptora. Si se logra que las personas se preocupen por el agua podremos vivir en un mundo mejor.

El crecimiento demográfico, del municipio de Fusagasugá Cundinamarca ha provocado la contaminación y la sobre explotación de las fuentes del agua situación, preocupante. Por lo que, la realización de este proyecto se considera como un sistema integral desde su captación hasta el sitio donde se dispondrán las aguas ya tratadas.



2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Formular el sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas para el 50% de la población del municipio de FUSAGASUGÁ- CUNDINAMARCA. Con el propósito de Proponer una alternativa a la carencia del municipio de no contar con sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Recolectar información del municipio. Con el fin de obtener la caracterización de este para definir el tipo de sistema de tratamiento de aguas residuales.

Proponer el sistema de tratamiento de aguas residuales. Con el propósito de implementar un sistema que cumpla con la normatividad vigente en cuanto a vertimientos.

Establecer los parámetros técnicos base. Con el fin de articular todos los factores que establecen el decreto 3930 del año 2010 sobre vertimientos.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

El agua es una molécula fundamental para todo ser vivo, pero a su vez faz de contaminación, es por esto que su cuidado es responsabilidad de todos los seres humanos. Un municipio produce volúmenes grandes de aguas residuales, lo cual trae como consecuencia no solo la contaminación del agua sino también generación de enfermedades para los seres humanos. Es por esto que se han creado diferentes sistemas y tipos de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas, para que los municipios o cualquier entidad que genere se vea atraído a ellas y aporten una ayuda a nivel local regional nacional y mundial a la sociedad, de esta manera se promueve un nuevo estilo de educación sobre la importancia de mantener las fuentes hídricas naturales limpias.

3.2. ESTADO ACTUAL DEL PROBLEMA.

La propuesta de diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales para el municipio de Fusagasugá – Cundinamarca, pretende traer dos tipos de beneficio, el primero: es que las aguas en su disposición final sean vertidas a una fuente hídrica con un grado de contaminación llevado a su mínima expresión. Con lo cual estas aguas puedan llegar a ser reutilizadas en actividades que no requieran el manejo como aguas potables, estas se pueden aplicar a sistemas de riego en áreas verdes. Respecto al segundo beneficio se debe que al modificar las características físicas, químicas y biológicas a las fuentes hídricas se ocasionan daño al ecosistema acuático, así como también efectos contaminantes directos e indirectos sobre los organismos vivos (flora y fauna) y

la salud del ser humano. El sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas ayudara a resolver una problemática cultural que se viene presentando en todos los municipios de Colombia. Que es la de no tener iniciativas para evitar la contaminación de las fuentes hídricas.

3.3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.

Al realizar la propuesta del sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas para el municipio de Fusagasugá – Cundinamarca. Se tiene como finalidad la disminución del impacto ambiental sobre el recurso hídrico por contaminación debido a la disposición final inadecuada de estas aguas. Con este estudio se plantea un diseño el cual cumple con las normas que rigen estos sistemas desde el punto de vista estructural y ambiental.

3.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Qué sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas para el 50% de la población del municipio de Fusagasugá – Cundinamarca se debe implementar el cual cumpla con los aspectos establecidos en la norma sanitaria y ambiental vigente?

UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minuto de Dios

4. REFERENTE LEGAL

Para estructurar la Evaluación del Vertimiento, de la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de la calera Cundinamarca. Es importante para su justificación, validación e implementación considerar la regulación y la normatividad relacionada con éste.

Tabla 1. Marco Legal

NORMA	EXPIDE	DESCRIPCIÓN
LEYES DEL CONGRESO		
Ley 23 de 1973	Presidencia de la República	Concede facultades extraordinarias al presidente de la república para expedir el código de recursos naturales y de protección al medio ambiente, para la prevención y control de la contaminación del medio ambiente, la búsqueda del mejoramiento, conservación y restauración de los recursos naturales renovables y la defensa de la salud y el bienestar de todos los habitantes del territorio nacional. Esta fue la primera norma en imprimirle responsabilidades a quienes causen daño al medio ambiente.
Decreto Ley 2811 de 1974	Presidencia de la República	Por el cual se reglamenta parcialmente el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.
Constitución Política de 1991	Asamblea Nacional Constituyente	En sus artículos 79 y 80 establece que es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación ambiental para garantizar el derecho de todas las personas a gozar de un ambiente sano y planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución; debiendo prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

Ley 99 de 1993	Congreso de la República	<p>Artículo 31 Numeral 2, de la Ley 99 de 1993, corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales ejercer la función de máxima autoridad ambiental en el área de su jurisdicción de acuerdo con las normas de carácter superior y conforme a los criterios y directrices trazadas por el Ministerio del Medio Ambiente.</p> <p>numerales 12 y 13, se establece como funciones de las Corporaciones Autónomas Regionales, la evaluación control y seguimiento ambiental por los usos del agua, suelo, aire y demás recursos naturales renovables, lo cual comprende la expedición de las respectivas licencias ambientales, permisos, concesiones, autorizaciones y salvoconductos así mismo recaudar conforme a la Ley, las contribuciones, tasas, derechos, tarifas y multas generadas por el uso y aprovechamiento de los mismos, fijando el monto en el territorio de su jurisdicción con base en las tarifas mínimas establecidas por el Ministerio del Medio Ambiente.</p>
NORMAS DEL SECTOR AGUA		
DECRETO 1594 DE 1984	REPUBLICA DE COLOMBIA MINISTERIO DE AGRICULTURA	Que se requiere desarrollar integralmente la figura del Ordenamiento de Recurso Hídrico como instrumento de planificación por excelencia, ajustar el procedimiento de otorgamiento de los permisos de vertimiento y los planes de cumplimiento, establecer el procedimiento para la reglamentación de los vertimientos y reorganizar el registro de vertimientos.
DECRETO 3930 DE 2010	REPUBLICA DE COLOMBIA MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.

5. MARCO DE REFERENCIA

5.1. MARCO TEORICO

BASE TEORICA SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES

El agua residual doméstica (ARD) está compuesta de constituyentes física, química y biológica. Es una mezcla de sustancias orgánicas e inorgánicas, suspendidas o disueltas. La mayor parte de la materia orgánica consiste en residuos alimenticios, excretas, materia vegetal, sales minerales y materiales diversos como jabones y detergentes sintéticos.

La fracción orgánica corresponde al 70% de la cantidad de materia sólida existente (Tebutt, 1977; Jordão & Pessoa, 1975); el 30% restante es inorgánico.

Las ARD pueden contener varios tipos de proteínas y, como ejemplo, pueden citarse las albúminas, globulinas de diversos orígenes y enzimas industriales (detergentes) o resultantes de la actividad microbiana en la propia agua residual. Los carbohidratos están presentes en sus formas más comunes, tales como glucosa, sacarosa, almidón y celulosa; algunos, como la glucosa y la sacarosa, son más fácilmente degradados por microorganismos, siendo los polisacáridos como la celulosa y el almidón más resistentes al ataque microbial y siendo el almidón más fácilmente descompuesto que la celulosa (Blundi, 1988). Las grasas animales y aceites son el tercer componente de los alimentos, están siempre presentes en ARD provenientes de carnes, del uso de aceites vegetales, etc. (Metcalf & Eddy, 1979).

Las aguas de abastecimiento de una población, después de haber sido impurificadas por diversos usos. Desde el punto de vista de su origen, resultan de la combinación de los líquidos o desechos arrastrados por el agua, procedentes de casas de habitación, edificios comerciales e instituciones, juntos con los provenientes de los establecimientos industriales, y las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que puedan agregarse.

La cantidad o volumen de Aguas Residuales que se produzcan varía de acuerdo con la población y depende de muy diversos factores.

Un municipio exclusivamente residencial que tenga alcantarillas bien construidas a las que no entre el agua de precipitaciones pluviales, puede producir unos 160 litros por persona y por día; mientras que una población industrial o que tenga un gasto de agua para usos domésticos muy alto, podrá producir unos 800 litros o más por persona y por día.

5.1.1. ORIGEN DE LAS AGUAS RESIDUALES Y DE LOS DESECHOS

Las Aguas Residuales pueden ser originadas por:

- a. Desechos humanos y animales
- b. Desperdicios caseros
- c. Corrientes pluviales
- d. Infiltraciones de Aguas Subterráneas
- e. Desechos Industriales.

5.1.2. TIPOS DE AGUAS RESIDUALES

La clasificación se hace con respecto a su origen, ya que este origen es el que va a determinar su composición.

5.1.2.1. AGUAS RESIDUALES URBANAS

Son los vertidos que se generan en los núcleos de población urbana como consecuencia de las actividades propias de éstos. Los aportes que generan esta agua son:

- a) Aguas Residuales o fecales
- b) Aguas de lavado doméstico
- c) Aguas provenientes del sistema de drenaje de calles y avenidas.
- d) Aguas de lluvia y lixiviados

Las aguas residuales urbanas presentan una cierta homogeneidad cuanto a composición y carga contaminante, ya que sus aportes van a ser siempre los mismos.

Pero esta homogeneidad tiene unos márgenes muy amplios, ya que las características de cada vertido urbano van a depender del núcleo de población en el que se genere, influyendo parámetros tales como el número de habitantes, la existencia de industrias dentro del núcleo, tipo de industria, etc.

5.1.2.2. ASPECTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

Las Aguas Residuales son líquidos turbios que contienen material sólido en suspensión. Cuando son frescas, su color es gris y tienen un olor a moho no desagradable. Flotan en ella cantidades variables de materia:

Sustancias fecales, trozos de alimentos, basura, papel, astillas y otros residuos de las actividades cotidianas de los habitantes de una comunidad. Con el transcurso del tiempo, el color cambia gradualmente del gris al negro, desarrollándose un olor ofensivo y desagradable; y sólidos negros aparecen flotando en la superficie o en todo el líquido. En este estado se denominan Aguas Residuales.

5.1.2.3. COMPOSICION DE LAS AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales urbanas tienen una composición más o menos uniforme, que facilita los procesos de tratamiento, y las distingue claramente de las aguas residuales industriales, cuya variedad es en muchos casos indescriptible. Aún así, aunque derive sólo de efluentes domésticos, la composición varía influenciada por algunos factores como son los hábitos alimentarios, consumo de agua, uso de productos de limpieza en el hogar, etc. La composición, al igual que la cantidad de aguas residuales, sufre también variaciones respecto al tiempo. Varía en el transcurso de las distintas horas del día, en función de los días de la semana y se presentan variaciones estacionales.

Tres grupos de caracteres se pueden tener en cuenta para los diferentes componentes del agua:

- a) Físicos
- b) Químicos
- c) Biológico

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Algunas de las características físicas de las aguas residuales urbanas son las siguientes:

Temperatura

Suele ser superior a la del agua de consumo, por el aporte de agua caliente procedente del aseo y las tareas domésticas. Oscila entre 10 °C y 21 °C, con un valor medio de 15 °C, aproximadamente. Esta mayor temperatura ejerce una acción perjudicial sobre las aguas receptoras, pudiendo modificar la flora y fauna de éstas, y dando lugar al crecimiento indeseable de algas, hongos, etc.

También, el aumento de temperatura puede contribuir al agotamiento del oxígeno disuelto, ya que la solubilidad del oxígeno disminuye con la temperatura.

Turbidez

Se debe a la cantidad de materias en suspensión que hay en las aguas residuales (limo, materia orgánica y microorganismos). Esta turbidez, en las masas de aguas receptoras, afecta a la penetración de la luz, lo que redundaría en una menor productividad primaria.

Color

Suele ser gris o pardo, pero debido a los procesos biológicos anóxicos el color puede pasar a ser negro.

Sólidos

Se pueden clasificar en:

Totales: residuos que quedan tras la evaporación y secado de la muestra a 130°C durante 60 mm.

Fijos: residuos remanentes después de la evaporación y carbonización á 600 °C, durante minutos.

Volátiles: es la diferencia entre sólidos totales y fijos.

Según su tamaño, se pueden clasificar en:

Disueltos: con tamaño inferior a 10-3 μm .

Coloidales: tienen un diámetro de 10-3 μm a 1 μ

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Existen una serie de parámetros que tienen una especial importancia para describir

Composición de las aguas residuales.

Materia orgánica

Constituye la tercera parte de los elementos de las aguas residuales, siendo los

Principales compuestos que se pueden hallar:

- Proteínas (40-60 %)
- Carbohidratos (25-50 %)
- Grasas y aceites (10 %)

En las aguas residuales urbanas, la urea y el amoníaco constituyen las principales fuentes de nitrógeno, junto con las proteínas. La materia orgánica también puede aportar azufre, hierro y fósforo.

La mayoría de los aminoácidos presentes en la naturaleza pueden detectarse en las aguas residuales, como producto de la descomposición de proteínas.

Otros compuestos importantes son los azúcares como la glucosa, lactosa, sacarosa, fructosa y galactosa; y los ácidos como el acético, propiónico, butírico, láctico y cítrico.

También, se pueden encontrar celulosa, almidón y lignina.

Las grasas son descompuestas más lentamente por las bacterias, pero pueden actuar sobre ellas los ácidos minerales, dando glicerina y ácidos grasos; éstos, a su vez, pueden reaccionar con los álcalis, dando glicerina y jabones (sales alcalinas de ácidos grasos).

Debido a que son menos densas que el agua flotan, y esto interfiere en los procesos de tratamiento y la vida biológica, favoreciendo el ambiente anaerobio, en cuyas condiciones la degradación es más lenta y se desprenden gases que causan malos olores.

Recientemente se está prestando interés a la gran diversidad de moléculas orgánicas sintéticas que están apareciendo en la composición de las aguas residuales: agentes tensoactivos, fenoles y pesticidas.

Asimismo, los procesos de cloración de aguas de abastecimiento y la alteración que puede producirse de compuestos orgánicos naturales y de síntesis, hace que puedan aparecer subproductos de una descomposición parcial de las moléculas orgánicas complejas.

Hay una serie de parámetros que son de gran interés en el tratamiento de las aguas residuales, puesto que, nos permiten conocer el contenido en materia orgánica de éstas.

Los más importantes son:

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO): es la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para degradar la materia orgánica presente en el agua. Esta prueba se realiza durante 5 ó 3 días a 20 °C por lo que se expresa como DBO ó DBO₅, respectivamente.

Se puede obtener mediante determinación de la concentración de oxígeno disuelto de la medida de la DBO₅, es el procedimiento manométrico basado en el respirómetro de Warburg. El

CO₂ desprendido determinación de DBO₅. En la oxidación de la materia orgánica, es absorbido mediante NaOH o LiOH que se coloca en un recipiente en el tapón de las botellas; como consecuencia, se produce un descenso de presión que es registrado en un manómetro de mercurio, cuya escala viene expresada en mg/l de oxígeno consumido.

La determinación de la DBO₅ presenta como inconvenientes el largo tiempo del test y la imposibilidad de diferenciar entre demanda de oxígeno carbonado y demanda de oxígeno nitrogenado. Sin embargo, tiene la gran ventaja de indicarnos la cantidad de materia orgánica biodegradable, lo cual tiene una extraordinaria importancia para el tratamiento biológico.

Demanda química de oxígeno (DQO): mide la cantidad de materia orgánica del agua, mediante la determinación del oxígeno necesario para oxidarla, pero en este caso proporcionado por un oxidante químico como el permanganato potásico o el dicromatopotásico.

Este parámetro no puede ser menor que la DBO, ya que es mayor la cantidad de sustancias oxidables por vía química que por vía biológica. Habitualmente se realiza la determinación con permanganato en las aguas para consumo, denominándose oxidabilidad al permanganato, mientras que en las aguas residuales se realiza con dicromato, llamándose más propiamente DQO.

Carbono orgánico total (COT): se mide mediante la introducción de una cantidad conocida de muestra en un horno a alta temperatura. El carbono orgánico se oxida a CO₂, en presencia de un catalizador, y se cuantifica mediante un analizador de infrarrojos. Pero como no se oxidan

todos los componentes orgánicos presentes, los valores de COT dan una estimación de carbono orgánico inferior a la real.

Demanda total de oxígeno (DTO): esta prueba se realiza en una cámara de combustión catalizada con platino, en la cual se produce una transformación de la materia orgánica en productos finales estables. El oxígeno residual es analizado por cromatografía gaseosa, y por diferencia obtenemos la DTO.

Demanda teórica de oxígeno (DTeO): se estima mediante una reacción teórica de oxidación total. Para ello, es necesario conocer la composición de las aguas residuales en carbohidratos, proteínas y grasas.

CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

Las aguas residuales, dependiendo de su composición y concentración, pueden llevar en su seno gran cantidad de organismos. También influyen en su presencia la temperatura y el pH, puesto que cada organismo requiere unos valores determinados de estos dos parámetros para desarrollarse.

A continuación se describen los principales grupos de organismos que se pueden encontrar.

En las aguas residuales brutas, predominan las especies pertenecientes a los siguientes grupos: Escherichia, Salmonella, estreptococos fecales, Proteus, Pseudomonas, Aeromonas, Serratia, Bifidobacterium, Clostridium, Zooglea, Flavohacterium, Nocardia, Achromobacter, Alcaligenes, Mycohacterium, Nitrosomonas, Nitrobacter, etc.

Las bacterias coliformes se utilizan como indicador de polución por vertidos de origen humano, ya que cada persona elimina diariamente de 100.000 a 400.000 millones de coliformes a través de las heces, además de otras clases de bacterias

Virus: proceden de la excreción, por parte de individuos infectados, ya sean humanos o animales. Poseen la capacidad de adsorberse a sólidos fecales y otras materias particuladas, favoreciendo de esta forma su supervivencia durante tiempos prolongados en las aguas residuales.

Se pueden encontrar virus pertenecientes a distintos grupos: Poliovirus, virus cho, Coxsackievirus A y E, virus de la hepatitis, agente de Norwalk, Rotavirus, Reovirus, Adenovirus y Parvovirus.

La gran supervivencia de los virus origina la resistencia a algunos tratamientos de aguas residuales, constituyendo un peligro para las aguas receptoras. Durante los tratamientos, los virus se adsorben a la superficie de los flóculos y de esta forma son separados de las aguas residuales, pero no inactivados. Algunos quedan en el efluente, siendo un peligro para la salud, aunque el mayor riesgo lo constituyen aquellos que quedan en el fango, en mayores cantidades, sobre todo si este fango se utiliza como fertilizante sin tratamiento previo.

