



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TEMA DE TESIS:

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
MEDIANTE LA APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA DE BIOREACTORES DE
LECHO MÓVIL (PROCESO MBBR), PARA MINIMIZAR EL IMPACTO
AMBIENTAL EN LA CIUDADELA LA MILINA, DEL CANTÓN SALINAS,
PROVINCIA DE SANTA ELENA, AÑO 2017”

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR:

ROSA MARÍA ORRALA SORIANO

TUTOR DE TESIS:

ING. VÍCTOR MATÍAS PILLASAGUA MSc.

AÑO

2017

DEDICATORIA

Dedico mi tesis de grado con todo mi amor y respeto a mis pilares fundamentales como lo son Mis amados padres por cada sacrificio que hicieron para ayudarme a conseguir una meta más en la vida.

A Mis Hermanos que han estado conmigo día a día brindándome ese apoyo incondicional tras cada caída dándome su mano para levantarme y seguir de pie

A Mis Amigos y compañeros que me acompañaron en este largo camino para llegar a ser profesional y que me brindaron su cariño, respeto y me alentaron a seguir la lucha y no decaer.

En especial quiero dedicar este trabajo y esta meta cumplida a mi Ángel que aunque no esté físicamente sé que está aquí conmigo disfrutando de esta alegría Hermanita querida aunque no te pueda ver esto va por ti y por los nuestros si se pudo.

Rosa Orrala Soriano

AGRADECIMIENTO

A Dios por bendecirme con la hermosa familia que tengo por qué son el mejor regalo para mi vida y ayudarme a ganar un peldaño más y por enseñarme que el camino es duro pero que nada es imposible si se hace con dedicación.

A mi Familia por nunca dejarme sola a pesar de tantas dificultades siempre me enseñaron que todo se resuelve con amor y que juntos somos uno solo.

A la Universidad por brindarme los conocimientos necesarios para lograr mi meta y prepararme para el camino profesional que emprendo el día de hoy.

A mis amigos especiales por ser siempre los mejores en las buenas y en las malas.

A mis profesores por entregarme sus conocimientos día a día en esta hermosa carrera.

Rosa Orrala Soriano

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación “DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE LA APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA DE BIOREACTORES DE LECHO MÓVIL (PROCESO MBBR), PARA MINIMIZAR EL IMPACTO AMBIENTAL EN LA CIUDADELA LA MILINA, DEL CANTÓN SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA, AÑO 2017”, elaborado por la egresada Rosa María Orrala Soriano de la Facultad de Ingeniería Industrial, Carrera de Ingeniería Industrial, de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado el proyecto, doy paso para que sea evaluado y aprobado por el Tribunal de Grado, para su posterior titulación.

Atentamente

Ing. Víctor Matías Pillasagua MSc.

TUTOR.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Alamir Álvarez Loor MSc.
**DECANO (E) DE LA FACULTAD
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Ing. Marco Bermeo García MSc.
**DIRECTOR DE LA CARRERA
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Ing. Víctor Matías Pillasagua MSc.
TUTOR DE TESIS DE GRADO

Ing. Franklin Reyes Soriano MSc.
PROFESOR DE ÁREA

Ab. Brenda Reyes Tomalá Mgt.
SECRETARÍA GENERAL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y PATRIMONIO INTELECTUAL

El contenido del presente trabajo de graduación “DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE LA APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA DE BIOREACTORES DE LECHO MÓVIL (PROCESO MBBR), PARA MINIMIZAR EL IMPACTO AMBIENTAL EN LA CIUDADELA LA MILINA, DEL CANTÓN SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA, AÑO 2017” es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Rosa María Orrala Soriano

RESUMEN

La presente investigación nos da a conocer sobre el diseño de un tratamiento de aguas residuales domésticas, estas aguas provenientes del sector de la Milina, del Cantón Salinas, debido a la presencia de contaminación ambiental en uno de sus terrenos que esta deshabitado y cuenta con un promedio de 6 pozos de almacenamiento donde se descarga el efluente, debido a este problema se ha presenciado algunas autoridades de la localidad como AGUAPEN EP y el Municipio de Salinas, dando su contingente para poder acarrear el problema de impacto ambiental en el sector pero la ayuda no mejora a cabalidad esta falencia, por lo que se ve en la necesidad de pedir ayuda a otros organismos de regulación y control de medio ambiental.

Dado por su alto costo, alta disponibilidad y posibilidad de reutilización de estas aguas tratadas, el principal objetivo es reducir las aguas residuales domésticas en la Milina para minimizar el impacto ambiental creado desde que se descargan efluentes en el sector, dando soporte con la elaboración de la propuesta desarrollando las directrices para su implementación y operación respectiva.

El tratamiento de aguas residuales domésticas se implementará como fuente alternativa de depuración del efluente generado en el Sector La Milina, donde se obtendrá un afluente libre de carga contaminante y pueda ser utilizado si fuera el caso, o si no será descargado en las costas del mar del Cantón Salinas.

Se pudo constatar el grado de contaminación del agua residual y se identificó los parámetros de mayor incidencia a tratar, como también se estableció el dimensionamiento del tratamiento de aguas residual propuesto, de esta manera se constituyó con un pre-tratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario o biológico desinfección y posterior descarga del efluente.