Algas: su crecimiento está favorecido por la presencia en las aguas residuales de

Distintas formas de fósforo y nitrógeno, así como de carbono y vestigios de elementos

Tales como hierro y cobalto, dando lugar a procesos de eutrofización. Este fenómeno

Esta producido principalmente por algas de los géneros Anacystis, Anabaena,

Gleocystis, Spirogyra, Cladophora, Enteromorpha, Stigeoclonium² Ulothrix, Chiorella,

Euglena y Phormidium, etc.

Protozoos: los que se encuentran más frecuentemente en las aguas residuales son amebas, flagelados y los ciliados libres y fijos. Estos organismos juegan un papel muy importante en los procesos de tratamiento biológico, especialmente en filtros percoladores y fangos activados. Pueden eliminar bacterias suspendidas en el agua, ya que éstos no sedimentan, evitando la producción de efluentes con turbidez.

Hongos: la mayoría son aerobios estrictos, pueden tolerar valores de pH relativamente bajos, y tienen baja demanda de nitrógeno. Esto les hace desempeñar una función importante en el tratamiento de aguas residuales industriales.

Los géneros que pueden encontrarse son: Geotrichium, Mucor, Aureobasidium,

Subbaromyces, Fusarium, Sepedonium y Sphaerotilus.

En el tratamiento con fangos activados, los hongos, junto a bacterias filamentosas, pueden dar lugar a un problema conocido como bulking, debido a que su presencia dificulta la sedimentación de los fangos.

5.2. MARCO GEOGRÁFICO



El territorio continental de la República de Colombia se encuentra ubicado en la esquina noroccidente de América del Sur, sobre la línea ecuatorial, en plena zona tórrida. A pesar que la mayor parte de su extensión, se encuentren en el hemisferio norte, Colombia es equidistante con los dos extremos del continente Americano.

Por el Norte, Colombia llega hasta los **12°26'46''** de latitud norte en el sitio denominado **Punta Gallinas** en la península de la Guajira, que a su vez, constituye el extremo septentrional del continente suramericano.

Por el sur, el territorio llega hasta los **4°12'30''** de latitud sur, en el sitio donde la quebrada **San Antonio** vierte sus aguas al caudaloso río Amazonas.

El extremo Oriental se localiza a los **60°50'54''** de longitud oeste de Greenwich, sobre la isla de **San José** en el río Negro (En Colombia denominado río Guainía), frente a la Piedra del Cocuy, límite común entre las repúblicas de Colombia, Brasil y Venezuela.

Por el Occidente llega hasta los **79°02'33''** de longitud oeste de Greenwich, que corresponden al **Cabo Manglares** en la desembocadura del río Mira en el Océano Pacífico.

El territorio colombiano, también comprende el archipiélago de **San Andrés y Providencia**, diseminados en el mar Caribe entre los **12°** y **16°30'** de latitud norte, y los **78°** y **82°** de longitud oeste de Greenwich, cuyas islas principales son las de *San Andrés*, *Providencia* y *Santa Catalina*. Adicionalmente, en el Caribe se localizan cerca del litoral, la isla **Fuerte** y los archipiélagos de **San Bernardo** y del **Rosario**; así como las de **Barú** y **Tierrabomba**, próximas a Cartagena, las cuales se encuentran unidas al continente.

Por su parte, en el Océano Pacífico se encuentra la isla de **Malpelo** a los **3°58'** de latitud norte y **81°35'** de longitud oeste, así como, las islas **Gorgona** y **Gorronilla** más próximas a la línea costera.

EXTENSION DEL TERRITORIO COLOMBIANO

Colombia es un país de superficie territorial media, debido a que no está entre los más extensos ni entre los más pequeños. Tiene una extensión terrestre de **1'141.748 Km²** ocupando el cuarto lugar entre los países de Suramérica, el séptimo en América y el número 25 del mundo.

De acuerdo a su extensión, de cada 100 km de suelo americano, sólo 6 km corresponden a nuestro país. Sin embargo, Colombia es más vasta que cualquier estado europeo, con excepción de la Unión Soviética. Las superficies de Francia, España y Portugal juntas cabrían en el territorio colombiano. Igualmente, Colombia cuenta con **2900 km** de costas, de las cuales 1600km se encuentran en el mar Caribe y los 1300km restantes en el Océano Pacífico.

VENTAJAS D ELA UBICACIÓN GEOGRAFICA DE COLOMBIA

Colombia cuenta con una **posición geográfica estratégica** en el hemisferio americano. Por una parte, es un punto de enlace entre los países del norte y del sur en el hemisferio y, por otra, posee amplias costas sobre los océanos Atlántico y Pacífico. Dicha ubicación le permite ser la puerta de entrada a América del Sur y disponer de puertos hacia el resto de América, Europa y los países de la Cuenca del Pacífico.

Además, su localización en la zona ecuatorial determina la existencia de una gran variedad de climas y ecosistemas. Debido a que la línea del ecuador atraviesa el país por el sur, toda Colombia queda en la zona tórrida o intertropical, región de bajas latitudes; lo que ocasiona que

cuenta con la misma iluminación solar todo el año, así como, los días y las noches cuentan con igual duración.

Los rayos del Sol caen siempre con la misma verticalidad, de modo que no hay estaciones, por lo que se distinguen únicamente un invierno lluvioso y un verano seco. Este mismo suceso, ocasiona que se puedan obtener dos cosechas anualmente.

Colombia es una privilegiada “**casa de esquina**”. Así la han llamado los geógrafos en el noroeste de América del Sur, muy bien situada, con frentes sobre dos importantes avenidas; dos grandes océanos; el Pacífico, que baña al país por el oeste y el Atlántico, que forma el mar Caribe o de las Antillas.

La cercanía del canal de Panamá, la circunstancia de ser paso y escala de las principales líneas aéreas del continente y el establecimiento de puertos en las costas oceánicas dan a Colombia gran importancia estratégica para las comunicaciones y el comercio. Además, por los ríos internacionales Amazonas y Orinoco transitan barcos comerciales. Su posición la ha colocado como sitio de convergencia para rutas marítimas y aéreas; su cercanía al canal de Panamá le facilita el comercio. Su situación presenta posibilidades para la construcción de nuevos canales interoceánicos, si se aprovechan el Atrato y otros ríos del Chocó.

Tanto por aire como por mar, el país recibe anualmente la visita turística, comercial, deportiva, diplomática y científica de miles de viajeros de los países amigos. Las hermosas ciudades colombianas sirven de magnífico marco a importantes acontecimientos internacionales.

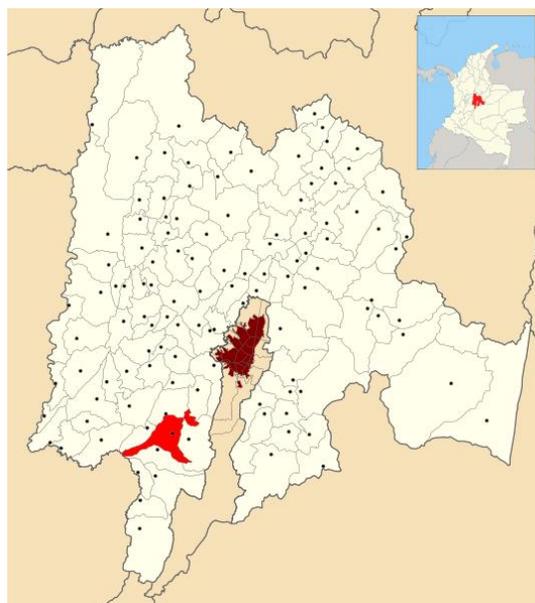
FUSAGASUGÁ

Fusagasugá tiene una población de **107.259 habitantes** según datos del censo 2005 (DANE, Departamento Administrativo Nacional de Estadística).

La ciudad está ubicada en una meseta enmarcada por los ríos Cuja y Chocho, y los cerros Quininí y Fusacatán que conforman el Valle de los Sutagaos.

Si comparamos los datos de **Fusagasugá** con los del departamento de **Cundinamarca** concluimos que ocupa el puesto 2 de los 116 municipios que hay en el departamento y representa un 4,7779 % de la población total de éste.

A nivel nacional, **Fusagasugá** ocupa el puesto 48 de los 1.119 municipios que hay en Colombia y representa un 0,2540 % de la población total del país.



6. METODOLOGIA

TIPO DE ESTUDIO

La investigación se basó en estudios analíticos- descriptivos por considerarse los más pertinentes para el objetivo del trabajo en razón de la búsqueda de la situación real del Municipio de Fusagasugá - Cundinamarca.

Además en los estudios analíticos-descriptivos se utilizaron técnicas para la determinación de la problemática del recurso agua, como son la observación de campo, charlas informales y la revisión de documentación con ideas y casos relacionados con el tema del uso del agua en el Municipio.

TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TÉCNICA

Observación de campo. Es la técnica que permitió obtener una descripción sistematizada de la problemática que presenta el componente agua en relación con los impactos negativos generados por los diferentes agentes o actividades que provocan la contaminación o afectación al recurso.

La observación se realiza teniendo en cuenta aspectos como:

Número de predios para establecer el 50% para fines de diseño.

Ubicación de las fuentes de agua superficial.

Ubicación de las zonas de vertimiento

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

PASO 1 - Definición del nivel de complejidad del sistema Debe definirse el nivel de complejidad del sistema, según se establece en el capítulo A.3 para cada uno de los componentes del sistema.

PASO 2 - Justificación del proyecto y definición del alcance Todo componente de un sistema de tratamiento de agua residual debe justificarse con la identificación de un problema de salud pública, del medio ambiente o de bienestar social, el cual tiene solución con la ejecución del sistema propuesto, ya sea mediante la ampliación de cobertura de un servicio o mejoramiento de su calidad y eficiencia. (Véase capítulo A.7) Además, el proyecto debe cumplir los criterios de priorización establecidos en el Título A.

PASO 3 - Conocimiento del marco institucional El diseñador del sistema debe conocer las diferentes entidades relacionadas con la prestación del servicio público de suministro de agua potable, estableciendo responsabilidades y las funciones de cada una. Las entidades y aspectos que deben identificarse son:

1. Entidad responsable del proyecto.
2. Diseñador.
3. Constructor.
4. Rol del municipio, ya sea como prestador del servicio o como administrador del sistema.
5. Empresa de Servicios Públicos y su carácter. (Oficial, mixto o privado)

6. Entidades territoriales competentes.
7. Entidades de planeación. (DNP, DSPD, Ministerio del Medio Ambiente, etc.)
8. Entidad reguladora. (CRA u otra)
9. Entidad de vigilancia y control. (SSPD u otra)
10. Operador.
11. Interventor.
12. Acciones proyectadas de la comunidad en el sistema.
13. Autoridad ambiental competente. (Ministerio del Medio Ambiente, corporaciones autónomas regionales, etc.)
14. Fuentes de financiación.

PASO 4 - Acciones legales El diseñador debe conocer todas la leyes, decretos, reglamentos y normas técnicas relacionadas con la conceptualización, diseño, operación, construcción, mantenimiento, supervisión técnica y operación de un sistema de acueducto o cada uno de sus componentes en particular. Además, deben tomarse todas las medidas legales necesarias para garantizar el adecuado desarrollo de los proyectos de alcantarillado y del tratamiento de las aguas residuales o todos sus componentes.

PASO 5 - Aspectos ambientales

Debe presentarse un estudio sobre el impacto ambiental generado durante las etapas de construcción y/o operación del proyecto, ya sea negativo o positivo en el cual se incluyan una descripción de las obras y acciones de mitigación de los efectos en el medio ambiente propios del proyecto, siguiendo todo lo establecido en el capítulo A.1

Adicionalmente debe proveerse un plan de manejo ambiental durante la operación y mantenimiento del sistema.

PASO 6 - Ubicación dentro de los planes de ordenamiento territorial y desarrollo urbano previstos El diseñador debe conocer los planes de desarrollo y de ordenamiento territorial planteados dentro del marco de la Ley 388 de 1997 o la que la reemplace y establecer las implicaciones que el sistema de tratamiento de agua residual tendría dentro de la dinámica del desarrollo urbano.

PASO 7 - Estudios de factibilidad y estudios previos Todo proyecto de tratamiento de agua residual debe llevar a cabo los estudios factibilidad y los estudios previos mencionados en el capítulo A.8

PASO 8 - Diseño y requerimientos técnicos El diseño de cualquier componente de una planta de tratamiento de agua residual debe cumplir con los requisitos mínimos establecidos en el presente Título, El diseño de cualquier sistema de una planta de tratamiento de agua residual debe someterse a una evaluación socioeconómica y estar sujeto a un plan de construcción, operación, mantenimiento y expansión de costo mínimo, siguiendo lo establecido en el capítulo A.8.

PASO 9 - Construcción e interventoría Los procesos de construcción e interventoría se ajustarán a los requisitos mínimos establecidos en el Título G - Aspectos Complementarios.

PASO 10 - Puesta en marcha, operación y mantenimiento Los procedimientos y medidas pertinentes a la puesta en marcha, la operación y el mantenimiento de los diferentes componentes de una planta de tratamiento de agua residual deben seguir los requerimientos establecidos para cada componente en particular.



7. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

7.1. CALCULO DE LA POBLACION DE FUSAGASUGÁ

CALCULO POBLACION DE FUSAGASUGÁ
Se realiza la proyeccion de la poblacion a 30 años debido al nivel de complejidad y cumpliendo lo establecido en la resolucion 2320 de 2009 art. 69.

METODOS DE CALCULO PERMITIDO PARA LA ESTIMACION DE LA POBLACION				
Método por emplear	Nivel de Complejidad del Sistema			
	Bajo	Medio	Medio alto	Alto
Aritmético, Geométrico y exponencial	X	X		
Aritmético + Geométrico + exponencial + otros			X	X
Por componentes (demográfico)			X	X
Detallar por zonas y detallar densidades			X	X
SEGÚN TABLA B.2.1. RAS 2000				

DESCRIPCION DE METODOS		
FORMULA	ESTIMACION	
El Método Aritmético $P_f = P_{uc} + \frac{P_{uc} - P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}} \times (T_f - T_{uc})$	Pf=	Poblacion Final
	Puc=	Poblacion correspondiente al ultimo año censado con informacion
El Método Geométrico $P_f = P_{uc} (1 + r)^{T_f - T_{uc}}$	Pci=	Poblacion correspondiente al censo inicial con informacion
	Tuc=	Año correspondiente al ultimo año censado con informacion
El Método exponencial $P_f = P_{ci} \times e^{k \times (T_f - T_{ci})}$	Tci=	Año correspondiente al censo inicial con informacion
	Tf=	Año en el cual se quiere proyectar la informacion.
$r = \left(\frac{P_{uc}}{P_{ci}} \right)^{\frac{1}{(T_{uc} - T_{ci})}} - 1$ $k = \frac{\ln P_{cp} - \ln P_{ca}}{T_{cp} - T_{ca}}$	r=	Tasa de crecimiento Anual en forma decimal
	k=	Tasa de crecimiento poblacion
	LnPcp=	Logaritmo natural de la Poblacion del censo Posterior
	LnPca=	Logaritmo natural de la Poblacion del censo Anterior
	Tcp=	Año Correspondiente al censo Posterior
Tca=	Año Correspondiente al Censo Anterior	

PROYECCION AL AÑO 2014

ABR.	DATOS	UNID	
<i>Puc=</i>	107.259	hab.	Censo Dane Año 2005
<i>Pci=</i>	75.333	hab.	Censo Dane Año 1993
<i>Tuc=</i>	2005	Año	Año Censado
<i>Tci=</i>	1993	Año	Año Censado
<i>Tf=</i>	2014	Año	Año Actual - Tiempo 0
<i>r=</i>	0,0299	Decimal	Formula de Metodo Geometrico

<i>pf=</i>	131203,50	hab.	Metodo Aritmetico
<i>pf=</i>	139804,16	hab.	Metodo Geometrico

Se selecciona el metodo Geometrico Debido a que se aproxima a las Caracteristicas de fusagasuga al ser una poblacion de importante actividad economica, posee areas de expansion que se pueden dotar con servicios publicos.



UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minuto de Dios

PROYECCION AL AÑO ESTIMADO 2044

ABR.	DATOS	UNID	
<i>Puc=</i>	139.804	hab.	Censo Proyectado Año 2014
<i>Pci=</i>	107.259	hab.	Censo Dane Año 2005
<i>Tuc=</i>	2014	Año	Año de Censo Proyectado
<i>Tci=</i>	2005	Año	Año Censado
<i>Tf=</i>	2044	Año	Año Estimado
<i>r=</i>	0,0299	Decimal	Formula de Metodo Geometrico
<i>k=</i>	0,0294	Decimal	Formula de Metodo Exponencial

<i>pf=</i>	248288,04	hab.	Metodo Aritmetico
<i>pf=</i>	338174,85	hab.	Metodo Geometrico
<i>pf=</i>	338174,85	hab.	Metodo Exponencial

La Poblacion de Fusagasuga para el año 2044 sera la hallada por el metodo geometrico

<i>pf=</i>	338174,85	hab.	Pob.Floteante %	16908,743	hab.
TOTAL POBLACION PROYECTADA AÑO 2044			355083,59		hab.

Se realizara el analisis a una de las dos plantas de tratamiento de agua residual (PTAR) La cual esta encargada de tratar el 50% de agua servida, por tal motivo la poblacion a trabajar sera el 50% de la misma para el año 2044.

50% <i>pf=</i>	177541,7964	hab.	APROX.	177542	hab.
-----------------------	--------------------	-------------	---------------	---------------	-------------

UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minuto de Dios

7.2. CAUDAL DE DISEÑO PARA LA EVALUACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE FUSAGASUGÁ- CUNDINAMARCA

7.2 .1. Estimación del Consumo Medio Diario por Habitante (D/Neta). Corresponde a la dotación neta, es decir, a la cantidad de agua que el consumidor efectivamente recibe para satisfacer sus necesidades. La dotación se establece de acuerdo a factores como clima, nivel de vida, calidad del agua, disponibilidad del servicio, cobertura etc., Según la resolución 2320 de 2009 (modifica parcialmente el RAS-2000), establece que para sistemas con nivel de complejidad Alto la dotación se encuentra entre 140 L/hab-d y 150 L/hab-d (ver tabla N° 3).