ÍNDICE GENERAL

CARATULA.....	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	IV
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y PATRIMONIO INTELECTUAL	VI
RESUMEN	VII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE IMÁGENES	XV
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XVI
GLOSARIO DE TÉRMINOS	XVII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: GENERALIDADES.....	2
1.1 1. Antecedentes	2
1.2 Justificación	3
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 Objetivo General	4
1.3.2 Objetivos Específicos.....	4
1.4 Ubicación geográfica del Sector la Milina	5
1.5 Marco Legal sobre Ambiente de la Problemática.....	6
CAPÍTULO II: SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR LA MILINA	12
2.1 Ubicación geográfica del problema ambiental.	12
2.2 Población actual y número de viviendas.	13
2.3 Servicio de Alcantarillado Sanitario y Pluvial.....	14
2.4 Problema de aguas residuales de acuerdo al sector	15
2.5 Disposición final de las aguas residuales.....	16

2.6 Tratamiento actual de las aguas residuales	19
2.7 Factores de contaminación	20
2.7.1 Malos olores	21
2.7.2 Enfermedades relacionadas	22
CAPÍTULO III: IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	30
3.1 Metodología aplicada para la identificación y evaluación de impactos ambientales. .	30
3.2 Identificación de impactos ambientales	31
3.2.1 Inventario ambiental en base a la problemática	32
3.2.2 Inventario ambiental en torno a la propuesta.....	33
3.2.3 Componentes físicos	35
3.2.4 Componente biótico	40
3.3 Evaluación de impactos ambientales	43
3.4 Matriz de Identificación y evaluación	43
3.5 Análisis de resultados.....	55
3.6 Diagnóstico de la problemática.	58
3.7 Metodología de Investigación	59
3.7.1 Aplicación de la encuesta	60
3.7.2 Aplicación de la entrevista	68
3.7.3 Análisis de resultados.....	72
CAPÍTULO IV: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS APLICANDO TECNOLOGÍA DE BIOREACTORES DE LECHO MÓVIL	76
4.1 Criterios de análisis previo al diseño del sistema de tratamiento propuesto	76
4.2 Caracterización del estado de contaminación del agua residual doméstica	76
4.3 Parámetros de calidad del agua residual que interviene en el tratamiento propuesto..	83
4.4 Dimensionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales	83

4.5 Descripción del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales propuesto.....	88
4.5.1 Recolector	90
4.5.2 Pre-Tratamiento (Cámaras de Decantación).....	90
4.5.3 Tratamiento Primario (Coagulación- Floculación).....	91
4.5.4 Sedimentador (Cribado)	93
4.5.5 Tratamiento Secundario - Bioreactores de Lecho Móvil (MBBR)	105
4.5.6 Desinfección (Dosificación de hipoclorito sódico).....	108
4.5.7 Disposición final de las aguas tratadas.	109
4.6 Muestreo y Análisis de parámetros de descarga	110
4.7 Eficiencia del tratamiento de aguas residuales propuesto.....	111
4.8 Medidas de control	112
CAPÍTULO V: ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PROPUESTA	114
5.1 Costos e Inversiones.....	114
5.2 Costos de los elementos que compone la propuesta	115
5.3 Presupuesto General de la propuesta.	119
5.4 Financiamiento.....	119
5.5 Evaluación financiera (Período de Recuperación, Coeficiente de Costo/Beneficio..	123
5.5.1 Período de Recuperación de la Inversión	123
5.5.2 Coeficiente de Beneficio/Costo.....	124
5.6 Vida útil de la inversión	125
CONCLUSIONES	126
RECOMENDACIONES	127
BIBLIOGRAFÍA	128

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Págs.
Gráfico N° 1. DIAGRAMA CAUSA – EFECTO (DIAGRAMA ISHIKAWA)...	29
Gráfico N° 2. Porcentaje del grado de contaminación en la zona de problema....	55
Gráfico N° 3. Porcentaje del grado de contaminación en la etapa de preparación del sitio de implementación de la propuesta.....	56
Gráfico N° 4. Porcentaje del grado de contaminación etapa de construcción.....	57
Gráfico N° 5. Porcentaje del grado de contaminación en la etapa de operación de la propuesta.....	58
Gráfico N° 6. Resultados de la Pregunta No. 1.....	61
Gráfico N° 7. Resultados de la Pregunta No. 2.....	62
Gráfico N° 8. Resultados de la Pregunta No. 3.....	63
Gráfico N° 9. Resultados de la Pregunta No. 4.....	64
Gráfico N° 10. Resultados de la Pregunta No. 5.....	65
Gráfico N° 11. Resultados de la Pregunta No. 6.....	66
Gráfico N° 12. Resultados de la Pregunta No. 7.....	67
Gráfico N° 13. Tendencia de respuesta de la entrevista.....	73
Gráfico N° 14. Tendencia de respuesta de la encuesta.....	74
Gráfico N° 15. Línea del sistema de tratamiento de aguas residuales propuesto..	84

ÍNDICE DE TABLAS

	Págs.
Tabla N° 1. Coordenadas de posicionamiento de los pozos de aguas residuales...	5
Tabla No 2. Marco Legal aplicado de acuerdo a la problemática.....	7
Tabla N° 3. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.....	9
Tabla N° 4. Límites de descarga a un cuerpo de agua marina.....	10
Tabla N° 5. Descarga al sistema de alcantarillado.....	11
Tabla N° 6. Descarga a un cuerpo de agua (dulce/marino).....	11
Tabla N° 7. Coordenadas de ubicación.....	12
Tabla N° 8. Problemas encontrados en el sector.....	16
Tabla N° 9. Promedio histórico sobre el crecimiento de los pozos acorde al período del año.....	21
Tabla N° 10. Enfermedades por la presencia de aguas residuales.....	23
Tabla N° 11. Inventario ambiental en torno al problema.....	32
Tabla N° 12. Identificación de impactos ambientales.....	33
Tabla N° 13. Identificación de impactos ambientales en la etapa de preparación del sitio.....	34
Tabla N° 14. Identificación de impactos ambientales en la etapa de construcción.....	34
Tabla N° 15. Identificación de impactos ambientales en la etapa de operación...	35
Tabla N° 16. Colores utilizados para el tipo de impacto.....	44
Tabla N° 17. Escala de valoración.....	46
Tabla N° 18. Matriz de Impactos Ambientales Presentes en la Actualidad.....	47
Tabla N° 19. Matriz de Impactos Ambientales – Fase de Preparación del Sitio...	48
Tabla N° 20. Matriz de Impactos Ambientales - Fase de Construcción.....	49
Tabla N° 21. Matriz de Impactos Ambientales – Fase de Operación.....	50
Tabla N° 22. Matriz de Impactos Ambientales Presentes en la Actualidad.....	51
Tabla N° 23. Matriz de Impactos Ambientales – Etapa de Preparación del Sitio	52
Tabla N° 24. Matriz de Impactos Ambientales – Etapa de Construcción.....	53
Tabla N° 25. Matriz de Impactos Ambientales – Etapa de Operación.....	54
Tabla N° 26. Resultados de la Pregunta No. 1.....	61
Tabla N° 27. Resultados de la Pregunta No. 2.....	62

Tabla N° 28. Resultados de la Pregunta No. 3.....	63
Tabla N° 29. Resultados de la Pregunta No. 4.....	64
Tabla N° 30. Resultados de la Pregunta No. 5.....	65
Tabla N° 31. Resultados de la Pregunta No. 6.....	66
Tabla N° 32. Resultados de la Pregunta No. 7.....	67
Tabla N° 33. Listado de entrevistados.....	68
Tabla N° 34. Resultados de la entrevista.....	73
Tabla N° 35. Resultados de la encuesta.....	73
Tabla N° 36. Resumen de la encuesta realizada.....	74
Tabla N° 37. Análisis físicos, químicos y biológicos.....	77
Tabla N° 38. Análisis físicos, químicos y biológicos.....	78
Tabla N° 39. Análisis físicos, químicos y biológicos.....	79
Tabla N° 40. Promedio de análisis físicos, químicos y biológicos.....	81
Tabla N° 41. Parámetros de calidad del agua residual.....	83
Tabla N° 42. Datos de crecimiento poblacional.....	85
Tabla N° 43. Datos del caudal medio.....	86
Tabla N° 44. Datos del caudal máximo instantáneo.....	87
Tabla No 45. Datos de partida para la sedimentación.....	94
Tabla N° 46. Datos de la velocidad de sedimentación.....	95
Tabla N° 47. Número de Reynolds.....	96
Tabla N° 48. Coeficiente Allen.....	97
Tabla N° 49. Datos de la velocidad real de sedimentación.....	97
Tabla N° 50. Datos del área superficial del sedimentador.....	98
Tabla N° 51. Datos de las dimensiones del sedimentador.....	99
Tabla N° 52. Datos de la velocidad horizontal.....	100
Tabla N° 53. Datos de la velocidad de arrastre.....	101
Tabla N° 54. Datos de la relación de velocidades de flujo.....	102
Tabla N° 55. Tiempo de retención hidráulica.....	102
Tabla N° 56. Eficiencia del sedimentador en la remoción DBO.....	103
Tabla N° 57. Eficiencia del Sedimentador en la remoción SST.....	104
Tabla N° 58. Referencias estandarizadas.....	106

Tabla N° 59. Valores de las Edificaciones Complementarias.....	115
Tabla N° 60. Costos de Tuberías y Accesorios de Acoplamiento.....	115
Tabla N° 61. Costos de Tanques de Almacenamiento.....	116
Tabla N° 62. Costos de las Bombas.....	116
Tabla N° 63. Costos de los Insumos Químicos.....	116
Tabla N° 64. Costos de Agitadores mecánicos.....	117
Tabla N° 65. Costos de Equipos de Tratamiento.....	117
Tabla N° 66. Costo de los Materiales Eléctricos.....	118
Tabla N° 67. Presupuesto General de la Propuesta.....	119
Tabla N° 68: Financiamiento.....	120
Tabla N° 69: Amortización.....	121
Tabla N° 70: Intereses Anuales del Crédito.....	122
Tabla N° 71: Recuperación de la Inversión.....	124
Tabla N° 72: Tiempo Aproximado para la recuperación de inversión.....	124

ÍNDICE DE IMÁGENES

	Págs.
Imagen N° 1. Ubicación geográfica del problema ambiental.....	6
Imagen N° 2. Ubicación geográfica del problema ambiental.....	12
Imagen N° 3. Sector la Milina, cantón Salinas.....	13
Imagen N° 4. Método de succión de los desechos líquidos de los pozos.....	18
Imagen N° 5. Succionador de aguas residuales.....	18
Imagen N° 6. Cubierta en mal estado.....	25
Imagen N° 7. Patios de infestados de maleza.....	25
Imagen N° 8. Suelo afectado por los efluentes.....	36
Imagen N° 9. Intensidad del viento en Salinas.....	39
Imagen N° 10. Ruido.....	40
Imagen N° 11. Tanque de Acopio del agua residual.....	90
Imagen N° 12. Cámaras de decantación.....	91
Imagen N° 13. Mecanismo de dosificación.....	93
Imagen N° 14. Prototipo del tanque de sedimentación.....	105
Imagen N° 15. Componentes del Bireactor de lecho móvil.....	106
Imagen N° 16. Procedimientos para el muestreo de aguas.....	110

ÍNDICE DE ANEXOS

	Págs.
ANEXO N°1. FORMATO DE ENCUESTAS.....	130
ANEXO N°2 FORMATO DE ENTREVISTAS.....	132
ANEXO N°3 UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	133
ANEXO N°4 ESQUEMA DE PROCESOS DEL TRATAMIENTO PROPUESTO.....	134

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Aguas residuales. Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, que hayan sufrido degradación en su calidad original.

Carga promedio. Es el producto de la concentración promedio por el caudal promedio, determinados en el mismo sitio.

Carga máxima permisible. Es el límite de carga que puede ser aceptado en la descarga a un cuerpo receptor o a un sistema de alcantarillado.

Carga contaminante. Cantidad de un contaminante aportada en una descarga de aguas residuales, expresada en unidades de masa por unidad de tiempo.

Cuerpo receptor. Es todo río, lago, laguna, aguas subterráneas, cauce, depósito de agua, corriente, zona marina, estuarios, que sea susceptible de recibir directa o indirectamente la descarga de aguas residuales.

Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5). Es un parámetro que mide la cantidad de oxígeno consumido al degradar la materia orgánica de una muestra líquida.

Demanda Química de Oxígeno (DQO). Es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mg O₂/l)

Efluente. Líquido proveniente de un proceso de tratamiento, proceso productivo o de una actividad.