Teniendo en cuenta que la población máxima en el MUNICIPIO DE FUSAGASUGA - CUNDINAMARCA, será de 177542 habitantes (El 50% de la población proyectada), el nivel de complejidad que corresponde es el de complejidad alta. Adoptándose para el presente estudio una Dotación Neta Máxima de 140 L/hab. Día

Tabla 3. Dotación neta según el nivel de complejidad del sistema

Nivel de complejidad del sistema	Dotación neta máxima para poblaciones con Clima Frio o Templado (L/hab·día)	Dotación neta máxima para poblaciones con Clima Cálido (L/hab·día)
Bajo	90	100
Medio	115	125
Medio alto	125	135
Alto	140	150

Fuente Resolución 2320 de 2009

CONTRIBUCION DE AGUAS RESIDUALES

El volumen de aguas residuales aportadas a un sistema de recolección y evacuación está integrado por las aguas residuales domésticas, industriales, comerciales e institucionales.

APORTE DOMESTICO

FORMULA	ESTIMACION
$Q_{dom} = \frac{Dotación \cdot P \cdot C_R}{86400}$	Q_{dom} = corresponde al aporte de aguas residuales de las actividades domésticas (L/s).
	d = dotación o cantidad de agua potable consumida por habitante y por día (L/hab.*d).
	P = Numero de habitantes proyectado para el periodo de diseño asignado.
	C_R = Coeficiente de retorno sanitario (entre 0,70 y 0,85 , pero usualmente corresponde se utiliza 0,80)
REFERENCIA: RAS 2000 PAG. D.33 Y D.34 FORMULA Y TABLA D.3.1	

TABLA CAUDAL DOMESTICO

ESTIMACION		CANTIDAD	UNIDAD	
POBLACION	P =	177.542	hab.	Poblacion proyectada para el año 2044
DOTACION NETA	d_{neto} =	140	L/(hab.*día)	Resolucion 2320 de 2009 (Tabla n. 9)
FACTOR DE RETORNO	C_R =	0,8		Promedio del coeficiente de retorno (Ras 2000 D.33)
AREA TOTAL	A =	23900		
AREA DE DISEÑO	A =	11950	ha.	Area del Territorio de Fusagasuga 50%
CAUDAL DOMESTICO	Q_{dom} =	230,147	L/s	

Tabla 4. Coeficiente de retorno de aguas servidas domésticas

NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA	COEFICIENTE DE RETORNO
BAJO Y MEDIO	0,7- 0,8
MEDIO ALTO Y ATO *	0,8- 0,85

Fuente RAS 2000 D.3.1

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Para este estudio se adopta como coeficiente de retorno 0.8 por nivel de complejidad

APORTE INDUSTRIAL

Pueden estimarse unos valores de aporte de aguas industriales de entre 0.4 a 1.5 L/s por hectarea de suelo de uso industrial. (tabla D.3.2. Ras 2000)

FORMULA	ESTIMACION
$Q_i = P. aporte * (0,5 \% \text{ de ha. Totales de Fusagasuga})$	Q_i = corresponde al aporte de aguas industriales (L/s).
	P.aporte = Promedio de los aportes industriales ((0,4 + 1,5) /2)
	0,5 % = porcentaje para multiplicar por las hectareas totales

TABLA __ CAUDAL INDUSTRIAL				
ESTIMACION		CANTIDAD	UNIDAD	
PROMEDIO APORTE	$P_{\text{aporte}} =$	0,950	L/s * Ha.	El resultado de promediar ((0,4 + 1,5) /2)
PORCENTAJE HECTAREA	$0,5 \% =$	59,75	Ha.	El resultado de multiplicar (0,5 % * 23900 Ha.)
CAUDAL INDUSTRIAL	$Q_i =$	56,7625	L/s	

Contribución industrial

Nivel de complejidad del sistema	Contribución industrial (L/s-ha ind)
Bajo	0,4
Medio	0,6
Medio alto	0,8
Alto	1,0-1,5

Fuente. RAS 2000 D.3.2

APORTE INSTITUCIONAL Y COMERCIAL
Puede adoptarse un valor de 0,5 L/s por hectarea de suelos de uso comercial e institucional

FORMULA	ESTIMACION
$Q_{IN} Q_c = \text{aporte} * (0,3 \% \text{ de ha. Totales de Fusagasuga})$	$Q_{IN} Q_c =$ corresponde al aporte de aguas industriales (L/s).
	$\text{aporte} =$ 0,5 L/s por hectarea de suelos de uso comercial e institucional
	$0,3 \% =$ porcentaje para multiplicar por las hectareas totales

TABLA __ CAUDAL INSTITUCIONAL Y COMERCIAL				
ESTIMACION		CANTIDAD	UNIDAD	
APORTE	$\text{aporte} =$	0,50	L/s * Ha.	puede adoptarse un valor de 0.5 L/s por hectarea de suelo
PORCENTAJE HECTAREA	$0,1 \% =$	11,95	L/s	El resultado de multiplicar (0,1 % * 23900 Ha.)

CAUDAL INSTITUCIONAL Y COMERCIAL	$Q_{IN} Q_c =$	5,975	L/s
----------------------------------	----------------	-------	-----

CAUDAL MEDIO DIARIO DE AGUAS RESIDUALES (Q _{MD})
Es la suma de los aportes domesticos, industriales, comerciales e institucionales.

FORMULA	ESTIMACION
$Q_{MD} = Q_D + Q_I + Q_C Q_{IN}$	$Q_D =$ Caudal Domestico
	$Q_i =$ Caudal industrial
	$Q_c Q_{IN} =$ Caudal comercial e institucional

TABLA __ CAUDAL MEDIO DIARIO DE AGUAS RESIDUALES				
ESTIMACION		CANTIDAD	UNIDAD	
Caudal Domestico	$Q_D =$	230,147	L/s	
Caudal industrial	$Q_i =$	56,7625	L/s	
Caudal comercial e institucional	$Q_c Q_{IN} =$	5,975	L/s	

CAUDAL MEDIO DIARIO	$Q_{MD} =$	292,885	L/s
---------------------	------------	---------	-----

$Q_{MD} =$	1054,384333	M ³ /H	Se realiza conversión a Metro cubico por hora
$Q_{MD} =$	25305,224	M ³ /D	se realiza conversión a Metro cubico por dia

CAUDAL CONEXIONES ERRADAS (Q_{ce})	
Deben considerarse los aportes de aguas lluvias al sistema de alcantarillado sanitario, provenientes de malas conexiones de bajantes de tejados de patio.	

TABLA __ CAUDAL CONEXIONES ERRADAS				
ESTIMACION		CANTIDAD	UNIDAD	
APORTE	$A_{pote} =$	0,10	L/s * Ha.	Aporte de acuerdo al nive de complejidad (RAS D.3.5)
AREA	$A =$	11950	Ha.	Area del Territoria de Fusagasuga
CAUDAL C. ERRADAS	$Q_{ce} =$	1195	L/S	

Nivel de complejidad del sistema	Aporte (L / s-ha)
Bajo y medio	0,2
Medio alto y alto	0,1

Fuente: RAS 2000, D.3.2.2.6

CAUDAL INFILTRACION (Q_{inf})	
Infiltracion de aguas superficiales a las redes de alcantarillado sanitario, principalmente freaticas.	

TABLA __ CAUDAL INFILTRACION				
ESTIMACION		CANTIDAD	UNIDAD	
APORTE	$A_{pote} =$	0,20	L/s * Ha.	Aporte de acuerdo al nive de complejidad (RAS D.3.7)
AREA	$A =$	11950	Ha.	Area del Territoria de Fusagasuga
CAUDAL INFILTRACION	$Q_{inf} =$	2.390,00	L/s	

FACTOR DE MAYORACIÓN (F)

El factor de mayoración para estimar el caudal máximo horario, con base en el caudal medio diario, tiene en cuenta las variaciones en el consumo de agua por parte de la población. El valor del factor disminuye en la medida en que el número de habitantes considerado aumenta, pues el uso del agua se hace cada vez más heterogéneo y la red de colectores puede contribuir cada vez más a amortiguar los flujos. La variación del factor de mayoración debe ser estimada a partir de mediciones de campo. Sin embargo, esto no es factible en muchos casos, por lo cual es necesario

estimarlos con base en relaciones aproximadas como las de Harmon y Babbit, válidas para poblaciones de 1 000 a 1.000.000 habitantes, y la de Flores, en las cuales se estima F en función del número de habitantes. Para efectos del presente estudio se tomo el factor de mayoración de Harmon

FACTOR DE MAYORACION (F)	
El factor de mayoración para estimar el caudal máximo horario, con base en el caudal medio diario, tiene en cuenta las variaciones en el consumo de agua por parte de la población	

TABLA RAS	FORMULA	ESTIMACION	F
D.3.4.	$F = 1 + \frac{14}{(4 + P^{0.5})}$ Harmon	De 1.000 a 1.000.000 habitante.	1,808104656
D.3.5.	$F = \frac{5}{p^{0.2}}$ Babbit	De 1.000 a 1.000.000 habitante.	1,774638025
D.3.6.	$F = \frac{3,5}{p^{0.1}}$ Flores	En funcion al Numero de Habitantes	2,08515303

En general el valor de F debe ser mayor o igual a 1,4.

CAUDAL MEDIO (QM)

FORMULA	VALOR	UNIDAD
$QM = \frac{Q}{24}$	43,93268056	M ³ /H
	12,20352238	L/S

CAUDAL MAXIMO HORARIO (QMH)
Es la base para establecer el caudal de diseño de una red de colectores de un sistema de recoleccion y evacuacion de aguas residuales.

FORMULA	ESTIMACION		VALOR	UNIDAD
$Q_{MH} = F \cdot Q_{MDI}$	FACTOR MAYORACION	F	1,808	
	CAUDAL MEDIO DIARIO	Q_{MDI}	1054,384333	M ³ /H
RAS D.3.3. FORMULA	CAUDAL MAXIMO HORA	Q_{MH}	1906,437	M ³ /H
RAS D.3.2.3.			529,566	L/s

CAUDAL DISEÑO (Q_{DT})				
Se obtiene sumando el caudal maximo horario, los aportes de infiltracion y conexiones erradas.				

FORMULA	ESTIMACION		VALOR	UNIDAD
$Q_{DT} = Q_{MH} + Q_{INF} + Q_{CEF}$	CAUDAL MAXIMO HORA	Q_{MH}	529,57	L/s
	FACTOR MAYORACION	Q_{INF}	2390,00	L/s
	CAUDAL INFILTRACION	Q_{CEF}	1195,00	L/s

RAS D.3.9. FORMULA	CAUDAL DISEÑO	Q_{DT}	4114,57	L/s
RAS D.3.2.3.			4,11	M3/s

Q_{DT}	14812437,22	L/hora
	355498,49	M3/Dia
	14812,44	M3/Hora

El **MUNICIPIO DE FUSAGASUGA – CUNDINAMARCA**, contribuirá con un gasto promedio aguas residuales del orden de 355449,6 m³-día.

7.3. TRAMPA DE GRASAS

La trampa de grasa su función principal consiste en retener todas aquellas sustancias que poseen un peso específico menor que el agua dando lugar a flotar. Su diseño se basa en encontrar una relación entre el largo y ancho capaz de generar un tiempo suficiente para que los aceites empiecen a separarse del agua (Aproximadamente 4 minutos), la forma de la trampa de grasas, es la de un tanque rectangular con unas pantallas deflectoras ubicadas una en la entrada y otra en la salida con las que se evita la turbulencia.

La pantalla que se encuentra en la salida es de mayor tamaño y es la encargada de retener la grasa, aceites y solventes y de sacar por el fondo las partículas sedimentadas que pasaran al siguiente dispositivo de tratamiento.

AREA SUPERFICIAL			
$0,25\text{M}^2/1\text{L/Seg} =$		AREA/Qdiseño	
Qd=	4115 L/Seg		
A=	$((0,25\text{m}^2 \cdot 4115\text{L/S}) / (1\text{L/Seg}))$		
A=	1028,75 M ²		
b ² =	A/1,8		
b ² =	571,5277778 M ²		
b=	23,90665 M		
L=	1,8*b		
L=	43,03196486 M		
V=	A*h		
h=	2 M		
V=	2057,5 M ³		
Tiempo de retencion			
1/Tr=	Qd/V	0,002	Seg
1/Tr=	500	Seg	
Tr=	Tr/60Seg=	8,33333333	Min

NOTA: por sistema constructivo y eficiencia de la PTAR y de acuerdo a los resultados anteriores se propone construir 2 TRAMPAS DE GRASAS cada una con la mitad de las dimensiones obtenidas.

7.4. TANQUE DE IGUALACIÓN

El igualamiento consiste en amortiguar las variaciones de caudal para lograr un caudal aproximadamente constante. Tiene, entre otros los siguientes propósitos:

- Superar los problemas operacionales causados por las variaciones de caudal.

- Proveer un control adecuado de pH para minimizar los requerimientos posteriores de dosificación en procesos de neutralización.
- Mejorar la eficiencia de los procesos de tratamiento biológico al controlar las cargas choque orgánicas.
- Permitir descargar de caudales muy variables al alcantarillado municipal.
- Proveer un flujo continuo en la plantas.

FORMULA	ESTIMACION		VALOR	UNIDAD	
Vtanque= Vmax*TR*FS	CAUDAL DISEÑO	Q _{DT}	14812,44	M3/Hora	
	VOLUMEN MAX CAUDAL	V _{max.}	1184,99	m3	SE HALLA CON UN TR=8 MIN. X QDT
	VOLUMEN TANQUE CON UN FS DE 10%	V _{tanque}	1303,49	m3	ES EL PRODUCTO DE VMAX MAS EL FS
		V _{tanque}	1303,50	m3	SE REDONDEA EL VOLUMEN
	ALTURA	h	4,00	m	SE ASUME
AREA SUPERFICIAL	As	325,88	m2	SE HALLA AL DIVIDIR EL VOLUMEN Y ALTURA	
B=RAIZ(As/2)	ANCHO	b	12,76	m	SE HALLA EN RELACION 1:2
	LARGO	l	25,53	m	SE HALLA EN RELACION 1:2
	VOLUMEN TOTAL	V _{total}	1303,50	m3	ES EL PRODUCTO DE ANCHO X LARGO

MEDIDAS CONSTRUCTIVAS			
ANCHO	b	13,00	m
LARGO	l	26,00	m
VOLUMEN TOTAL	V _{total}	1352,00	m3

7.5. AIREADOR

Cumple la función de depuración, construido en Concreto reforzado e incluye la etapa de aireación, En él se desarrolla una población de bacterias que se alimentan de la materia orgánica, transformándola en productos no contaminantes.

Lodos extendidos			
		UNID	VALOR
DBOe So	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO DE ENTRADA	mg/lt	250
DBOe So	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO DE ENTRADA	g/m ³	250
SS	SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/lt	3000
DBOs	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO DE SALIDA	g/m ³	30
DBOs	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO DE SALIDA	mg/lt	30
Q	CAUDAL	l/s	4114,57
Q	CAUDAL	m ³ /S	4,114565895
Q	CAUDAL	m ³ /día	355498,4933
Y	COEFICIENTE CINÉTICO	kg/kg	0,65
KD	COEFICIENTE DE DECAIMIENTO endógeno	día ⁻¹	0,05
θc	EDAD Lodos	día	15
X	SÓLIDOS SUSPENDIDOS VOLÁTILES	g/lt	3,5
X	SÓLIDOS SUSPENDIDOS VOLÁTILES	mg/lt	3500
SÓLIDOS TOTALES	PORCIÓN VOLÁTIL	%	80
Se	DBO SOLUBLE	mg/lt	-1860,0
Se	DBO SOLUBLE	g/m ³	-1860,0
XV	BIOMASA DE REACTOR	g ssv	4179138716,5
V	VOLUMEN	L	1194039,63
V	VOLUMEN	M ³	1194,04
PX	PRODUCCIÓN DE LODO	KG ssv/día	33,012
LODO SECO	LODO SECO	Kg/día	41,26
LODO SECO	LODO SECO	mg/día	41264,55
QW	CAUDAL DE LODOS DE DESECHOS	m ³ /día	2750,97
QR	CAUDAL DE RECIRCULACIÓN	m ³ /S	1,694
QR	CAUDAL DE RECIRCULACIÓN	m ³ /día	146381,73
R	RELACIÓN DE RECIRCULACIÓN		0,41
R	RELACIÓN DE RECIRCULACIÓN	%	41,18%
θ	TIEMPO DE RETENCIÓN HIDRÁULICO	día	3,359
θ	TIEMPO DE RETENCIÓN HIDRÁULICO	HORA	80,6
DO	CANTIDAD DE OXÍGENO	KGO ₂ /día	1078276,2
Qaire	CAUDAL DE AIRE	m ³ /día	3873118,56
Qaire real	EFICIENCIA DE TRANSFERENCIA DE OXÍGENO DE EQUIPOS DE AIREACIÓN EN CONDICIONES REALES ES DEL 8%	m ³ /día	48413981,97
Qaire/ DBO	VOLUMEN DE AIRE REQUERIDO POR UNIDAD DBO APLICADA AL TANQUE DE AIREACIÓN	m ³ /kg	544,74
Qaire/DBOR	VOLUMEN DE AIRE REQUERIDO POR UNIDAD DBO REMOVIDA	m ³ /kg	64,54
COV	CARGO ORGÁNICA VOLUMÉTRICA	DBO/m ³ día	74,43
A/M	RELACIÓN ALIEMNTO MICROORGANISMO	d-1	21,27
E	EFICIENCIA EN REMOCIÓN DE DBO TOTAL		0,88
Esoluble	EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE DBO SOLUBLE		844,00%
AS	ÁREA SUPERFICIAL		298,510
h	ALTURA		4
	RELACIÓN LARGO- ANCHO	3	9,975
	LONGITUD		29,93
L/b	VOLUMEN		1194,04

NOTA: por sistema constructivo y eficiencia de la PTAR y de acuerdo a los resultados anteriores se propone construir 2 AIREADOR cada una con la mitad de las dimensiones obtenidas.

7.6. SEDIMENTADOR

Cumple la función de separar por decantación los sólidos suspendidos que flocculan en la etapa de aireación.