Sólidos Disueltos en el agua (SD). (Sólidos en suspensión son partículas / sustancias que ni se disuelven ni se asientan en el agua, tales como pulpa de madera.) En general, la concentración de sólidos disueltos totales es la suma de los cationes (carga positiva) y aniones (cargado negativamente) iones en el agua.

Sólidos Suspendidos Totales (SST). Los sólidos suspendidos totales o el residuo no filtrable de una muestra de agua natural o residual industrial o doméstica, se definen como la porción de sólidos retenidos por un filtro de fibra de vidrio que posteriormente se seca a 103-105°C hasta peso constante.

Turbiedad. Se entiende por turbidez o turbiedad a la medida del grado de transparencia que pierde el agua o algún otro líquido incoloro por la presencia de partículas en suspensión . Cuanto mayor sea la cantidad de sólidos suspendidos en el líquido, mayor será el grado de turbidez. En potabilización del agua y tratamiento de aguas residuales, la turbiedad es considerada como un buen parámetro para determinar la calidad del agua, a mayor turbidez menor calidad.

INTRODUCCIÓN

El agua como recurso indispensable para cualquier forma de vida, unido al desarrollo de las poblaciones y caracterizada por una creciente demanda en actividades de consumo y uso industrial, está acarreado una mayor explotación a uno de los recursos naturales más utilizados y el peor tratado en la actualidad. El tratamiento del agua residual es un reto urbanístico y la afirmación de una identidad comprometida con el desarrollo sustentable.

La presente propuesta tiene la finalidad de sustentar un diseño de tratamiento de aguas residuales domésticas, generadas por el Sector la Milina, siendo un reto de importancia social, ecológica y económica, enmarcado en el bienestar de la población del sector, disminuyendo el nivel de contaminación de los impactos ambientales creados por este problema.

Capítulo I. Comprende la justificación de la propuesta, sus objetivos y sus antecedentes.

Capítulo II. Se describe un análisis de la situación ambiental en el Sector la Milina.

Capítulo III. Se detalla la identificación y la evaluación de los impactos ambientales detectados en la zona de afectación y su nivel de contaminación en el Sector la Milina.

Capítulo IV. Se elabora el tratamiento de aguas residuales domésticas, estableciendo cada una de las mejoras y sus beneficios en su implementación.

Capítulo V. Se establece un análisis económico sobre los costos de la propuesta para su implementación, el financiamiento y su vida útil.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 1. Antecedentes

Esta propuesta seleccionó un sistema de tratamiento de aguas residuales basadas en procesos MBBR, tecnología de bioreactores de lecho móvil por sus siglas en inglés, es conocido como un proceso de lecho fluidizado, en otras palabras es un tratamiento estrictamente biológico para aguas residuales que utiliza microorganismos purificantes. Este proceso de bioreactores de lecho móvil, da entender que los coloides o los sedimentos se mueven libremente en suspensión dentro del tanque de reacción, esta tecnología está adquiriendo cada vez más importancia en los tratamientos biológicos de aguas residuales, por su alta eficiencia en la eliminación de contaminantes.

En la década de los setenta la tecnología entró por primera vez en el mercado japonés gracias a un acuerdo entre las compañías Dorr-Oliver y Sanki Engineering. En el año 1993, treinta y nueve de estos MBR con configuración externa se habían difundido y tenían diversas aplicaciones en el tratamiento de aguas sanitarias e industriales. Actualmente, los sistemas MBR se usan extensamente en Japón, y varias compañías ofrecen procesos para el tratamiento y reutilización del agua y para varias aplicaciones industriales, principalmente en industria alimentaria y de bebidas en las que son comunes valores elevados de DQO.

En el Ecuador este sistema de tratamiento se ha adoptado ciertas provincias de la Región Sierra al sur de nuestro país, como Azuay, Loja, Azogues y Bolívar porque en esos territorios no cuentan con cuerpos receptores para el desecho de esta agua residual doméstica, para ello han aplicado el método biológico de biorreactores MBBR, desde el sistema de tratamiento de aguas residuales

domésticas, industrias y hasta los hoteles. Entonces queda claro que es un proceso no tan convencional como utilizan la mayor parte de las empresas, industrias o cabildos del país, es un proceso biológico de altos costos en su adquisición, con buenos resultados y con el beneficio que el agua tratada no generará algún tipo de peligro o impacto ambiental.

Es necesario mencionar que en la Provincia de Santa Elena no existe muchos lugares que adopten sistema de tratamientos convencionales (físico-químicos) y biológicos, por razones de desconocimiento sobre tratamiento de aguas residuales, falta de inversión en esta clase de tecnologías y la falta de un estudio técnico sobre la problemática de las aguas residuales en la provincia así como en sus tres cantones.

1.2 Justificación

La ciudadela La Milina es un poblado del casco urbano del Cantón Salinas formado por decenas de hogares cuyo destino mayoritario es el vacacional, en la actualidad cuenta con un sistema de aguas servidas que va desde los hogares hasta un colector que almacena dichas aguas residuales que es monitoreado por el responsable directo como es la Municipalidad del Cantón Salinas.

La implementación de un sistema de tratamientos de aguas residuales servirá para la disminución de la contaminación medioambiental, se pretende implementar un sistema eficaz y eficiente que permita la disminución de agentes contaminantes en dichas aguas para que esta sea llevada directamente al mar evitando la contaminación de la flora.

Además con la realización de la propuesta dará una mejor imagen a la ciudadela ya que no habrá más inundaciones ni aguas filtradas en las vías del sector y tampoco habrá colapso en épocas de temporadas altas o en épocas invernales. En temporada alta es cuando más problemas de colapso tenemos debido a que la

cantidad de habitantes crece y existe mayor flujo de aguas que obviamente hacen que el sistema actual sea más ineficaz e ineficiente.

Es considerado un sistema factible que contará con todas las normas y procedimientos establecidos en las leyes y normas ambientales ya que este sistema podría tratar de 3 a 30 litros de aguas por segundo aproximadamente.

Es de total **importancia** ya que con la implementación de este tratamiento mediante procesos MBBR, permitirá una mejor situación del entorno. Todo lo expuesto se justifica que el proyecto contará con todas las normas establecidas por el Ministerio de Ambiente y estaremos dando una filtración final a las aguas residuales tratadas al lecho marino y de este modo beneficiaremos directamente al entorno que reside en la ciudadela la Milina del Cantón Salinas.

Se busca con la ejecución de la propuesta, generar mayor eficacia y mayor eficiencia en el tratamiento de aguas residuales domésticas ya que podrían ser implementados en cualquier sector de la ciudad de la Provincia de Santa Elena u otras provincias, con la finalidad de evitar, disminuir día a día la contaminación generada. Los **beneficiarios** directos serán los moradores del Barrio La Milina, y los beneficiarios indirectos la población del Cantón Salinas.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales mediante la aplicación de tecnología de bioreactores de lecho móvil (proceso MBBR), para minimizar el impacto ambiental negativo en la Ciudadela la Milina, del Cantón Salinas, Provincia de Santa Elena.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analizar la situación actual del sector La Milina
- Identificar y Evaluar los impactos ambientales en la zona.
- Diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas aplicando tecnología de bioreactores de lecho móvil (MBBR).
- Realizar un análisis económico de la propuesta

1.4 Ubicación geográfica del Sector la Milina

El sector la Milina se encuentra en el Cantón Salinas, en la vía principal Guayaquil-Salinas, está ubicada entre algunas ciudadelas entre Costa de Oro, las Conchas y los Geranios, como también urbanizaciones del barrio, por lo que se elaboró una tabla donde se muestra los puntos de coordenadas del sector en cuestión:

VÉRTICE	COORDENADAS		COORDENADAS	
	LATITUD	LONGITUD	LATITUD	LONGITUD
A	2°13'15.71"S	80°56'10.51"O	2°13'16.86"S	80°55'57.10"O
B	2°13'41.77"S	80°56'5.18"O	2°13'24.20"S	80°56'26.80"O
C	2°13'11.00"S	80°56'27.21"O	2°13'17.50"S	80°56'30.80"O

Tabla N° 1. Coordenadas de posicionamiento de los pozos de aguas residuales

Fuente: Google Earth

Prácticamente el sector de la Milina queda detrás de las instalaciones de la Universidad Tecnológica Equinoccial UTE, entre algunas urbanizaciones y residencias en ventas y alquiler, tenemos la torre Oceánica, limita con el océano Pacífico, la mayor parte de sus edificaciones son viviendas entre una planta hasta edificios de hasta diez pisos. A continuación presentamos la ubicación geográfica de los pozos de descargas de las aguas residuales dentro del sector de la Milina:

Imagen N° 1. Ubicación geográfica del problema ambiental



Fuente: Google Earth

Elaborado por: Rosa Orrala S.

1.5 Marco Legal sobre Ambiente de la Problemática

El marco legal aplicado a la situación actual de un sector de la población es muy diferente a la descripción de una empresa pública y privada, de acuerdo a esta razón la ley actúa en base a los cuerpos legales nacionales, provinciales y locales.

La legislación ambiental que se aplicará de acuerdo a la problemática y se cumplirá con cada uno de sus artículos, es la que se muestra a continuación:

Tabla No 2. Marco Legal aplicado de acuerdo a la problemática

Instrumento	Documento de Revisión
Constitución Política de la República del Ecuador	<i>Principios de Aplicación de los Derechos, Ambiente Sano. Art 14</i> <i>Derechos de la Naturaleza. Art.- 72, 73.</i> <i>Naturaleza y Ambiente. Art.- 395 al 412</i>
Ley de Gestión Ambiental	<i>R.O. No. 245, 30 Julio de 1999</i>
<p>Libro VI De la Calidad Ambiental</p> <p>Título I.- Sistema Único de Manejo Ambiental SUMA</p> <p>Título II.- Políticas Nacionales de Residuos Sólidos</p> <p>Título III.- Del Comité de Coordinación y Cooperación Interinstitucional para la Gestión de Residuos.</p> <p>Título IV.- Del cambio Climático</p> <p>Anexo I.- Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua.</p> <p>Anexo II.- Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados.</p> <p>Anexo III.- Norma de Emisiones al Aire desde Fuentes Fijas de Combustión.</p> <p>Anexo IV.- Norma de Calidad del Aire Ambiente.</p> <p>Anexo V.- Límites Permisibles de Niveles de Ruido Ambiental para Fuentes Fijas y Móviles, y para Vibraciones.</p> <p>Anexo VI.- Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición de Residuos Sólidos no Peligrosos.</p>	
Resolución 957 Reglamento de Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo.	<i>Vigente desde el 23 de Septiembre del 2005.</i>
Políticas Básicas Ambientales del Ecuador	<i>D.E. No. 1802, Junio 1 de 1994; publicado en el R.O. No. 456, Junio 7 de 1994.</i>
Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo	<i>DE No. 2393 publicado en el RO No. 565: 17 de Noviembre de 1986</i>
Código Penal Ecuatoriano	
Código Eléctrico Nacional	
Ley de Régimen Municipal (Santa Elena)	
Código de Policía Marítima. Directrices para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental es la actividad Marítima Nacional.	<i>Resolución DIGMER # 416/95</i>

Fuente: Documento actualizado del Ministerio de Ambiente, año 2015

Análisis:

El Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013 expone en el objetivo 4 lo siguiente:

Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable. Hace referencia en prevenir, controlar y mitigar la contaminación ambiental como aporte para el mejoramiento de la calidad de vida, regulando criterios de preservación, conservación, ahorro y usos sustentables del agua e implementando normas para controlar y enfrentar la contaminación de los cuerpos de agua mediante la aplicación de condiciones explícitas para el otorgamiento de las autorizaciones de uso y aprovechamiento. Basándonos en este concepto, describimos las normas ambientales aplicadas durante el desarrollo de este trabajo:

Normas para Alcantarillado y Tratamiento de aguas residuales

Para el diseñado y dimensionamiento de un sistema de tratamiento para las aguas residuales del sector de la Milina, del Cantón Salinas se aplicaran la Normativa ecuatoriana emitido por el Código Ecuatoriano de la Construcción C.E.C:

- a. Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes:
- b. Sistema de Alcantarillado.
- c. Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.