CALCULO DEL CAUDAL UNITARIO			
Qd=	4,11 M ³ /S		
n=	6 UNIDADES		
Q=	Qd/n	0,685	M ³ /S
Q=	Q*1000L/S=	685	L/S
Q=	Q*86400Seg/1000=	59184	M ³ /S
EL AREA DEL SEDIMENTADOR			
q=	25 M ³ /M ² .DIA		
As=	Q/q=	2367,36	M ²
SI LA RELACION L/b= 4 EL ANCHO DEL SEDIMENTADOR SERA			
B=	4 M		
b=	$\sqrt{A/(1/B)}$ =	24,3277619	M
L=	A/b=	97,3110477	M
TIEMPO DE RETENCION HIDRAULICO			
H=	4 M		
TRH=	A.H/Q=	0,16	Seg
TRH=	TRH.24HORAS=	3,84	Horas
VELOCIDAD HORIZONTAL DE FLUJO			
Vh=	Q/H.B=	608,194048	M/Dia
	$744,882541M/D * \frac{100CM}{1M} * \frac{1DIA}{86400} =$	0,703928296	CM/S
CALCULO DEL VERTEDERO DE SALIDA			
Q/B=	2432,776192 M ³ /S.M		
TOMANDO UN ANCHO DE LA CANALETA DE 0,30 EL CAUDAL DE LA CANALETA SERA			
QQC=	$\frac{Q * b}{B + 2(Ancho canal)}$	57759,4678	M ³ /DIA
QQC=	QQC/86400Seg=	0,66851236	M ³ /S
PROFUNDIDAD DE LA LAMINA			
ac=	0,3 M		
	$ho = \left(\frac{QC}{1,375 * ac} \right)^{2/3}$	1,37971798	M
LA CONDICION ho ES < 0,08 POR LO CUAL EL CALCULO ES CORRECTO			

PARA CALCULAR LA ALTURA DEL VERTEDERO DE SLAIDA SE AUMENTA DE 10CM A 15 CM DE LA ALTURA D ELA LAMINA DE AGUA, POR LA CUAL LA PROFUNDIDAD DEL VERTEDERO

H=	ho+0,12M
H=	1,499717983 M

7.7. CLORACIÓN

Donde se elimina el remanente de bacterias y virus para cumplir con la calidad requerida. La desinfección se realiza con Hipoclorito de Sodio, dosificado a través de una bomba dosificadora montada sobre estanque.

DETERMINACION DEL VALOR K		
PARA UN PH DE 7,5 Y UNA DOSIS DE 0,8Mg.L EL VALOR DE K= 59		
Q=	4,115	M ³ /S
C=	0,8	Mg.L
K=	59	
C.t=K=		
t=K/C=	73,75	Min
C= CAPACIDAD DE LOS CLORADORES		
C= Q.C	3,292	Gr/Seg
C= C.86400Seg/1000	284,4288	Kg.Cloro.Dia
VOLUMEN DEL TANQUE		
V=	Q.t.60Min	
V=	18208,875	M ³
H=	2	M
A=	V/H=	9104,4375 M ²

DIMENSIONAMIENTO: se adopta una estructura rectangular, por lo tanto se debe

satisfacer $1 < \frac{L}{B} < 3$ se asume una relación $\frac{L}{B} = 2$

$B = \sqrt{VA^2/2} =$	67,470132	M
$L =$	$2 \cdot B =$	134,940265 M

NOTA: debido a las distancias obtenidas en el cálculo de sistema de cloración se van a construir 5 tanques de cloración con las siguientes dimensiones.

LONGITUDES FINALES PARA LA CONSTRUCCION		
$L = \text{LONGITUD TOTAL} / 5 =$	26,9880529	M
$B = \text{ANCHO TOTAL} / 5 =$	13,4940265	M

UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minuto de Dios

CAPITULO I

REQUISITOS DEL PERMISO DE VERTIMIENTOS

ARTÍCULOS 42 Y 43 DEL DECRETO 3930 DE 2010

UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minuto de Dios

8. NOMBRE, DIRECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL SOLICITANTE Y RAZÓN SOCIAL

FUSAGASUGA - CUNDINAMARCA, Se encuentra representado por el señor Carlos Andrés Daza Beltrán, Municipio identificado con Nit: 890680008-4.



**9. PODER DEBIDAMENTE OTORGADO, CUANDO SE ACTÚE MEDIANTE
APODERADO.**

No se actúa mediante apoderado; se actúa mediante representante legal.



UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minuto de Dios

**10. AUTORIZACIÓN DEL PROPIETARIO O POSEEDOR CUANDO EL
SOLICITANTE SEA MERO TENEDOR.**

No aplica este punto para FUSAGASUGA – CUNDINAMARCA.



UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minuto de Dios

**11. CERTIFICADO ACTUALIZADO DEL REGISTRADOR DE INSTRUMENTOS
PÚBLICOS Y PRIVADOS SOBRE LA PROPIEDAD DEL INMUEBLE, O LA PRUEBA
IDÓNEA DE LA POSESIÓN O TENENCIA.**

No aplica este punto para FUSAGASUGA – CUNDINAMARCA.



UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minuto de Dios

12. NOMBRE Y LOCALIZACIÓN DEL PREDIO, PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD.

El proyecto denominado **FORMULACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES DOMESTICAS PARA EL 50% DE LA POBLACION DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ - CUNDINAMARCA AÑO 2014.**, se encuentra ubicado en FUSAGASUGA – CUNDINAMARCA, con las Coordenadas; Norte 974159,366 y coordenada



UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minuto de Dios

13. COSTO DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD.

El costo del sistema de tratamiento de aguas residuales de tipo lodos extendido, a precios de hoy



**14. FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDICANDO LA CUENCA
HIDROGRÁFICA A LA CUAL PERTENECE.**

La fuente que abastece al municipio de FUSAGASUGA – CUNDINAMARCA es el río Barroblanco, el cual pertenece a la cuenca del Sumapaz, a través de la empresa prestadora del servicio de agua potable denominada EMSERFUSA E.S.P.



15. CARACTERÍSTICAS DE LAS ACTIVIDADES QUE GENERAN EL VERTIMIENTO.

Las características de las actividades del vertimiento en el MUNICIPIO de FUSAGASUGA – CUNDINAMARCA, son de origen domestico tales como; aguas procedentes de duchas, sanitarios, de cocina, lavado de ropa.



UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minuto de Dios

16. NOMBRE DE LA FUENTE RECEPTORA DEL VERTIMIENTO INDICANDO LA CUENCA HIDROGRÁFICA A LA QUE PERTENECE.

La fuente receptora del vertimiento del MUNICIPIO DE FUSAGASUGA CUNDINAMARCA, es la Quebrada Sabaneta, la cual pertenece a la cuenca del Rio Sumapaz y este a la cuenca alta del Rio Magdalena.



UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minuto de Dios

17. CAUDAL DE LA DESCARGA EXPRESADA EN LITROS POR SEGUNDO.

El caudal de descarga del MUNICIPIO DE FUSAGASUGA CUNDINAMARCA es de
4114,57 LPS



UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minuto de Dios

18. FRECUENCIA DE LA DESCARGA EXPRESADA EN DÍAS POR MES.

La frecuencia de descarga según el análisis que se planteo en párrafos anteriores indica que la frecuencia de descarga expresada en días por mes será de: **30 días por mes.**



19. TIEMPO DE LA DESCARGA EXPRESADA EN HORAS POR DÍA.

El 41,66 % del volumen total de las aguas residuales se genera en un periodo de 10 horas, el restante 58,33 % se genera en un periodo de 14 horas por día.



20. TIPO DE FLUJO DE LA DESCARGA INDICANDO SI ES CONTINUO O INTERMITENTE.

El flujo de descarga, que se genera en MUNICIPIO DE FUSAGASUGA - CUNDINAMARCA”, es continuo de acuerdo al análisis que se realizo de permanencia de los habitantes.



21. CARACTERIZACIÓN ACTUAL DEL VERTIMIENTO EXISTENTE O ESTADO FINAL PREVISTO PARA EL VERTIMIENTO PROYECTADO DE CONFORMIDAD CON LA NORMA DE VERTIMIENTOS VIGENTE.

Conformidad con la norma de vertimientos vigente.

Tabla 1. Aportes per cápita para aguas residuales domésticas

Parámetro	Intervalo	Valor Sugerido
DBO₅, 20°C, g/hab/día	25 – 80	50
Sólidos en Suspensión, g/hab/día	30 - 100	50
NH₃-N como N, g/hab/día	7.4 – 11	8.4
Njeldahl como N, g/hab/día	9.3 – 13.7	12.0
Coliformes totales, #/hab/día	2x10 ⁸ - 2x10 ¹¹	2x10 ¹¹
Salmonella Sp, #/hab/día		1x10 ¹¹
Nematodos intes. #/hab/día		4x10 ¹¹

Fuente RAS 2000 TABLA E.2.6

Para el vertimiento del MUNICIPIO DE FUSAGASUGA - CUNDINAMARCA, en su estado final se tiene previsto que cumpla; con las normas de vertimiento y en particular el Art. 72 del Decreto 1594 de junio 26 de 1984, en lo referente a la remoción en carga del 80% de Sólidos Suspendidos totales, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), Grasas y Aceites, Coliformes Totales 5000 NMP, Coliformes Fecales 1000NMP, Material Flotante Ausente, Temperatura Menor a 40 grados Centígrados y pH entre 5 y 9 unidades.

22. UBICACIÓN, DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN DEL SISTEMA, MEMORIAS TÉCNICAS Y DISEÑOS DE INGENIERÍA CONCEPTUAL Y BÁSICA, PLANOS DE DETALLE DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO Y CONDICIONES DE EFICIENCIA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO QUE SE ADOPTARÁ.

El presente documento corresponde a la Memoria Descriptiva del Proyecto del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales para el 50% DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGA – CUNDINAMARCA, contribuirá con un gasto promedio aguas residuales del orden de 355449,6 m³-dia.

La red de alcantarillado interna que recolecta las aguas residuales de las conexiones sanitarias de las instalaciones del 50% DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGA – CUNDINAMARCA, serán derivadas hacia la planta de tratamiento de aguas residuales en la ubicación que se propone.

El tratamiento consiste, en una secuencia de procesos de depuración, los que se pueden clasificar en las siguientes fases de acondicionamiento.

- a) Tanque de Igualación
- b) Trampa de Grasas
- c) Tanque de aireación
- d) Tanque de sedimentación
- e) Tanque de Cloración

22.1 TRAMPA DE GRASAS

La trampa de grasa su función principal consiste en retener todas aquellas sustancias que poseen un peso específico menor que el agua dando lugar a flotar. Su diseño se basa en encontrar una relación entre el largo y ancho capaz de generar un tiempo suficiente para que los aceites empiecen a separarse del agua (Aproximadamente 4 minutos), la forma de la trampa de grasas, es la de un tanque rectangular con unas pantallas deflectoras ubicadas una en la entrada y otra en la salida con las que se evita la turbulencia.

La pantalla que se encuentra en la salida es de mayor tamaño y es la encargada de retener la grasa, aceites y solventes y de sacar por el fondo las partículas sedimentadas que pasaran al siguiente dispositivo de tratamiento.

22.2. TANQUE DE IGUALACIÓN

El igualamiento consiste en amortiguar las variaciones de caudal para lograr un caudal aproximadamente constante. Tiene, entre otros los siguientes propósitos:

- a) Superar los problemas operacionales causados por las variaciones de caudal.
- b) Proveer un control adecuado de pH para minimizar los requerimientos posteriores de dosificación en procesos de neutralización.

- c) Mejorar la eficiencia de los procesos de tratamiento biológico al controlar las cargas choque orgánicas.
- d) Permitir descargar de caudales muy variables al alcantarillado municipal.
- e) Proveer un flujo continuo en la plantas.

USO PRINCIPAL PARA IGUALAR:

- a) Caudales de tiempo seco
- b) Caudales de invierno en alcantarillados sanitarios
- c) Caudales de alcantarillados combinados

VENTAJAS DEL IGUALAMIENTO:

- a) Mejora la trazabilidad del agua residual.
- b) Minimiza cargas choque sobre el tratamiento biológico.
- c) Diluye sustancias inhibidoras.
- d) Estabiliza el pH.
- e) Mejora la eficiencia y, por tanto, la calidad del efluente.
- f) Reduce los requerimientos de área y las cargas para tratamiento posterior.
- g) Con tratamiento químico hace más fácil la dosificación de los reactivos y mejora la confiabilidad y rendimiento del proceso.

CRITERIOS DE LOCALIZACIÓN

- a) Preferiblemente en el sistema de tratamiento
- b) La ubicación óptima depende del tipo de alcantarillado, de las características del agua residual, de las condiciones físicas del sistema de conducción y del tipo de tratamiento
- c) En algunos casos puede ser más adecuado colocarlo después del tratamiento primario.
- d) Si se coloca antes del tratamiento primario, puede requerir mezcla para prevenir la sedimentación de sólidos y proveer aireación para evitar malos olores.

Los tanques de igualamiento requieren generalmente mezcla, para asegurar un igualamiento adecuado y para prevenir asentamiento de sólidos sedimentables en

El tanque. La aireación sirve para oxidación de compuestos reducidos, reducción de DBO Y CONTROL de olores; el tanque de igualamiento puede ser de profundidad variable, para proveer un caudal constante, o de volumen constante y efluente igual al efluente cuando el propósito es igualar características del fluyente, como acidez, alcalinidad y pH, para optimizar tratamiento químico o biológico posterior.

22.3. TANQUE DE AIREACIÓN

Cumple la función de depuración, construido en Concreto reforzado e incluye la etapa de aireación, En él se desarrolla una población de bacterias que se alimentan de la materia orgánica, transformándola en productos no contaminantes. En esta etapa se agrega aire a través

de sopladores con difusores de burbuja fina, montados en el fondo del tanque, los que junto a una profundidad adecuada de agua permiten una óptima transferencia de oxígeno (Ver memoria de cálculo).

22.4. TANQUE DE SEDIMENTACIÓN

Cumple la función de separar por decantación los sólidos suspendidos que floculan en la etapa de aireación. El agua clarificada sale del Sedimentador por la zona superior. Los lodos acumulados en el fondo son retornados a la aireación para mantener la población microbiana.

22.5. TANQUE CLORACIÓN

Donde se elimina el remanente de bacterias y virus para cumplir con la calidad requerida. La desinfección se realiza con Hipoclorito de Sodio, dosificado a través de una bomba dosificadora montada sobre estanque.

TABLA 2

	UNIDAD	CANTIDAD
Q_{med}	M ³ /d	1054,38
Concentración Orgánica DBO	mg/L	250
Carga Orgánica	Kg/d	25
Temp. Ambiente diseño	°C	0 – 30
Concentración Orgánica DBO	mg/L	< 15
Coliformes fecales	NMP/100ml	< 1000
SST	g/m ³	< 80

CAPITULO II

EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL VERTIMIENTO.



UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minuto de Dios

24. LOCALIZACIÓN GEORREFERENCIADA DE PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD.

El proyecto denominado **FORMULACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES DOMESTICAS PARA EL 50% DE LA POBLACION DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ - CUNDINAMARCA AÑO 2014.**,Se encuentra ubicado en la zona rural del municipio de Fusagasuga – Cundinamarca, Con las siguientes coordenadas Norte 974159,366 y coordenada Este 966062,757 con una altitud de 1506 m.s.n.m.

25. MEMORIA DETALLADA DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD QUE SE PRETENDA REALIZAR, CON ESPECIFICACIONES DE PROCESOS Y TECNOLOGÍAS QUE SERÁN EMPLEADOS EN LA GESTIÓN DEL VERTIMIENTO.

Ver memoria de cálculo en desarrollo de la propuesta.

UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minuto de Dios

26. INFORMACIÓN DETALLADA SOBRE LA NATURALEZA DE LOS INSUMOS, PRODUCTOS QUÍMICOS, FORMAS DE ENERGÍA EMPLEADOS Y LOS PROCESOS QUÍMICOS Y FÍSICOS UTILIZADOS EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD QUE GENERA VERTIMIENTOS.

La naturaleza de los insumos para la operación del sistema de tratamiento propuesto, para el MUNICIPIO DE FUSAGASUGA – CUNDINAMARCA, será básicamente mano de obra calificada, semi-calificada y no calificada, la cual es totalmente viable de encontrarse en la zona.

Los insumos materiales como son químicos, que se emplearan en la desinfección de las aguas clarificadas es un proceso unitario utilizado para satisfacer los requerimientos del DS90, que indica una concentración máxima de Coliformes fecales de 1.000 NMP/100 mL. La cantidad de cloro requerida para efectuar la desinfección (dosificación) depende de (1) la demanda de cloro en el agua, (2) el mezclado efectivo de la solución de cloro con el agua servidas; (3) la cantidad y tipo de cloro residual requerido; (4) el tiempo de contacto del cloro en el agua, (5) la temperatura del agua y (6) el volumen del flujo a tratar. Para la desinfección del efluente del tratamiento secundario se dimensiona un sistema en base a la dosificación de cloro líquido en forma de hipoclorito de calcio y un estanque de contacto, donde las aguas clarificadas tendrán el tiempo de retención adecuado para lograr una efectiva remoción de Coliformes fecales. Y una etapa de declaración para evitar altas concentraciones de este a la biota por medio de pastillas de sulfito de sodio.

Tabla 10. Cloración y Declaración.

Cloración – Declaración		
PARÁMETRO	UNIDAD	CANTIDAD
Concentración Efluente	Min	5 mg/l
Tiempo de retención	Min	30
Dosificación	Pastilla	1,00
Días de duración Pastillas	Días	20
SULFITO DE SODIO		
Concentración efluente	Min	1 mg/l
Dosificación	Pastilla	1,00
Días de duración Pastillas	Días	20

De acuerdo a la literatura, la dosis media de cloro (D) a aplicar en un efluente secundario de 35 mg/L de DBO₅ y con 15/20 días de edad de lodo (Nitrificación/ Denitrificación) es de 4 a 5 mg/L, cuando se desea mantener un residual de 1 mg/L para asegurar una concentración de Coliformes fecales menor a 1.000 NMP/100 mL luego de 30 minutos de contacto.

Otros insumos materiales como refacciones y energía eléctrica, serán fácilmente obtenibles si son de un tipo de proceso convencional o conocido en el área del proyecto.

No se prevé ningún problema para obtener los insumos necesarios, independientemente de que serán responsabilidad de la administración del condominio, la cual deberá tener el stock de refacciones necesarias.