Normas para caracterización de aguas residuales

Para la caracterización de las aguas residuales procedentes del sector de la Milina y determinación de la calidad del efluente que se descarga en las pozas del mismo sector, se aplicó la normativa ambiental emitida por el Texto unificado de Legislación Ambiental Secundario, Libro VI – Anexo No.1:

a. Normas de calidad ambiental y descarga de efluentes: Recurso Agua:

1. Normas de descarga de efluente a un cuerpo de agua o receptor: agua dulce y marina. En el literal 4.2.3.7 se establece que:

Tabla N° 3. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	30
Coliformes fecales	Nmp/ 100ml		Remoción > 1 99.9%
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O ₅	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O	mg/l	250
Fósforo Total	P	mg/l	10
Hierro Total	Fe	mg/l	10.0
Nitratos + Nitritos	Expresado como Nitrógeno (N)	mg/l	10.0
Potencial de Hidrógeno	pH		5-9
Sólidos sedimentables		ml/l	1.0
Sólidos suspendidos totales		mg/l	100
Sólidos totales		mg/l	1600
Sulfatos	SO ₄	mg/l	1000
Temperatura	°C		< 35

Fuente: Anexo 1 Libro VI del Texto Unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente: norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua

2. Normas de descarga de efluente a un cuerpo receptor de agua marina o en el mar:

Tabla N° 4. Límites de descarga a un cuerpo de agua marina

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	30
Coliformes fecales	Nmp/ 100ml	mg/l	10000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O ₅	mg/l	400
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O	mg/l	600
Mercurio Total	Hg	mg/l	0.01
Nitratos + Nitritos	Expresado como Nitrógeno (N)	mg/l	40
Potencial de Hidrógeno	pH		6-9
Sólidos sedimentables		ml/l	1.0
Sólidos suspendidos totales		mg/l	250
Sulfuros	S	mg/l	0.5
Compuesto organoclorados	Organoclorados totales	µg/l	50.0
Compuestos organofosforados	Organofosforados totales	µg/l	100.0
Temperatura	°C	mg/l	<35

Fuente: Anexo 1 Libro VI del Texto Unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente: norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua

Resumen.

Las tablas a continuación corresponden al Acuerdo Ministerial 0.28, este documento sustituye el Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria por el Libro VI de Calidad Ambiental. Dentro del mismo se pueden encontrar las tablas de cumplimiento de límites máximos permisibles de descargas líquidas.

El Acuerdo Ministerial 028 se encuentra vigente desde febrero del 2015.

Los Tablas 6 y 7, correspondientes a los límites de descarga al sistema de alcantarillado y los límites de descarga a un cuerpo de agua dulce son las tablas que debemos tomar en cuenta al descargar un efluente y al analizar el mismo para saber si estamos cumpliendo las normativas medioambientales vigentes.

Tabla N° 5. Descarga al sistema de alcantarillado

Parámetros	Unidad	Límite máximo Permisible.
Aceites y Grasas	mg/l	70
DBO5	mg/l	250
DQO	mg/l	500
Fósforo	mg/l	15
Nitrógeno	mg/l	60
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	220

Fuente: Anexo 1 Libro VI del Texto Unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente: norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua

Tabla N° 6. Descarga a un cuerpo de agua (dulce/marino)

Parámetros	Unidad	Límite máximo Permisible.
Aceites y Grasas	mg/l	30
DBO5	mg/l	100
DQO	mg/l	200
Fósforo	mg/l	10
Coliformes Fecales	NMP/10 ml	10.000
Nitrógeno	mg/l	50
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	130

Fuente: Anexo 1 Libro VI del Texto Unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente: norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua

CAPÍTULO II

SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR LA MILINA

2.1 Ubicación geográfica del problema ambiental.

El problema ambiental está ubicado dentro de la Ciudadela La Milina, en unos terrenos baldíos, cerca de viviendas del mismo sector, comprende este problema un promedio de 8 pozos de almacenamiento donde se descarga la mayor parte de aguas residuales o negras del barrio en mención. Se elaboró también una tabla con las coordenadas de la ubicación exacta del área de los pozos de descarga efluentes en la ciudadela la Milina, a continuación muestro cada uno de sus valores

Tabla N° 7. Coordenadas de ubicación

UGM + NWSTG	
Norte/Este	Oeste
3°13'16.06"S	81°56'24.36"O
3°13'16.41"S	81°56'23.99"O
3°13'16.68"S	81°56'26.23"O
3°13'16.20"S	81°56'25.15"O

Fuente: Google Maps

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Imagen N° 2. Ubicación geográfica del problema ambiental



Fuente: Google Earth

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

2.2 Población actual y número de viviendas.

La población actual en el sector la Milina del Cantón Salinas, de acuerdo a los datos estadísticos obtenidos mediante las autoridades del GAD de Salinas, la población es de 224 personas con un promedio de 233 edificaciones, la mayor parte de estas edificaciones son de hormigón armado, estructuras de cemento y hierro formados, pero la población que habita en épocas de temporadas se duplica prácticamente en épocas de temporada alta como ya conocemos.

En la ciudadela la Milina encontramos también algunas edificaciones que brindan servicios complementarios como educación superior como es el caso de la UTE, ventas de productos de la construcción de la franquicia DISENSA, tiendas cercanas a la zona, iglesias evangélicas o de mormones, se cree que estas construcciones por cerca de la vía principal Salinas – Libertad tienen la cobertura de alcantarillado pluvial y sanitario.

El sector la Milina cuenta dentro de las 253 edificaciones con viviendas que actualmente se están vendiendo, puestas para alquiler y dos urbanizaciones inmersas en la zona de la problemática, es necesario comentar diferenciar otras viviendas que también afectan sobre la temática de la contaminación ambiental en la ciudadela en mención del Cantón Salinas.