27. PREDICCIÓN Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS QUE PUEDAN DERIVARSE DE LOS VERTIMIENTOS GENERADOS POR EL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD SOBRE EL CUERPO DE AGUA Y SUS USOS O AL SUELO. PARA TAL EFECTO SE DEBE TENER EN CUENTA LOS PLANES DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO Y/O EL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL ACUÍFERO ASOCIADO. CUANDO ESTOS NO EXISTAN, LA AUTORIDAD AMBIENTAL COMPETENTE DEFINIRÁ LOS TÉRMINOS Y CONDICIONES BAJO LOS CUALES SE DEBE REALIZAR LA PREDICCIÓN Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS.

El propósito de la predicción y valoración de los impactos que puedan derivarse de los vertimientos generados por EL MUNICIPIO DE FUSAGASUGA – CUNDINAMARCA, es asegurar al constructor, maneras de mejorar ambientalmente el proyecto y minimizar los impactos, así como compensar los impactos adversos y que toda consecuencia ambiental sea reconocida pronto en el ciclo del proyecto y tomada en cuenta para el diseño del mismo.

El área donde se construirá la PTAR, además de contar con una ubicación estratégica, entre los puntos de generación principales de EL MUNICIPIO DE FUSAGASUGA – CUNDINAMARCA.

El proyecto tiene plena concordancia con el Uso del Suelo establecido en el esquema de ordenamiento Territorial del municipio de Fusagasuga - Cundinamarca.

La etapa de construcción del sistema de tratamiento de aguas residuales del MUNICIPIO DE FUSAGASUGA - CUNDINAMARCA, es la que por su naturaleza, podría representar

impactos al medio circundante, sin embargo, éstos serán mitigables y tolerables para el mismo, sin afectar a alguna localidad cercana.

Aún con lo anterior, previo al inicio de los trabajos de construcción y especialmente en lo referente a los probables impactos ambientales que se pueden esperar con los trabajos, es indispensable que se desarrollen los estudios relacionados con la Manifestación de Impacto Ambiental; lo anterior, sobre la base del decreto 2820 del 05 de Agosto de 2010 sobre licencias Ambientales. El Constructor será el inmediato responsable de que se elaboren los estudios relacionados con la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), de todos los componentes que integran el proyecto. Asimismo, una vez que se desarrollen dichos trabajos, deberán ingresarse ante la autoridad ambiental competente para obtener la Resolución y cumplir las condiciones que en el precitado resolutivo le sean establecidas.

Dentro de los impactos que se pueden generar, se encuentran los siguientes:

- a) Emisiones a la atmósfera Las emisiones a la atmósfera durante la etapa de preparación del terreno y construcción serán originadas por los motores del equipo utilizado (tractor de construcción, retroexcavadoras, motoconformadoras, revolvedoras), no llegando a ser significativas debido a que la ubicación del predio en que se localizará el sistema de de tratamiento de aguas residuales, por lo que no se considera la posibilidad de una inversión térmica.
- b) Aguas residuales de origen sanitario Durante la fase de preparación del sitio y de construcción, el organismo responsable deberá situar estratégicamente sanitarios portátiles para dar tratamiento a las heces fecales y orina generadas por el personal.

- c) Residuos sólidos Los residuos sólidos generados durante esta fase del proyecto se depositarán en bolsas y recipientes para su posterior traslado al sitio destinado para su confinamiento.
- d) Residuos peligrosos Los residuos de grasas y aceites generados por el engrasado rutinario de la maquinaria y equipo durante la etapa de preparación del terreno y construcción del sistema de tratamiento serán en cantidades mínimas; estos desechos deberán ser almacenados en recipientes herméticos etiquetados para su posterior envío al lugar autorizado para su disposición final.
- e) Emisiones de ruido Por la zona de ubicación del proyecto lejos de la zona habitacional del MUNICIPIO DE FUSAGASUGA - CUNDUNAMARCA, el factor ruido durante la preparación del sitio, construcción y operación del sistema de tratamiento de aguas residuales no será de importante consideración.

Durante la preparación del terreno, se realizará la remoción de la escasa cubierta vegetal de algunas zonas y por consecuencia, también podría existir el impacto en algunas de las escasas especies de flora y el desplazamiento de la fauna que aún se pudieran encontrar en el área, pero dado la escasa vegetación de la zona, no se considera tener afectaciones negativas altas.

Tabla 11. Impactos Ambientales y medidas de mitigación a aplicar

Etapas de construcción

EFFECTOS ADVERSOS	MEDIDA DE MITIGACIÓN
Retiro de cubierta vegetal	Implementación de un programa rescate y trasplante de especies nativas.
	Correcta disposición del material producto del desmonte, quedando prohibida la quema del mismo
Generación de polvos por tránsito de vehículos y movimiento de tierras	Uso oportuno y eficiente de maquinaria y equipo, para evitar la realización de maniobras innecesarias que produzcan más polvos y ruidos.
Uso de material de construcción y productos químicos	Contratación de una empresa particular para la recolección y disposición de los residuos sólidos municipales.
Riesgos laborales	Instalación de sanitarios portátiles.
	Disposición de quipos y medidas de seguridad adecuadas para la previsión de accidentes y atención de contingencias
EFFECTOS BENÉFICOS	
En su mayoría de tipo económicos, con la demanda de servicios y de mano de obra, que beneficiarán a varios sectores económicos.	

Corporación Universitaria Minuto de Dios

ETAPA DE OPERACIÓN

EFECTOS ADVERSOS	MEDIDA DE MITIGACIÓN
Generación de lodos biológicos (foco de infección, malos olores, mal aspecto, acumulación de material)	La PTAR deberá contar como requisito indispensable, con un sistema de recolección, estabilización, compactación y disposición de lodos.
Olores (etapa de pretratamiento)	Se pueden disminuir al airear las aguas residuales desde el cárcamo de llegada y con la recirculación de lodos biológicos. Aunque se presenten, no se considera que estos puedan llegar a la población.
EFECTOS BENÉFICOS	
Tratamiento de las aguas residuales	Eliminación de focos de infección
	Eliminación de malos olores
	Disminución de la contaminación ambiental
Disponibilidad de agua tratada	Continuar y mejorar las actividades productivas actuales.
	Reusos urbanos (áreas verdes, construcción, hidrantes)
	Mejoramiento de la imagen urbana y del medio ambiente
	Disminución del uso de agua potable
Cumplimiento con la normatividad en materia de aguas residuales	Se dejará de generar adeudos fiscales por la descarga de aguas contaminadas

28. PREDICCIÓN A TRAVÉS DE MODELOS DE SIMULACIÓN DE LOS IMPACTOS QUE CAUSE EL VERTIMIENTO EN EL CUERPO DE AGUA Y/O AL SUELO, EN FUNCIÓN DE LA CAPACIDAD DE ASIMILACIÓN Y DILUCIÓN DEL CUERPO DE AGUA RECEPTOR Y DE LOS USOS Y CRITERIOS DE CALIDAD ESTABLECIDOS EN EL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO.

La contaminación del agua debe entenderse como un concepto relativo, asociado a las características, químicas y biológicas que impiden o dificultan su uso según las aplicaciones a las que vaya destinada. En la naturaleza, el agua en estado líquido no se encuentra pura, sino que va incorporando diversas sustancias desde su caída a la superficie de la tierra como agua de lluvia hasta que llega al mar, a lo largo del ciclo del agua. Durante este recorrido, el agua va disolviendo gases y compuestos minerales, y va incorporando partículas en suspensión de naturaleza inorgánica y orgánica, etc. Finalmente, el agua es utilizada por el hombre para el suministro municipal y para usos agrícolas, industriales y recreativos, impuriéndose de forma considerable. Por ello, en sentido estricto, el agua que se encuentra a disposición del ser humano está contaminada, y será su aptitud o ineptitud para un uso determinado lo que determinará su calificación de contaminada para ese uso.

No obstante, no debe entenderse el término “uso” en su sentido estrictamente utilitarista para el ser humano (bebida, baño, riego, aplicación industrial, etc.), sino que el concepto debe ser más amplio haciendo referencia, por ejemplo, al mantenimiento de las condiciones naturales de forma que no se perturbe el funcionamiento de los ecosistemas.

El origen de la contaminación de las aguas hay que buscarlo en procesos naturales pero, sobre todo, en la actividad humana. La contaminación inducida por el hombre es un fenómeno antiguo si bien, la industrialización y el crecimiento demográfico y urbanístico han agravado considerablemente el problema en muchas regiones. A pesar de su origen común, se puede establecer una distinción entre los principales problemas de contaminación en aguas superficiales y en aguas subterráneas.

A continuación se realiza un breve resumen, de los principales problemas relacionados con la contaminación en aguas superficiales.

- a) Reducción de los niveles de oxígeno disuelto en el agua. Diversos factores afectan de forma negativa a los niveles de oxígeno disuelto de un sistema natural: la temperatura, la turbidez, la materia orgánica en descomposición, la proliferación de algas, etc.
- b) Eutrofización. La ruptura del equilibrio de un ecosistema de base planctónica por la variación de las condiciones naturales de temperatura, luminosidad o disponibilidad de nutrientes puede ocasionar una proliferación exagerada de algas. Dicha proliferación puede dar lugar a problemas puntuales como la disminución del oxígeno disuelto durante la noche, o más generales si la descomposición de las algas muertas agota el oxígeno. El aumento de la turbidez, el incremento del p_H, la generación de sustancias tóxicas por parte de algunos microorganismos, entre otras, son consecuencias importantes de los procesos de eutrofización. La solución de los problemas de eutrofización pasa, fundamentalmente, por la limitación de la entrada de nutrientes principales (nitrógeno y fósforo) y la eliminación de los presentes en el sedimento.

- c) Disminución de la biodiversidad. Relacionado con el problema de la eutrofización, aunque no de forma exclusiva, cuando un sistema llega a un estado de hipereutrofización tan solo unas pocas especies pueden vivir, y las que lo hacen proliferan de una forma notable.
- d) Degradación y sustitución de especies. La contaminación de las aguas puede provocar la desaparición de especies y la aparición de aquellas que se adaptan mejor a las nuevas condiciones. Así por ejemplo, el vertido de agua caliente aumenta la temperatura de las aguas naturales haciéndolas inhabitables para las especies que hasta ese momento allí existían, o el aumento de los sólidos suspendidos en el agua provoca la disminución de la luminosidad del fondo marino. Este último factor es, en parte, responsable de la degradación de las praderas de Posidonia Oceánica en el Mediterráneo cuyo espacio natural está siendo ocupado por otros tipos de algas (Caulerpa Prolifera).
- e) Contaminación de sedimentos. Los sedimentos de ríos, lagos y estuarios de zonas industrializadas y/o densamente pobladas suelen presentar altas concentraciones de metales pesados, compuestos orgánicos tóxicos, nutrientes y materia orgánica. En estos casos hay que tener especial cuidado puesto que cualquier acción no controlada podría movilizar los compuestos tóxicos retenidos en los sedimentos. En particular, el dragado de este tipo de sedimentos implica, además, la necesidad de disponerlos en lugares adecuados, puesto que no pueden ser utilizados para el allanamiento de terrenos agrícolas o zonas urbanas.
- f) Bioacumulación de compuestos tóxicos. Numerosos compuestos orgánicos tóxicos y metales pesados son ingeridos por seres vivos a través de la cadena alimenticia, acumulándose en los tejidos grasos y musculares, estos compuestos debilitan las defensas de los organismos y

provocan numerosas enfermedades. Como último eslabón, pueden alcanzar al ser humano produciendo lesiones y hasta la muerte.

- g) Transmisión de enfermedades. Las aguas contaminadas por residuos de origen animal son vehículo de agentes infecciosos (protozoos, bacterias y virus) que pueden provocar un gran número de enfermedades en los seres vivos (conjuntivitis, poliomielitis, hepatitis, tífus, salmonelosis, cólera, etc.). Este tipo de enfermedades de transmisión hídrica son todavía muy frecuentes en los países del Tercer Mundo debido a la falta de condiciones de salubridad del agua. La reutilización de aguas residuales tratadas para riego debe tener en cuenta la posible presencia de estos agentes infecciosos. El vertido de aguas residuales a través de emisarios submarinos también puede ser otro foco potencial de enfermedades.
- h) Las consecuencias de un vertido a un río pueden ser no solamente directas, relacionadas con los efectos inmediatos de las sustancias vertidas sobre el medio, sino indirectas, relacionadas con las actividades de descontaminación que no se pueden llevar a cabo.

28.1. TRANSPORTE CONVECTIVO Y DISPERSIVO EN SISTEMAS NATURALES.

28.1.1. Aguas Superficiales. La modelación del transporte de contaminantes en ríos requiere el conocimiento de parámetros hidrológicos (caudal, velocidad, coeficientes de dispersión) y geométricos (profundidad, anchura, sección transversal, pendiente).

La variación del caudal con el tiempo viene determinada por el régimen hidrológico anual: nival, pluvio-nival, pluvial. La actividad humana también ha contribuido en gran manera a la

modificación de los caudales en los ríos mediante su regulación por medio de embalses, su canalización, uso para riego, etc.

Los ríos son sistemas clásicos de una dimensión. La descripción de los ríos se realiza admitiendo que en la sección transversal la concentración de sustancias es uniforme y además no existe mezcla a lo largo del eje del río. Estas hipótesis se cumplen en ríos poco turbulentos y a partir de cierta distancia del punto de vertido. Asimismo se consideran perfectamente mezclados en la dirección vertical, ya que el tiempo necesario para la mezcla vertical es muy pequeño comparado con el necesario para la mezcla lateral. Este tipo de comportamiento corresponde a un flujo de pistón. Si se considera que la sección del río permanece constante en el tramo en estudio se puede llegar a obtener una solución analítica para la concentración de contaminante en función del tiempo.

En aquellos estudios en los que no se pueda utilizar la solución analítica por ser el sistema muy complejo, presentar diversos vertidos, caudales variables con el tiempo, etc., es necesario recurrir a soluciones numéricas.

Conceptualmente se suelen representar mediante una malla o red de trabajo lineal de segmentos y elementos de volumen conectados. Se considera que el proceso de convección transporta una sustancia horizontalmente debido al movimiento de la porción de agua que contiene a dicha sustancia. En general, se utilizan dos aproximaciones para tratar la convección en ríos:

- a) Calibrar las propiedades del flujo en el río mediante la medición de caudales y secciones de paso de cada segmento del río para un intervalo determinado de caudales. A partir de estos

datos se desarrolla una función en serie en cada sección de paso para interpolar o extrapolar valores correspondientes a otros caudales. Esta aproximación resulta especialmente interesante en aquellos sistemas de características hidráulicas complejas y cuando la finalidad del estudio sea el estado estacionario.

- b) Determinar las velocidades y caudales en cada segmento del río mediante la resolución simultánea de la ecuación de conservación de la cantidad de movimiento y de la de continuidad. Esta aproximación es más rigurosa y se presenta mayor capacidad predictiva dado que los datos de caudales únicamente son necesarios para la calibración del modelo y su posterior verificación. Esta solución es más segura y apropiada para simulaciones de la calidad del agua en tiempo real.

La determinación de la velocidad media en el río a partir de los datos de los caudales no es inmediata puesto que se requiere el conocimiento de la profundidad. Se hace necesario establecer alguna relación entre velocidad, profundidad y anchura del río con el caudal. Unas expresiones comúnmente empleadas son las siguientes:

$$U = aQ^b \quad \text{Ec. (1)}$$

$$H = cQ^d$$

$$B = eQ^f$$

En donde:

U: velocidad media de la corriente (m/s).

H: profundidad (rn).

B: anchura (m).

Los coeficientes a, b, d, e, y f son constantes empíricas que deben ser determinadas para cada caso en estudio. Estas constantes no son completamente independientes, y se cumple, por ejemplo que $b + d + f$ es igual a 1 y que el producto $a c e$ es igual a 1. Los valores de b oscilan entre 0.3 y 0.7. Los de d entre 0.1 y 0.6: y los de f entre 0.05 y 0.25. Un canal rectangular tiene un valor de b igual a 0.4, un valor de d igual a 0.6 y un valor de f igual a, lógicamente, 0.0.

Otra situación se plantea cuando el río es muy ancho y no se puede representar mediante un sistema de una dimensión. En estos casos se sigue considerando que existe homogeneidad en la dirección vertical y se utilizan aproximaciones bidimensionales considerando, por consiguiente, la dispersión lateral.

- Dispersión en ríos. En un sistema ideal de flujo de pistón la dispersión longitudinal es nula, es decir, no existe mezcla hacia delante ni hacia atrás. Se ha comprobado que en realidad sí que existe dicha mezcla y su estudio ha sido objeto de numerosas investigaciones. Así, existen numerosas expresiones para la determinación del coeficiente de dispersión longitudinal (E_L).

Una de las primeras fue propuesta por Elder (1959):

$$Ec 2 \ E_L = 5.933Hu$$

Siendo H la profundidad (m) y u^* la velocidad friccional, calculable como:

$$Ec 3 \ U^* = \sqrt{gHS}$$

En donde:

g: aceleración gravitacional (m/s^2).

S: pendiente del canal (m/m).

La expresión dada por la Ec. (11) no considera las variaciones laterales de la corriente, por lo que subestima los valores obtenidos en sistemas naturales. No obstante, la mayoría de las expresiones propuestas por otros autores mantienen el esquema propuesto por Elder aunque introducen parámetros como la velocidad de la corriente y la anchura del río:

$$Ec\ 4\ E_L = 0.011 \frac{U^2 B^2}{HU^*}$$

Resulta interesante estimar si el término de dispersión puede ser importante o no en un sistema determinado. En sistemas en los que el contaminante se vierte de forma continua y las condiciones son de estado estacionario se puede utilizar la siguiente expresión:

$$Ec\ 5\ \frac{kE_L}{u^2} \leq 0.04$$

Donde k es la velocidad de degradación de cualquier compuesto considerado. Si se cumple esta expresión el perfil de concentración no se verá afectado en más de un 10% si la dispersión es ignorada. Si el gradiente de concentración es lo suficientemente pequeño, también lo será el transporte dispersivo.

Thomann (1973) estudió la importancia de la dispersión longitudinal en ríos afectados por vertidos variables con el tiempo y, consecuentemente, en los que se producían gradientes de concentración. Las conclusiones del estudio indican que en ríos grandes la dispersión era siempre importante, mientras que en ríos pequeños, la dispersión podía ser importante cuando los vertidos variaban en periodos de 7 días o menos.