Imagen N° 3. Sector la Milina, Cantón Salinas



Fuente: Rosa Orrala Soriano

2.3 Servicio de Alcantarillado Sanitario y Pluvial

Se define al sistema de alcantarillado como el conducto de servicio público cerrado conformado por una red de alcantarillas que son generalmente tuberías enterradas, destinadas a recolectar, transportar y evacuar de forma rápida y segura las aguas residuales y pluviales en una población hacia una planta de tratamiento establecida en este caso son las piscinas de oxidación de Aguapén EP ubicado en el sector Mar Bravo. En la mayoría de los casos, los sistemas de alcantarillado bajo condiciones normales funcionan por gravedad aprovechando la pendiente propia del terreno, sin embargo en zonas demasiadas planas es necesario el uso de sistemas de bombeo.

El servicio de alcantarillado sanitario y pluvial no existe en las viviendas del sector la Milina, el sistema de recolección de estas aguas servidas, cada una de las familias que viven en este sector construyeron sus sistema de vertido de efluentes a una zona dentro de los límites de la ciudadela la Milina, es donde se crearon estos pozos con el fin de ser puntos de acopios de efluentes y que sirvan de punto de control para el tratamiento de aguas residuales que debería tener, pero las autoridades de ese tiempo no lograron realizar absolutamente, desde ahí las personas del barrio la Milina pide y exige que se atienda a las necesidades de contar con un servicio de alcantarillado sanitario y pluvial.

El servicio de alcantarillado sanitario y pluvial debe obedecer al estudio de impacto ambiental que elabora el GAD del Municipio de Salinas, el Ministerio del Ambiente y el Municipio en mención establecerá las medidas preventivas o los mecanismos para que el problema de aguas residuales pueda solucionarse mediante la participación de todos los pobladores del sector la Milina.

2.4 Problema de aguas residuales de acuerdo al sector

El problema de las aguas residuales que presenta en el sector la Milina, es el crecimiento de las pozas que se han establecido desde varios años se han asentado en un terreno localizado dentro de los límites de la zona de población, por lo cual afecta en temporadas altas (desde diciembre hasta abril de cada año); por la razón que estos meses del año la población se duplica o hasta se triplica por la llegada de turistas al sector en mención. De esta forma se genera gran cantidad de aguas residuales y estas son llevadas por medios de colectores a estos pozos, aquí en este lugar no se lleva algún proceso de tratamiento por lo que se comienza a llenar estos pozos que son de una capacidad de 2 m³, tenemos 12 pozos que utilizan para este fin, hace un total de 24 m³ en total, la mayor parte de este problema es que llega a colapsarse estos pozos y suelen rebosarse y salir aguas servidas por las calles del sector llegando a otros y ocasionando principalmente molestias a todos los pobladores.

El sector no cuenta con un sistema de alcantarillado tanto sanitario como pluvial, ambos sistemas están diseñados para trabajar conjuntamente acerca de la problemática de las aguas residuales domésticas e industriales, pero las autoridades no han realizado obras sobre el sistema de aguas servidas, estas tuberías de descarga de los efluentes de las viviendas fue construido por cada poblador del sector para que su disposición final sea estos pozos, pero lamentablemente estos pozos no soportan más volumen de aguas residuales en épocas de feriado entre otras.

Las llamadas aguas negras son las aguas residuales que están contaminadas con heces u orina. Debido a estas aguas residuales se está degradando las áreas cercanas a los pozos de descarga, el suelo de esta zona es la parte más afectada como los elementos que ocasionan la estadía de las aguas negras en este sitio.

Tabla N° 8. Problemas encontrados en el sector

Sector	Descripción	Imágenes
	Rebosamiento de las aguas residuales o negras de los pozos.	
La Milina	Remoción de las aguas residuales de los pozos de descarga.	
	Proliferación de hierbas e insectos cerca de los pozos de descargas de aguas residuales.	

Fuente: Rosa Orrala Soriano

2.5 Disposición final de las aguas residuales

Es práctica común de las ciudades costeras descargar sus aguas residuales sin tratamiento al cuerpo de agua más cercano o más conveniente y usualmente se

descuidan sus consecuencias ambientales y a la salud, debido principalmente a la falta de recursos económicos.

Los promedios geométricos de niveles de coliformes totales por encima de 100 000 NMP/100 ml se ha observado frecuentemente en playas públicas de recreo, con mediciones individuales que algunas veces llegan a niveles de aguas residuales crudas. Las descargas de aguas servidas cerca del litoral ocasionan problemas de carácter estético, presentan riesgos potenciales a la ecología y a la salud pública y algunas veces implican consecuencias económicas negativas al restringir el turismo.

La disposición final de las aguas residuales generadas por el sector la Milina se descargan en los pozos en mención, desde este punto de acopio del efluente no se ejecuta ningún tratamiento que se lleva a cabo, por lo cual las aguas residuales reposan todo el tiempo en este lugar para que el sol realice la acción por radiación solar, para evaporar la gran cantidad necesaria, pero al efectuar esto, se crea diferentes efectos en el entorno en el que se encuentra, como la creación de malos olores, proliferación de moscas entre otros insectos, y por último se origina en un punto de contaminación en el sector.

Hay momentos donde la empresa Aguapen EP, envía el camión cisterna de recolección de aguas servidas con el fin de llevar estos efluentes y depositarlos en los mejores de los casos en las piscinas anaerobias o aeróbicas de los pozos de oxidación de aguas residuales para su posterior tratamiento, pero se ha notado casos que muy irregulares donde los efluentes de los pozos extraídos irán como destino final al lecho marino de las costas de Salinas sin previo procesamiento para quitar o eliminar la carga contaminante de estas aguas, estos crea otro punto de contaminación pero es muy alejado a esta problemática actual.