La dispersión lateral en ríos debe ser considerada cuando se utilizan modelos bidimensionales. Fischer (1979) propone la siguiente expresión para evaluar el coeficiente de dispersión lateral:

$$\text{Ec 6 } E_{lat} \approx 0.6 HU^*$$

La longitud necesaria para alcanzar una mezcla lateral completa puede calcularse como:

$$\text{Ec 7 } L_m = 0.4 \frac{B^2}{E_{lat}}$$

En el caso de descargas efectuadas en el borde del río. Si el vertido se efectúa en la zona central, la expresión es:

$$\text{Ec 8 } L_m = 0.1U \frac{B^2}{E_{lat}}$$

Estas expresiones pueden ser muy útiles cuando se desee saber a qué distancia de un punto de vertido se producirá la mezcla completa del vertido con el río. Cuando se realiza el muestreo de las aguas de un cauce aguas abajo de un vertido, es fundamental elegir puntos representativos.

Para realizar el proceso de modelación del vertimiento, por método matemático para el 50% DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGA – CUNDINAMARCA, el cual realiza su descarga a la Sabaneta, se desarrollaron las anteriores ecuaciones, con el propósito de determinar la longitud de mezcla del vertimiento. Uno de los parámetros a tener en cuenta para alcanzar esta modelización matemática es conocer la pendiente promedio del cauce de la quebrada en el área de estudio, para efectos de esta modelación se tomó del 3% de pendiente.

$$U = aQ^b \quad U = 1*(4,11)^{0.4}$$

$$U = 1.76 \text{ m/s}$$

$$H = cQ^d \quad H = 1*(4,11)^{0.6}$$

$$H = 2.33 \text{ m}$$

$$B = eQ^f \quad B = 1*(4,11)^{0.15}$$

$$B = 1.23 \text{ m}$$

Una vez obtenidos los anteriores datos se inicia el proceso de cálculo de la Dispersión en el río así:

En primera instancia se determina el coeficiente de dispersión longitudinal (E_L)

$$E_L = 5.933Hu \text{ *Ec 2}$$

$$U^* = \sqrt{gHS}$$

$$U^* = 0.82 \text{ m/s}$$

$$E_L = 5.933 * (2.33) * (0.82)$$

$E_L = 11.44$ Coeficiente de dispersión

Como la expresión dada por la Ec. (2) no considera las variaciones laterales de la corriente, por lo que subestima los valores obtenidos en sistemas naturales. Se debe introducir parámetros como la velocidad de la corriente y el ancho del río:

$$E_L = 0.011 \frac{U^2 B^2}{HU^*}$$

$$E_L = 0.011 \frac{(1.76)^2 (1.23)^2}{(2.33)(0.82)^*}$$

4.41e-4

$$E_L = 0,0268$$

Es importante evaluar, si el término de dispersión puede ser importante o no en un sistema determinado. Como es el caso del MUNICIPIO DE FUSAGASUGA – CUNDINAMARCA, en que el contaminante se vierte de forma continua se puede utilizar la siguiente expresión:

$$\frac{kE_L}{u^2} \leq 0.04$$

$$\frac{(0,0268)}{(1,76)^2} \leq 0.04$$

$$0.0086 \leq 0.04$$

Donde k es la velocidad de degradación de cualquier compuesto considerado. Si se cumple esta expresión el perfil de concentración no se verá afectado en más de un 10% si la dispersión es ignorada. Si el gradiente de concentración es lo suficientemente pequeño, también lo será el transporte dispersivo. Teniendo en cuenta el anterior resultado, se concluye que cumple la condición de ser menor o igual a 0.04 lo que se interpreta que para el vertimiento que se realiza en el MUNICIPIO DE FUSAGASUGA – CUNDINAMARCA, en su dispersión se ignora. Como el gradiente es demasiado pequeño a si será su transporte disperso.

- **DISPERSIÓN LATERAL EN RÍOS**

$$E_{lat} \approx 0.6 HU^*$$

$$E_{lat} \approx 0.6 (2.33)(0.67)^*$$

$E_{lat} \approx 0.93$ Coeficiente de dispersión

- **LONGITUD NECESARIA PARA ALCANZAR UNA MEZCLA LATERAL**

$$L_m = 0.4 u \frac{(B)^2}{ELat}$$

$$L_m = 0.4 * 1,76 \frac{(1,23)^2}{0.93}$$

$$L_m = 1.14 m$$

Para alcanzar una mezcla lateral se requiere una longitud de mezcla lateral de 1.14m.

En el MUNICIPIO DE FUSAGASUGA – CUNDINAMARCA, la descarga que se efectuara es a borde del río. Si el vertido se efectúa en la zona central, la expresión es:

$$L_m = 0.1U \frac{B^2}{E_{lat}}$$

$$L_m = 0.1(1,76) \frac{(01,23)^2}{0.93}$$

$$L_m = 0.28 \text{ m}$$

Este valor de 0.28 m, indica a qué distancia del punto de vertido se producirá la mezcla completa del vertido con el río Teniendo en cuenta los análisis de caudales donde se presentan valores mínimos sobre los 1 m³/s, para condiciones promedio, correspondiente a períodos de retorno de cinco (5) años, los cuales se mantienen para períodos de retorno de 50 y 100 años, respectivamente, a partir de lo cual se infiere que la micro cuenca tiene probabilidades de la ocurrencia de eventos de sequía, esto como consecuencia de un régimen de lluvias que presenta promedios anuales que no superan los 1000 mm. Bajo estas condiciones el vertimiento es asimilado por la quebrada.

29. MANEJO DE RESIDUOS ASOCIADOS A LA GESTIÓN DEL VERTIMIENTO.

Los residuos asociados a la gestión del vertimiento que se generan son lodos. Los cuales se dispone, como de costumbre en los lechos de secado. Los lodos obtenidos de las unidades de trampa de grasas, deben manejarse de forma especial; por lo que el usuario deberá a llegar a la autoridad ambiental competente CAR, como dispone este tipo de residuo. Este se tratara con cal para convertirlo en abono para las zonas verdes del condominio.

30. DESCRIPCIÓN Y VALORACIÓN DE LOS PROYECTOS, OBRAS Y ACTIVIDADES PARA PREVENIR, MITIGAR, CORREGIR O COMPENSAR LOS IMPACTOS SOBRE EL CUERPO DE AGUA Y SUS USOS O AL SUELO.

Las acciones de mitigación tienen por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos significativos del Proyecto, cualquiera sea su fase de ejecución.

Las medidas de reparación y/o restauración tienen por finalidad reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al efecto causado o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas.

Dentro de las actividades para prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos sobre el cuerpo de agua se tiene:

- **Medidas de carácter general**, que corresponden a compromisos asumidos por el titular del Proyecto con un enfoque multipropósito. Las medidas de carácter general corresponden a compromisos de orden administrativo o estratégico sobre materias vinculadas directa o indirectamente con el Proyecto, o bien con la gestión que llevará a cabo el titular para garantizar el cumplimiento de las normas, medidas y exigencias sobre la base de las cuales el Proyecto deba ejecutarse.

Las medidas de carácter general serán las siguientes:

1. Incorporación de la Variable Ambiental en el Diseño del Proyecto.
2. Criterios de localización y diseño, del sistema de tratamiento de aguas residuales.
3. Mejoramiento del sistema de disposición del efluente tratado.
4. Límites máximos de concentración para descarga a la fuente receptora.
5. Uso de criterios de dilución para el diseño de las obras que mejorarán el sistema de descarga.
6. Control de Contratistas de Obras

- **Plan de Medidas de carácter específico**

1. Preparación del terreno. Excavaciones y rellenos. Obras civiles y estructuras. Circulación de vehículos pesados para el transporte terrestre de insumos.
2. Combustión asociada al funcionamiento de maquinaria, vehículos y equipos.

3. Priorizar el desarrollo de faenas más ruidosas en periodo diurno.
4. Actividades generales de construcción del Proyecto.
5. Durante su fase de construcción, el Proyecto considera la contratación de mano de obra en el periodo de máxima demanda.
6. Construcción de las obras para mejorar el sistema emisario difusor para descarga la fuente receptora.



UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minuto de Dios

CAPITULO III



PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS

UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minuto de Dios

INTRODUCCIÓN

El documento que se presenta a continuación corresponde a los Términos de Referencia para la formulación del “Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos”, de que trata el artículo 42 y 43 del Decreto número 3930 de 2010. El plan se enmarca en los procesos de Conocimiento del Riesgo, Reducción del Riesgo y Manejo del Desastre de acuerdo con lo establecido en la Ley 1523 de 2012.

Estos términos tienen un carácter genérico y en consecuencia son adaptados a las particularidades del sistema de Gestión del Vertimiento del proyecto, así como a las características ambientales del área de influencia donde se pretende desarrollar.

En caso de presentarse fallas en los sistemas de tratamiento, labores de mantenimiento preventivo o correctivo o emergencias o accidentes que limiten o impidan el cumplimiento de la norma de vertimiento, de inmediato el responsable de la actividad que genere el vertimientos a un cuerpo de agua o al suelo, deberá suspender las actividades que generan el vertimiento, exceptuando aquellas directamente asociadas con la generación de aguas residuales domésticas.

Adicionalmente, si su reparación y reinicio requiere de más de tres (3) horas diarias se le debe informar a la autoridad ambiental competente de la suspensión de actividades y/o de la puesta en marcha del Plan de Gestión del Riesgo.

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

El PGRMV se desarrollará a través de tres procesos:

- ***Conocimiento del riesgo***

Es el proceso de la Gestión del Riesgo conformado por la identificación de Escenarios de Riesgo, el Análisis y Evaluación del Riesgo, el Monitoreo y Seguimiento del Riesgo y sus componentes y la comunicación sobre los riesgos existentes para promover una mayor conciencia y alimentar los procesos de Reducción del Riesgo y Manejo del Desastre.

- ***Reducción del Riesgo***

Es un proceso de la Gestión del Riesgo, conformado por la intervención dirigida a modificar o disminuir las condiciones de riesgo existentes, así como evitar nuevos riesgos en el área de influencia del Sistema de Gestión del Vertimiento.

Corresponde a las medidas de mitigación y prevención que se adoptan con antelación para reducir la amenaza, la exposición y disminuir la vulnerabilidad de las personas, los medios de

subsistencia, los bienes, la infraestructura y los recursos naturales renovables, para evitar o minimizar los daños y pérdidas en caso de producirse los eventos físicos peligrosos. La reducción del riesgo la componen la intervención correctiva del riesgo existente, la intervención respectiva de nuevos riesgos y la protección financiera.

- ***Manejo del Desastre***

Es el proceso de la Gestión del Riesgo conformado por la preparación para la respuesta a emergencias, la preparación para la recuperación posdesastre, la ejecución de la respuesta y la ejecución de la recuperación.

El documento presenta la formulación del plan de gestión de riesgos para el manejo de vertimientos planteando estrategias, planes y procedimientos, con el objetivo de controlar los riesgos ambientales existentes producidos por la actividad del MUNICIPIO DE FUSAGASUGA – CUNDINAMARCA.

Se plantea una propuesta de sistema de tratamiento de aguas residuales, con el propósito de tratar las aguas residuales domésticas y minimizar la contaminación ambiental que afecta directamente al entorno. Por tal razón se reconocen e identifican los diferentes riesgos a los que se expone el medio natural, social y financiero, evaluando la probabilidad de ocurrencia del impacto que genera directa o indirectamente el sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas.

Se identifica un (1) punto de muestreo, donde se tomará los parámetros físico-químicos como, pH, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno. Proporcionando elementos para determinar las situaciones críticas en el manejo del sistema de tratamiento, y generar una propuesta para optimizar su monitoreo, control e información, como el diseño de manuales acorde con las necesidades del sistema.

Dicha propuesta se realiza con base en el Artículo 42, sobre los requisitos del permiso de vertimientos, numeral 20, contemplado en el Plan de Gestión de Riesgos para el Manejo de Vertimientos del Decreto 3930 de 2010. Relacionado con el uso de recurso hídrico y vertimientos y el Artículo 3. Planes de contingencia para el manejo de derrames de hidrocarburos o sustancias nocivas del Decreto 4728 de 2010.

La contaminación de un cuerpo de agua depende de la cantidad y calidad del vertimiento así como del tamaño de la fuente y su capacidad de asimilación (condición de los cuerpos de agua que les permite absorber sus impactos negativos de la carga contaminante que reciben. Por ejemplo el impacto del vertimiento de un municipio de gran tamaño a un río caudaloso, puede no ser tan significativo como el de un pequeño vertimiento que se haga a una quebrada, CONPES 3177 de 2002).

Los cuerpos hídricos de Colombia y en especial de cada uno de los Departamentos y Municipios que los conforman, son receptores de vertimientos de aguas residuales y su calidad se ve afectada principalmente por los vertimientos no controlados provenientes de diferentes actividades económicas (Dentro de los parámetros que se utilizan para medir la contaminación

del agua se pueden mencionar: metales pesados, sustancias peligrosas, Demanda Química de Oxígeno- DQO, Demanda Bioquímica de Oxígeno- DBO5 y sólidos suspendidos totales- SST (partículas sólidas dispersas en las aguas residuales).

El cambio de las características naturales del recurso hídrico, se presenta por acciones naturales y en especial, por la actividad humana, que representa el mayor impacto sobre las aguas superficiales. Esta alteración, proviene de diferentes fuentes de generación, entre las cuales se destacan las aguas residuales domésticas; las aguas residuales industriales, las aguas residuales en áreas de producción agrícola y ganadera, el transporte terrestre, fluvial y marítimo de sustancias peligrosas, de petróleo y sus derivados, las obras de infraestructura física, las aguas de lavado procedentes de los procesos de extracción minera, los residuos sólidos y las aguas lluvias que pueden llegar a las corrientes de agua de forma directa e indirecta.

Los cuerpos de agua superficial y subterránea sufren una renovación constante debido a la continua entrada y salida de agua, a tasas muy variables dependiendo del tipo de cuerpo. Este transporte de agua está acompañado por el transporte de energía mecánica y térmica (calor) y de sustancias que viajan como suspensiones o en solución (disueltas). Todos estos transportes, en conjunto, condicionan a su vez el desarrollo de la biota. La descarga de aguas residuales crudas sobre las corrientes superficiales naturales, da lugar a una serie de impactos ambientales entre los cuales se destacan el deterioro de la calidad del agua, la afectación de la vida acuática, el deterioro del paisaje y el riesgo para la salud humana. Imposibilitando los usos benéficos que puedan hacerse de estas fuentes y de sus afluentes, convirtiendo su saneamiento en un asunto que requiere atención prioritaria.

La evaluación técnica de un sistema de tratamiento de aguas residuales, consiste en el seguimiento de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua, con el fin de determinar su comportamiento o evolución a través del sistema. Dada la alta variabilidad que presentan las aguas residuales domésticas, en cuanto a composición (concentración de los contaminantes) y generación (caudal), según estudio realizado por la American Water Works Association –AWWA– (1999), se recomienda para la evaluación de los sistemas de tratamiento el empleo de muestras compuestas proporcionales al caudal.

TIPOS DE VERTIMIENTOS

En el establecimiento de una norma de vertimientos líquidos a cuerpos de agua es necesario distinguir los vertimientos de aguas residuales.

Generalmente los vertimientos de aguas residuales, se pueden clasificar de la siguiente manera: a) vertimientos directos, b) vertimientos indirectos, y c) otros.

Según el decreto 3930 de octubre de 2010, se considera un vertimiento directo a la descarga final a un cuerpo de agua que se realiza a partir de un medio de conducción, del cual se puede precisar el punto exacto de descarga. Por otro lado, un vertimiento no puntual o indirecto es aquel en el cual no se puede precisar el punto exacto de descarga al cuerpo receptor o al suelo, tal como es el caso de vertimientos provenientes de escorrentía.

El otro tipo de vertimientos son los que se generan cuando los residuos líquidos no son adecuadamente dispuestos y son descargados en un sistema de evacuación de aguas residuales.

31. OBJETIVOS

31.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar el documento técnico para la consecución del permiso de vertimiento y Ocupación de cauce, cumpliendo con la Normatividad Ambiental vigente y principios de desarrollo sostenible para la conservación del entorno natural brindando a su vez un servicio de calidad al MUNICIPIO DE FUSAGASUGA – CUNDINAMARCA.

31.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar el diagnóstico de las condiciones actuales del proyecto FORMULACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES DOMESTICAS PARA EL 50% DE LA POBLACION DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ - CUNDINAMARCA AÑO 2014

Dar cumplimiento con todos los requerimientos exigidos por de la autoridad ambiental competente.

Formular el plan de contingencia para los vertimientos generados por el proyecto FORMULACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES DOMESTICAS PARA EL 50% DE LA POBLACION DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ - CUNDINAMARCA AÑO 2014

Obtener del permiso de vertimiento del proyecto FORMULACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES DOMESTICAS PARA EL 50% DE LA POBLACION DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ - CUNDINAMARCA AÑO 2014



UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minuto de Dios

32. ANTECEDENTES

Para la elaboración del plan de gestión de riesgos es necesario consultar la normatividad vigente y aplicable, al recurso hídrico, pues se adquiere un conocimiento amplio sobre su uso y disposición final, además de los requerimientos y obligaciones que se adquieren al generar aguas residuales. En la tabla N°12 registra la legislación vigente Colombiana.

Tabla 12. Marco legal

NORMAS GENERALES	
Constitución Política de Colombia	Constitución Política de Colombia
Decreto Ley 2811 de 1974 – Código Nacional de Recursos Naturales	Por el cual se dicta el código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente
Ley 99 de 1999	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se reorganiza el sistema nacional ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.
Ley 9 de 1979	Por la cual se dictan Medidas Sanitarias.
POLÍTICAS NACIONALES DEL MEDIO AMBIENTE	
Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico	Objetivos, estrategias, metas, indicadores y líneas de acción estratégicas para el manejo del recurso hídrico del país en un horizonte de 12 años.
Decreto Ley 373 de 1997	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.

RECURSO AGUA

Decreto 1594 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 Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.

AUTORIZACIONES Y LICENCIAS AMBIENTALES

Decreto 3930 de 2010

Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979 así como el capítulo II del Título VI - Parte III Libro II del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos de Agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones

Decreto 4728 de 2010

Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 3930 de 2010

Decreto 2820 de 2010

Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias Ambientales.

Resolución 1280 de 2010

Por la cual se establece la escala tarifaria para el cobro de los servicios de evaluación y seguimiento de las licencias ambientales, permisos, concesiones, autorizaciones y demás instrumentos de manejo y control ambiental para proyectos cuyo valor sea inferior a 2.115 smmv y se adopta la tabla única para la aplicación de los criterios definidos en el sistema y método definido en el Artículo 96 de la Ley 633 para la liquidación de la tarifa.

Decreto 1594 de 1984

Lineamientos para los permisos de vertimientos.

RESOLUCIÓN 1514 DE 2012
(agosto 31)
MINISTERIO DE AMBIENTE Y
DESARROLLO SOSTENIBLE

Por la cual adoptan los Términos de Referencia para la Elaboración del Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos.

33. ALCANCE

El plan de Gestión de Riesgos, se refiere a un proceso en el que la sociedad reconoce y valora los riesgos a los que está expuesta, formula en consecuencia políticas, estrategias, planes y realiza intervenciones tendientes a reducir o controlar los riesgos existentes para evitar nuevos riesgos. Se formula el plan de Gestión de Riesgos para el sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas del MUNICIPIO DE FUSAGASUGA - CUNDINAMARCA. Este se hace con el fin de evidenciar los tipos de riesgos al medio ambiente y a la comunidad cercana. Este documento, sirve como instrucción para reconocer, detallar, determinar, estudiar, notificar y controlar los riesgos ambientales.

Asimismo, incorpora procedimientos para evitar o reducir los inconvenientes que se puedan presentar en el sistema de tratamiento, ocasionando que las aguas no cumplan con los lineamientos normativos para ser vertidas.

Cabe aclarar que los riesgos ambientales, se asocian a aquellas situaciones accidentales ligadas a la actividad del MUNICIPIO DE FUSAGASUGA – CUNDINAMARCA. Los cuales pueden causar daños al medio ambiente. Este se define como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno que afecta directa o indirectamente al medio ambiente.

34. METODOLOGÍA

La necesidad de la formulación de un plan de gestión de riesgos para vertimientos en el **MUNICIPIO DE FUSAGASUGA – CUNDINAMARCA**. 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 Municipio.

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. 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 en el **MUNICIPIO DE FUSAGASUGA – CUNDINAMARCA**.

Una vez que se evaluó la norma vigente, se hizo un reconocimiento sobre el diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales de origen domestico que se construirá en el **MUNICIPIO DE FUSAGASUGA – CUNDINAMARCA** se analizaron los procesos, el tipo de tratamiento que se le dará a las aguas domesticas, Las aguas residuales provenientes del proyecto

tienen un pre tratamiento preliminar, antes de ser vertidas al sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas.

Para la modelación del vertimiento se tuvo en cuenta el tipo de vertimiento típico para aguas residuales domesticas establecidas en el “*Libro MODELACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA*” Además, se aplico el modelo de cargas contaminantes para cada unidad que conforma el sistema de tratamiento, para establecer la eficiencia de esta y para mejorar la dilución en fuente hídrica receptora para este caso es rehúso para riego.



35. AMENAZAS NATURALES DEL ÁREA DE INFLUENCIA

El Proyecto **FORMULACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES DOMESTICAS PARA EL 50% DE LA POBLACION DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ - CUNDINAMARCA AÑO 2014**, no existen zonas de alto riesgo de desastre por causas naturales no mitigables, sin embargo existen cinco (5) situaciones mitigables reconocidas de origen natural y antrópico.

1. **RIESGO SÍSMICO MEDIO:** identificado en el mapa incorporado en la actual norma sismo resistente NSR10
2. **AMENAZA DE INUNDACIÓN:** Esta se pueden presentar en época de precipitaciones torrenciales prolongadas, afectando avenidas, locales y exteriorizando crecientes de corta duración.
3. **AMENAZAS POR DESLIZAMIENTOS DEL SUELO:** Este tipo de riesgo está asociado a las vías. En el área del proyecto no presencia de que ocurra este tipo de riesgo o amenaza.
4. **RIESGO DE VENDA VALES:** Se pueden presentar, en todo el territorio, ya que periódicamente las corrientes ascendentes del valle hacia la cordillera, provocan vendavales.
5. **RIESGO DE INCENDIOS FORESTALES:** Se pueden presentar en los periodos secos prolongados.

De esta misma forma, se reportan amenazas inducidas o antrópicas, de las cuales se tienen identificadas las siguientes:

- a) Deforestación y quemas, se presentan en todo el territorio en especial en las zonas de cultivo
- b) Cortes de terreno, se debe a la ingeniería inapropiada que generan riesgos para construcciones y vías; bloqueo de las cañadas y desagües y por último el exceso de velocidad y la carencia de señalización. Ocasionan un riesgo para los futuros habitantes del proyecto.

35.1. AMENAZAS OPERATIVAS O AMENAZAS ASOCIADAS A LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO

Para el diseño del sistema de tratamiento de agua residual domestica, para el en FUSAGASUGA – CUNDINAMARCA, Se tuvo en cuenta para los diseños preliminares, contar con la siguiente información relativa al área donde se ubicara el sistema de tratamiento.

35.2. SELECCIÓN DEL ÁREA PARA LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO:

Se efectuó el levantamiento topográfico del terreno disponible para el sistema de tratamiento de agua residual domestica, incluyendo vías de acceso, infraestructura sanitaria cercana, ingreso previsto de la línea de conducción de agua, facilidades para desagües de aguas

lluvias, cuerpos receptores cercanos, localización de postes de energía eléctrica próximos, y otros datos considerados de interés por el diseñador.

La Definición de las condiciones climáticas de la zona del proyecto se encuentran registradas en los respectivos Ítem, que solicitan este tipo de información como es que la zona del proyecto presenta un régimen bimodal en el año, la temperatura ambiental también se caracterizo con un promedio de 20°C.

El sitio de implantación del sistema de tratamiento de agua residual doméstica, cuenta con fácil acceso en cualquier época del año y ante la ocurrencia de cualquier evento adverso.

El sistema de tratamiento de agua residual domestica, cuenta con características de estabilidad y facilidades constructivas.

El en MUNICIPIO DE FUSAGASUGA - CUNDINAMARCA. Cuenta con suficiente área para la implantación del sistema de tratamiento de ARD y sus estructuras complementarias; donde se proyecto con ampliaciones futuras y zona prevista para la disposición de lodos.

La zona de desarrollo del proyecto como es de riesgo mediano sísmico las estructuras se desarrollaran con base en lo estipulado en la NSR 10; donde se utilizar estructuras simétricas simples y continuas. Ver anexo del sistema de ARD.

Dentro del sistema de tratamiento de ARD, no se presenta eventos de erosión, ni arrastre de material por vientos o escorrentía, no se podrán presentar derrames de productos químicos de alto grado de toxicidad, solo se utilizara cloro para la desinfección y se tiene previsto según diseño del sistema, no provocar desechos líquidos.

El personal que operara el sistema de tratamiento de ARD, contara con todas las medidas de seguridad Industrial imprescindibles en su trabajo diario, como para la protección contra actos de vandalismo y sabotaje, como son el cerramiento del área, la iluminación interior y exterior, el control de ingreso, entre otras.

El sistema de tratamiento de agua residual domesticas, no tiene Afectación por la actividad

35.3. AMENAZAS POR CONDICIONES SOCIO CULTURALES Y DE ORDEN

PÚBLICO

Área de influencia del proyecto no existen condiciones asociadas a problemas de orden público, no hay presencia de grupos al margen de la ley, ni manifestación de acciones de secuestro de personal, amenazas, bloqueos y atentados (explosiones).

Las comunidades que se encuentran cerca al proyecto tienen un buen manejo del entorno (no se presentan prácticas tales como quemas de basuras, pastos y vegetación) y el nivel de aceptación del proyecto es bueno ya que el proyecto dará oportunidad de trabajo a los habitantes de la zona tanto en proceso constructivo como posterior en las casas como servicios generales, piscineros, jardineros y cuidanderos.

Se han desarrollado proyectos de índole turística en la zona, y no hay evidencia de eventos que hayan afectado el normal funcionamiento de estos y no se cuenta con información para valorar la probabilidad de ocurrencia de una amenaza

IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

PELIGROS	GRADO DE VULNERABILIDAD			MEDIDAS DE MITIGACIÓN
	BAJO	MODERADO	ALTO	
Sismos.		X		Utilización de materiales resistentes y estables
Inundaciones	X			Limpieza de la PTAR
Erosión y deslizamientos que afectan a la PTAR	X			Reforestación del área del proyecto.
Vertimiento de aguas residuales de planta de tratamiento.	X			Canalizar hasta lugar de vertimiento
Contaminación del agua por falta de mantenimiento de desinfección	X			Se realizará la limpieza y desinfección periódica.

36. CONSOLIDACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO.

Para la evaluación inicial del escenario de Riesgo del sistema de tratamiento de agua residual doméstica, se realizó una lista de chequeo que se enfocó en la calidad, ubicación, monitoreo y cumplimiento de la normatividad vigente para el sistema de tratamiento de agua residual domestica. La calificación se plantea de la siguiente manera: diez (10) es el puntaje mínimo y cien (100) es el puntaje máximo.

- La calificación máxima es: 1200 puntos
- La calificación mínima es: 120 puntos

Para calcular el porcentaje final se realiza la siguiente fórmula:

Excelente 86% a 100%

Eficiente 66% a 85%

Aceptable 50% a 65%

Deficiente < 10% a 49%

MATRIZ DE ANÁLISIS DE RIESGOS PARA EL SISTEMA DE VERTIMIENTO

PREGUNTA	TOTAL	PARCIAL	NO CUMPLE
	100 puntos	60 puntos	10 puntos
¿EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE ARD, SE ENCUENTRA UBICADA EN UN SITIO ADECUADO PARA EL PROYECTO Y EL ENTORNO?	100		
¿EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE ARD, PRODUCE UN IMPACTO NEGATIVO AL ÁREA DE INFLUENCIA?		60	
¿EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE ARD, EMITE OLORES FUERTES AL AMBIENTE (CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA)?		60	
¿EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE ARD, ES APROPIADO PARA LA CANTIDAD DE AGUAS RESIDUALES QUE GENERALA EMPRESA?	100		
¿EXISTEN HERRAMIENTAS PARA CONTROLAR Y/O VERIFICAR PERMANENTEMENTE EL ESTADO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE ARD	100		
¿EXISTEN HERRAMIENTAS PARA MONITOREAR CONSTANTEMENTE LA CALIDAD DE AGUA RESIDUAL QUE GENERA EL PROYECTO?		60	
¿EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE ARD, CUENTA CON TRAMPAS DE GRASAS?	100		

¿EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE ARD FUE DISEÑADA PARA TRATAR AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS?	100		
¿SE CUMPLE CON LA NORMATIVIDAD AMBIENTAL VIGENTE?	100		
¿EL TAMAÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE ARD, ES APROPIADO PARA LA CANTIDAD DE AGUAS RESIDUALES QUE GENERARA EL PROYECTO?	100		
¿SE REALIZARAN ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES?	100		
¿EXISTE UNA ADECUADA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS LODOS?	100		

(Puntaje total / 1200) * 100

(1080/1200) * 100

90%

El Rango de calificación que se proyecta del sistema de tratamiento de ARD es de 90% indicando un rango de calificación de excelente, ya que este rango está entre los intervalos de 86% a 100% como se indico en los párrafos anteriormente expuestos.

Para la identificación de los diferentes peligros que podían existir en el sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas del MUNICIPIO DE FUSAGASUGA - CUNDINAMARCA. Se utilizó la metodología “¿Qué pasa si...?”, es un método que consiste en cuestionarse “qué pasa si aparecen sucesos indeseados en la instalación”, de esta manera se

obtuvo una tabla con preguntas que destacan la situación accidental y los peligros identificados que se derivan.

Tabla 13 Metodología para la identificación de los peligros existentes en el sistema de tratamiento ARD.

¿Qué pas asi.....?	Peligro identificado /suceso pronosticado
--------------------	---

Una vez identificados los escenarios de riesgo, las actividades y los posibles peligros con relación a los vertimientos generados en el MUNICIPIO DE FUSAGASUGA - CUNDINAMARCA. Se continuó con la evaluación de los riesgos ambientales que consiste en la valoración de los riesgos que se identificaron determinando probabilidad de ocurrencia y grado de afectación de las consecuencias si llegará a suceder.

Esta evaluación se realizó con el fin de priorizar los riesgos del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, basados en criterios ambientales y sociales. Esta fase permitió diseñar y priorizar las estrategias de prevención y minimización más adecuadas, todo esto se realizó con base en la metodología propuesta por la norma UNE 150008 EX¹.

Según la Norma ya mencionada, se debe asignar una probabilidad de ocurrencia a cada uno de los escenarios identificados

Tabla 14. Valoración de la probabilidad de ocurrencia.

VALOR	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	
4	Muy probable	< Una vez a la semana
3	Altamente Probable	< Una vez cada dos semanas
2	Probable	> Una vez al año Y < una vez al mes
1	Posible	> Una vez cada 10 años Y < una vez cada año.
0	Improbable	>Una vez cada 50 años

Con el fin de determinar hasta qué punto los riesgos identificados y su probabilidad puede afectar la planta de tratamiento de aguas residuales, se re realizó una estimación de la gravedad de las consecuencias diferenciando cada uno de los entornos (internos, externos y ambientales). Para tal fin se hizo necesario elaborar un cálculo con el valor de las consecuencias de cada uno de los entornos. La tabla 15 contiene la explicación de cada uno de los términos empleados.

UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minuto de Dios

Tabla 15. Gravedad sobre la calidad ambiental y entorno socioeconómico y cultural.

VALOR	CANTIDAD	PELIGROSIDAD	EXTENSIÓN	CALIDAD DEL MEDIO AMBIENTE
3	Muy alta	Muy peligroso	Muy extenso	Muy elevada
2	Alta	Peligroso	Extenso	Elevada
1	Poca	Poco peligroso	Poco extenso	Media
0	Muy poca	No peligroso	Puntual	Baja

Tabla 16. Gravedad sobre el entorno organizacional y financiero

VALOR	CANTIDAD	PELIGROSIDAD	EXTENSIÓN	CALIDAD DEL MEDIO AMBIENTE
3	Muy alta	Efectos irreversibles	Muy extenso	Muy alto
2	Alta	Daños graves	Extenso	Alto
1	Poca	Daños leves	Poco extenso	Bajo
0	Muy poca	Daños muy leves	Puntual	Muy bajo

Tabla 17. Explicación de términos.

CANTIDAD	PELIGROSIDAD	EXTENSIÓN	CALIDAD DEL MEDIO
<p>Hace referencia al caudal del efluente final de los vertimientos de aguas residuales generadas por el proyecto FORMULACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES DOMESTICAS PARA EL 50% DE LA POBLACION DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ - CUNDINAMARCA AÑO 2014. Que son emitidas al entorno y afectan tanto a los recursos naturales receptores como al personal.</p>	<p>Hace referencia al grado de peligro y/o impacto que representa la disposición de aguas residuales al entorno receptor.</p>	<p>Hace referencia al espacio de influencia del impacto de la generación de aguas residuales sobre el entorno receptor.</p>	<p>Hace referencia al impacto que ocasiona el vertimiento de las aguas residuales sobre el medio natural y la posibilidad de reversibilidad sobre Este.</p>

Organizacional y financiero	Socio-económico y cultural
<p>Hace referencia a los diferentes procesos que se realizan dentro del proyecto, acompañado de la labor de los titulares y la Norma vigente.</p>	<p>Hace referencia a la población vecina y a la conciencia en el cuidado del medio ambiente</p>

Para la estimación de la probabilidad de riesgo se utilizó la siguiente ecuación:

Estimación de la probabilidad = Cantidad + 2 * peligrosidad - extensión - entorno a evaluar.

Con el fin de determinar, hasta qué punto los riesgos ambientales ya identificados y su grado de probabilidad afectarían el entorno en el que se encuentra ubicada la planta de

tratamiento de aguas residuales. Esta fórmula permite también definir el grado de vulnerabilidad sobre los tres entornos planteados: calidad medio ambiente, socio-económico y cultural y finalmente el organizacional y financiero.

Matriz de probabilidad y gravedad para el escenario de riesgo interno

Escenarios identificados	Aspecto	Escenario de riesgo	Probabilidad	Gravedad (Calidad del medio ambiente)	Gravedad (Socioeconómico y cultural)	Gravedad (Organizacional y financiero)
El sistema de tratamiento de ARD	Aguas Residuales	Derrame por el sifón-llegada a PTAR	3	3	3	3
El sistema de tratamiento de ARD	Aguas Residuales	Paro de la PTAR	3	5	3	3
El sistema de tratamiento de ARD	Aguas Residuales	Ruptura de la tubería	3	3	3	3
El sistema de tratamiento de ARD	Aguas Residuales	Ruptura del tanque (grava, arena y piedras)	1	3	3	3
El sistema de tratamiento de ARD	Aguas Residuales	Rebose del tanque de contacto	2	4	3	3
El sistema de tratamiento de ARD	Aguas Residuales	Colapso del tanque de homogenización	1	5	3	3
El sistema de tratamiento de ARD	Aguas Residuales	Rebose del alcantarillado, devolviendo el agua residual por los sifones	3	3	3	3
El sistema de tratamiento de ARD	Aguas Residuales	Mortandad de microorganismos	3	5	3	3
El sistema de tratamiento de ARD	Aguas Residuales	Alteración de los parámetros físico-químicos.	5	4	3	3

El sistema de tratamiento de ARD	Aguas Residuales	Utilización de detergentes inadecuados en el lavado.	2	3	3	2
El sistema de tratamiento de ARD	Aguas Residuales	Depositación de residuos sólidos en la PTAR	5	3	2	2
El sistema de tratamiento de ARD	Aguas Residuales	Depositación de residuos peligrosos en la PTAR	2	5	4	4
El sistema de tratamiento de ARD	Aguas Residuales	Aumento de lodos	5	3	5	3
El sistema de tratamiento de ARD	Aguas Residuales	Sabotaje	2	5	3	4
El sistema de tratamiento de ARD	Aguas Residuales	Taponamiento en la tubería por exceso de producto.	4	3	3	2
El sistema de tratamiento de ARD	Aguas Residuales	Aumento de población visitante	5	3	3	3

Matriz de probabilidad y gravedad para el escenario de riesgos ambientales

Escenarios identificados	Aspecto	Escenario de riesgo	Probabilidad	Gravedad (Calidad del medio ambiente)	Gravedad (Socioeconómico y cultural)	Gravedad (Organizacional y financiero)
El sistema de tratamiento de ARD	Aguas Residuales	Precipitación abundante	4	3	3	2
El sistema de tratamiento de ARD	Aguas Residuales	Eventos sísmicos	2	3	3	3
El sistema de tratamiento de ARD	Aguas Residuales	Inundaciones	2	3	3	3

El sistema de tratamiento de ARD	Aguas Residuales	Incendios intencionales	2	4	3	3
El sistema de tratamiento de ARD	Aguas Residuales	Sequía	4	3	3	3
El sistema de tratamiento de ARD	Aguas Residuales	Contaminación de la Quebrada	5	3	3	3

Matriz de probabilidad y gravedad para el escenario de riesgo externo

Escenarios identificados	Aspecto	Escenario de riesgo	Probabilidad	Gravedad (Calidad del medio ambiente)	Gravedad (Socioeconómico y cultural)	Gravedad (Organizacional y financiero)
El sistema de tratamiento de ARD	Aguas Residuales	Inseguridad	3	2	3	3
El sistema de tratamiento de ARD	Aguas Residuales	Accidentes vehiculares	3	2	3	2

Tabla 18. Promedio probabilidad de ocurrencia

ESCENARIOS	PROMEDIO PROBABILIDAD DE OCURRENCIA
Riesgo Interno	3
Riesgo Externo	2
Riesgos Ambientales	3

A continuación se plantea la puntuación promedio de gravedad para cada uno de los entornos

Tabla 19. Puntuación promedio de gravedad para el entorno de la calidad del medio ambiente.

Medio Ambiente	Gravedad ambiental	3	E1
	Gravedad internos	3	E2
	Gravedad externos	3	E3

Tabla 20. Puntuación promedio de gravedad para el entorno Socioeconómico y Cultural.

Socioeconómico y Cultural	Gravedad ambiental	3	E1
	Gravedad internos	3	E2
	Gravedad externos	3	E3

Tabla 21. Puntuación promedio de gravedad para el entorno organizacional y financiero.

Organizacional y financiero	Gravedad ambiental	3	E1
	Gravedad internos	3	E2
	Gravedad externos	3	E3

A continuación, después de identificar la probabilidad y la gravedad de las consecuencias estimadas, se puede calcular el riesgo ambiental. Este se determina para los tres entornos, en

este caso, calidad del medio ambiente, socioeconómico y cultural y organizacional y financiero. (Cuadros 1, 2 y 3)

Cuadro 1. Riesgo ambiental entorno calidad del medio ambiente

PROBABILIDAD	1	2	3	4	5
			E3		
			E1 YE2		

Cuadro 2. Riesgo ambiental entorno socioeconómico y cultural

PROBABILIDAD	1	2	3	4	5
			E3		
			E1 Y E2		

Cuadro 3. Riesgo ambiental entorno organizacional y financiero

PROBABILIDAD		1	2	3	4	5
	1					
	2			E3		
	3			E1 Y E2		
	4					
	5					

De acuerdo con los resultados obtenidos en la valoración de riesgos, se encontró que el entorno de la calidad del medio ambiente se encuentra en riesgo bajo, esto quiere decir que los eventos naturales que se puedan presentar en el área del proyecto tendrá un impacto sobre el medio ambiente, el entorno socio-económico y cultural y organizacional y financiero, con estabilidad económica y con un tiempo de recuperación a mediano plazo. Puesto que los desastres y eventos ambientales se pueden controlar y prevenir. Ante un evento natural, dependiendo de su magnitud y grado de afectación, el plan de acción es almacenar las aguas residuales en sus cajas correspondientes e impedir su llegada al sistema de tratamiento de ARD, mientras se solucionan los posibles daños.

Para los entornos socioeconómico y cultural, organizacional y financiero, se catalogaron como riesgo moderado, por tanto los eventos que afecten el sistema de tratamiento de ARD, dependiendo de su magnitud tendrán impacto negativo controlado sobre el medioambiente, el

entorno socio-económico y cultural y organizacional y financiero, con pocas pérdidas económicas y con un tiempo de recuperación a mediano plazo, puesto que su probabilidad de ocurrencia es mínimo. En caso que se llegue a presentar alguno de los eventos relacionados en cada uno de los entornos, especialmente de escenarios internos, se propone una optimización de los procesos del sistema de tratamiento de ARD, para prevenir y/o mitigar dichas actividades. Al realizarse los cambios en el sistema de tratamiento de ARD, la vulnerabilidad y la probabilidad de ocurrencia disminuyen, teniendo más seguridad en el tratamiento de aguas residuales y garantizando su calidad en el efluente final.



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

Los desastres son la manifestación de un fenómeno o evento de origen natural o provocado por el hombre, que se presenta en un espacio y tiempo limitado ocasionando trastornos en la vida normal de las personas, pérdidas humanas, materiales y económicas según sea mayor o menor su impacto.

Si estos fenómenos no afectan al ser humano, se denominan simplemente “*fenómenos naturales*”. Si estos se tornan peligrosos, se denominan “*amenazas naturales*”. Si esta amenaza provoca daños o pérdidas estamos en un escenario de un “*desastre natural*”

La reducción de la vulnerabilidad se constituye en una inversión importante que todas las entidades del sector deben implementar a fin de que después de un evento adverso el costo social y económico de los proyectos disminuya notablemente en las fases de rehabilitación, reconstrucción y/o recuperación.

La vulnerabilidad puede ser analizada desde diferentes perspectivas: física, operativa, administrativa, social, política, tecnológica, ideológica, cultural, educativa, ambiental e institucional, y aunque ellas están relacionadas entre sí, en el sector de agua y saneamiento se dará énfasis a las tres primeras.

El riesgo se origina como un producto de la función que relaciona la amenaza y la vulnerabilidad. Es decir que al existir la amenaza, es necesario disminuir la vulnerabilidad para disminuir el riesgo. Esta relación se la puede expresar de la siguiente manera:

$$\text{AMENAZA} \times \text{VULNERABILIDAD} = \text{RIESGO}$$

37.1. TIPOS DE AMENAZAS

Según su origen, pueden ser “naturales” y “antrópicas” (producidas por el hombre).

Entre las amenazas naturales tenemos:

Terremotos: Se originan en movimientos tectónicos, es decir deslizamientos subterráneos que producen liberación de energía acumulada en rocas. Son una amenaza directa para cualquier estructura dependiendo de su intensidad causan derrumbes y licuefacción del terreno.

37.2. CICLO DE LOS DESASTRES

Comprende 3 períodos:

- a) **Antes (fase pre desastre):** cuando se tiene un período de calma o alerta, según el fenómeno natural que se esté analizando. En esta fase se deben tomar medidas para evitar o reducir el impacto, capacitar el personal y desarrollar y/o actualizar los planes de prevención y mitigación de desastres que se activarán en las fases Durante y Después.
- b) **Durante:** lapso que puede durar un tiempo muy corto según el fenómeno analizado. Esta fase empieza con el impacto del desastre. Inmediatamente se deben realizar acciones de respuesta para evitar y disminuir al máximo el impacto.

c) **Después (fase pos desastre):** Recuperación de la infraestructura en el menor tiempo posible, implementando las actividades a mediano y largo plazo para la rehabilitación del servicio existente antes del desastre.

La gestión del riesgo se lo puede manejar según el siguiente cronograma:

CRONOGRAMA DE INTERVENCIONES EN SITUACIONES DE DESASTRE																				
Fase Pre desastre			Fase Pos desastre (días)																	
			0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26				
1																				
2																				
2.1																				
2.2																				
3																				
3.1																				
3.2																				

- 1. Pre desastre
- 2. Emergencia
 - 2.1. Inmediatamente
 - 2.2. Consolidación
- 3. Rehabilitación
 - 3.1. Corto plazo
 - 3.2. Mediano plazo

38. MITIGACIÓN DE LOS EFECTOS DE LOS DESASTRES EN SISTEMAS DE TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES Y ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD.

Los sistemas de tratamiento de aguas residuales domesticas, construidos en áreas urbanas y rurales son muy vulnerables a los impactos que se generan por eventos adversos originados por las amenazas naturales y antrópicas.

Por sus componentes, puede resultar afectada especialmente la planta de tratamiento, provocándose la interrupción del servicio o alteración de la calidad del agua, lo cual originaría una crisis sanitaria en el predio

Por estas razones debe darse énfasis al estudio, diseño, construcción y mantenimiento de esta clase de estructuras, ya que estas deben resistir de mejor manera a los embates de la naturaleza. Para evitar o mitigar esta situación es necesaria la realización de los análisis de vulnerabilidad en los sistemas de tratamiento de las aguas residuales del predio.

- a) Las debilidades físicas en los componentes de las instalaciones del sistema de tratamiento de ARD.
- b) Las debilidades organizativas y administrativas.
- c) Las debilidades de operación, especialmente en casos de ocurrencia de desastres

Para realizar obras que permitan reducir la vulnerabilidad en las unidades del sistema de tratamiento de ARD, o para actualizar la información acerca de determinado sistema, se propone considerar las siguientes actividades preliminares:

38.1. AFECTACIÓN POR DESLIZAMIENTOS EN SISTEMA DE TRATAMIENTO.

El sistema de tratamiento de agua residual doméstica ARD. Del MUNICIPIO DE FUSAGASUGA - CUNDINAMARCA. Se ubica en una zona que no presenta riesgo de deslizamientos inminentes.

38.2. MEDIDAS DE TIPO NO ESTRUCTURAL

Panorama de Riesgos.

Se debe establecer el origen de las amenazas (operacionales, fenómenos naturales, exógenos), el tipo de amenazas (fuga, derrame, sabotaje, otra) y los escenarios de riesgos (situaciones en que puede ocurrir un accidente). Deben describir las zonas sensibles a ser afectadas ante un derrame de agua residual, analizando el comportamiento del mismo (presentar detalles del comportamiento del derrame, en un plano con vista de planta a escala 1:100 o mayor según se requiera).

39. PROCESO DE MANEJO DEL DESASTRE

Preparación para la Respuesta

39.1. ALTAS PRECIPITACIONES Y SATURACIONES DE LA CAPACIDAD DE TRATAMIENTO.

El sistema de tratamiento fue diseñado para tratar el caudal del 50% DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGA - CUNDINAMARCA. En el último año se han presentado incrementos excesivos de las lluvias, debido a lo anterior se debe mantener todas las conducciones de las aguas residuales, limpias para evitar saturaciones de la capacidad para evitar este tipo de eventualidad.

39.2. OBSTRUCCIONES EN LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES DOMÉSTICOS.

Se consideran dentro de las medidas de contingencias en caso de obstrucción en alguna de las unidades del Sistema de tratamiento de ARD, correspondientes al tratamiento primario proyectado dentro del recinto de la trampa de grasas, derivará las aguas servidas crudas directamente a la unidad de desinfección, disminuyendo con ello la concentración de contaminantes patógenos presentes

39.3. EMISIÓN DE OLORES.

Para evitar la proliferación de olores, los residuos del tratamiento preliminar serán dispuestos en bolsas y almacenados en contenedores cerrados hasta que sean retirados para su disposición final.

En el caso específico de los lodos, el sistema de tratamiento proveerá los mecanismos adecuados, a fin de que éstos obtengan un grado adecuado de estabilización e higienización, mediante el uso de Cal.

39.4. FALLA EN EL SISTEMA DE DESINFECCIÓN.

La situación anormal que puede presentarse en el sistema de desinfección corresponde a fallas en la dosificación. Para evitar tal escenario se mantiene una dosificación manual a través de pastillas de Cloro al 91% cada una de estas con un peso de 200 gramos, a fin de permitir continuidad en la operación.

La unidad de desinfección cuenta con una cámara de contacto, que en situaciones de emergencia o mantención permite operar sin interrumpir la operación normal del proceso de cloración.

39.5. PREPARACIÓN PARA LA RECUPERACIÓN POSDESASTRE

El operario del Sistema de tratamiento de ARD, deberá preocuparse de evaluar toda situación de manejo y funcionamiento del equipo que tenga el potencial de generar fallas, informando de cualquier situación anormal al administrador del Predio.

El encargado del Sistema de tratamiento de ARD, deberá realizar el seguimiento de la contingencia, de modo de determinar la causa de la situación de emergencia.

En este sentido, las contingencias o situaciones de emergencia asociadas a la operación de la planta de tratamiento son:

- Falla mecánica del Sistema de tratamiento de ARD.

39.6. EJECUCIÓN DE LA RESPUESTAS Y LA RESPECTIVAS RECUPERACIÓN

ACCIÓN NACIONAL

El encargado del Sistema de tratamiento de ARD. Deberá asumir la inmediata acción para proteger el medio ambiente, controlando la emanación de olores ofensivos, vertimientos por reboses, avisando al administrador del Predio.

Notificación inicial.

Tan pronto como sea posible, y no necesariamente antes de movilizar el grupo de respuesta, se deberá avisar a la autoridad sanitaria y ambiental correspondiente, lo siguiente:

- Fecha y hora del evento
- Origen del evento
- Causa del evento si es conocido

40. PLAN DE CONTINGENCIA

Durante la etapa de operación de cualquier sistema de tratamiento o pre tratamiento existe la probabilidad que se produzcan fallas en el sistema que afecten su funcionamiento. Las fallas en este tipo de sistema, tratamiento preliminar, pueden deberse a situaciones como caudal superior al caudal de diseño y problemas en el suministro eléctrico. A continuación se explican estas situaciones.

40.1. ORGANIZACIÓN Y RESPONSABILIDADES

Diagrama de la organización de la respuesta



40.2. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES

OPERACIONES DE RESPUESTA

1. **Evaluación de la Situación de Emergencia.** El Presidente del consejo del Predio o quien lo supla, deberá preocuparse de evaluar toda situación de manejo y funcionamiento del equipo que tenga el potencial de generar fallas, informando de cualquier situación anormal al Consejo para su respectivo mantenimiento preventivo.
 2. El Administrador (a) del Predio, deberá realizar un seguimiento de la contingencia, de modo de determinar la causa de la situación de emergencia.
 3. En este sentido, las contingencias o situaciones de emergencia asociadas a la operación del sistema de tratamiento ARD son:
 - Falla mecánica del sistema de tratamiento ARD.
 - **Aplicación del plan de contingencia y fallas de la planta de tratamiento.**
1. Ante una eventual falla del sistema de tratamiento ARD, el Administrador (a) del predio, procederá a dar aviso al Contratista de Mantenimiento para coordinar la reparación e informar al Presidente del Consejo de Administración.

2. De forma inmediata, se procederá a la acumulación de las aguas residuales.
3. El Administrador (a), registrará las causas de la contingencia e informará sobre las acciones tomadas al Consejo de Administración del predio. En el mismo sentido, deberá registrar el tiempo que estuvo detenido el equipo antes de reiniciar su operación normal.
4. El Administrador (a), deberá informar el evento a la empresa proveedora del servicio, vía telefónica, quien deberá enviar personal experto si amerita la falla.
5. En el caso de una falla del sistema de tratamiento ARD, se solucionara en un tiempo menor a 24 horas, El Administrador (a), procederá a dar la instrucción de dar inicio de operación de la planta

UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minuto de Dios

41. SISTEMA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL PLAN



42. DIVULGACIÓN DEL PLAN

Se tendrá información permanente y bilateral, en donde el proyecto trasmite información general sobre el plan de contingencia y a su vez, es retroalimentado por la red comunal, el clero, el Consejo Territorial de Gestión del Riesgo, las entidades de salud y educativas, fuerza pública, entre otros.

A través de esta red, se busca fomentar la atención de riesgos en caso de presentarse la suspensión del servicio por eventos climatológicos. Además se contribuye a la formación de una cultura ciudadana que a través de procesos de información, promoción y educación, garanticen la generación de prácticas de uso racional y eficiente del agua en los hogares en época de emergencia.

Plan de divulgación al ciudadano: el Consejo Territorial de Gestión del Riesgo y, el acompañamiento de la Personería Municipal, DE FUSAGASUFA - CUNDINAMARCA., desarrollara campañas de divulgación de su plan de contingencia y, uso eficiente del agua, convocando a los líderes y presidentes comunales y el clero, para que ellos retroalimenten a la comunidad.

43. ACTUALIZACIÓN Y VIGENCIA DEL PLAN

El presente documento, se desarrollo con información actualizada en todos los aspectos y se plantea una vigencia de dos (2) años 2013 – 2015 para su primera actualización y monitoreo del plan.



44. PROFESIONALES RESPONSABLES DE LA FORMULACIÓN DEL PLAN

Los profesionales que formularon el plan están conformados por Ingenieros civiles, Ingenieros Ambientales y Administradores del Medio Ambiente



UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minuto de Dios

44. CONCLUSIONES

Se cumplió con el objetivo de diseñar una planta de tratamiento de agua residual para el 50 % de la población de Fusagasugá, proponiendo una posible solución para mejorar la calidad de vertimiento.

Se propone un sistema de tratamiento de agua residual aeróbico con un tanque de igualación de 13,00 m X 26,00 m., dos trampas de grasas de 12,00 m. x 21,55 m. cada uno, dos tanques de aireación de 5,00 m. x 15,00 m. cada uno, seis tanques de sedimentación de 16,30 m. x 4,10 m. cada uno, cinco tanques de cloración de 27,00 m. x 13,50 m. cada uno, y una caja de distribución de 5,00 m. x 5,00 m.

Se da cumplimiento con el Decreto 3930 sobre vertimientos en el cual se establece una eficiencia de más del 90% para la planta de tratamiento de agua residual de Fusagasugá.

UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minuto de Dios

45. RECOMENDACIONES

Continuar con el diseño para el otro 50% de la población de Fusagasugá – Cundinamarca.

Construir según diseño y parámetros establecidos por las Normas.



46. BIBLIOGRAFIA

www.venio.info

<http://www.emserfusa.com.co>

<http://www.todacolombia.com>

<http://www.fusagasuga-cundinamarca.gov.co>

Libro De Ingeniería Ambiental Con Fundamentos, Entornos, Tecnologías y Sistemas De Gestión
Volumen II Autoría De GERARD KIELY.

Sistemas De Tratamiento De Aguas Residuales De La Autoría JAIRO ROMERO Editorial
ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIEROS

RAS 2000 TITULO D TITULO A

UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minuto de Dios