Imagen N° 4. Método de succión de los desechos líquidos de los pozos



Fuente: Aguapen EP

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Imagen N° 5. Succionador de aguas residuales



<http://www.chinatankertruck.com/es/products/Suction-sewage-truck-Dongfeng-DLK-2.74m3-Dongfeng-DLK-factory-price.html#.WOJC2Ds19EY>

La remoción de estos efluentes se realiza en temporada alta durante los meses Enero, Febrero, Marzo y Abril tres veces al mes, este trabajo se realiza mancomunadamente entre las entidades públicas del Municipio de Salinas, Departamento de Ambiente del Municipio y Aguapen EP, donde el municipio dispone de su personal así de igual manera Aguapen coloca su personal, en el momento de la remoción de aguas servidas se utiliza el Hidro-cleaner con la manguera dentada de 100 metros, se toma 4 viajes como máximo para retirar todo el efluente, la capacidad del Hidro-cleaner es de 6 m³.

2.6 Tratamiento actual de las aguas residuales.

El tratamiento actual que se lleva a cabo acerca a la problemática de los pozos de aguas residuales, no cumple con ningún sistema o proceso de tratamiento, la única alternativa para su eliminación es la acción del sol, mediante la radiación solar se evapora la cantidades mínimas del efluente en base al clima soleado, pero en tiempos de invierno cuando empieza las lluvias esto lleva a crear más problema para las personas que conviven con estos pozos de descarga.

A veces llegan las autoridades y personal de mantenimiento de la empresa Aguapen EP, con el vehículo de succión de aguas servidas, de este modo retira las aguas residuales de los pozos, de manera que su colapso no llegue de manera inmediata, esto suele hacerse con frecuencia por parte de Aguapen, pero esta no es solución, solo es una medida emergente.

Actualmente, según las autoridades del GAD Municipal de Salinas ha realizado estudios civiles y topográficos de las posibles construcciones de los colectores y el posicionamiento de las tuberías que deberían estar en el sector para el sistema de alcantarillado sanitario y pluvial, se ha evaluado crear una planta adicional a la que cuenta Aguapen EP en la zona de Mar Bravo, pero esos son estudios preliminares que aún siguen siendo valorados por el momento, por el costo, el tipo de construcción y el diseño que se piensa implementar, todo esto afecta a que se dé un tratamiento óptimo para las aguas residuales para no solo el sector de la Milina, sino también para el resto del Cantón Salinas.

Los tratamientos en la actualidad de algunos GAD de otras provincias son procedimientos estabilizadores que se aplica en el agua contaminada para que la degradación de la misma no exponga peligros externos a la sociedad, puesto que si no se realiza una acción preventiva a estos residuos líquidos podría acarrear problemas a los cuerpos receptores de efluentes.

2.7 Factores de contaminación

Para conocer más a fondo de las aguas residuales domésticas contiene virus, bacterias y otros gérmenes que pueden provocar enfermedades y convertir un lugar determinado no apto para vivir. Los riesgos para la salud debido a la presencia de aguas negras o residuales dependen de la cantidad de agua, los tipos de gérmenes presentes en ella, la cantidad de tiempo que estuvo en contacto con el suelo y elementos cercanos a los hogares y viviendas cercanas, la duración de la exposición de estas aguas.

Por lo general, mientras más residuos sólidos (excremento humano), haya en el agua mayor será la necesidad de limpiar de inmediato y exhaustivamente los materiales que estuvieron en contacto directo con estas aguas.

Cuáles son los factores de contaminación que afectan actualmente en el entorno o en el medio en el que se encuentra el sector la Milina, del Cantón Salinas:

- Malos olores
- Enfermedades relacionadas
- Contaminación ambiental

Probablemente la cantidad de carga contaminante disuelta en el efluente es un punto clave, para que el tratamiento propuesto elimine todo ese sedimento dado que si no se elimina durante días este efluente, podría abarcar a muchos factores de degradación del agua, ya que con el paso del tiempo el agua contaminada crea puntos de generación de parásitos, bacterias y en caso más probables de insectos con el contacto con el aire del medio en que nos encontremos, dado esto el procedimiento de depuración abarcará el saneamiento del agua hasta el punto que no sea dañina al descargarla en el mar.

La forma que se ha comprobado los factores de contaminación fue mediante a las visitas de campo que he realizado al lugar de la problemática, también la revisión de registros y documentos medio ambientales del dpto. Ambiente del Municipio de Salinas donde se refiere a la fuente de contaminación presente en la zona, además se pudo conseguir el promedio histórico de aguas residuales de los últimos 5 años.

De acuerdo a estos valores se planteó los posibles peligros que afectan al sector de la Milina con el volumen de agua residual doméstica almacenada en los pozos de descarga. Véase la tabla

Tabla N° 9. Promedio histórico sobre el crecimiento de los pozos acorde al período del año

CRECIMIENTO DE AGUA RESIDUALES DOMÉSTICAS EN BASE A LA CAPACIDAD PROMEDIO DE LOS POZOS DE DESCARGA DEL SECTOR LA MILINA						
Período del Año	2012	2013	2014	2015	2016	Promedio
Temporada Baja	69%	67%	70%	68%	75%	69.9%
Temporada Alta	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Temporada	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Dep. de Ambiente de la Municipalidad del Cantón Salinas

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

2.7.1 Malos olores

Los malos olores es el principal problema que afecta a todos los pobladores del sector la Milina, estos olores provienen de las aguas residuales mezcladas con las aguas servidas o fecales, toda esta combinación crea un fuerte olor a excremento donde el entorno el que se encuentra los pozos de descarga, en un radio de 20 metros alrededor de ellos, se percibe ese olor fétido, que molesta a todas las familias del sector directa e indirectamente a otras personas ajenas del sector.

Los malos olores son una indicación de que se presenta una contaminación ambiental, es el olor de las aguas residuales o los gases de alcantarilla que está

presente, es signo de un peligro para la salud de las personas. Los peligros por la inhalación del olor de las aguas residuales probablemente no son una amenaza inmediata, pero aun así es una buena idea resolverlo. El contacto con los contaminantes y las bacterias es una causa de enfermedad.

En áreas abiertas donde las aguas negras están presentes, el olor desagradable es probablemente el peor efecto, suponiendo que no hay exposición a largo plazo. Sin embargo, las partículas de las aguas residuales son capaces de dispersarse en el aire, y la inhalación de estas provoca efectos adversos para la salud, tales como; malestar gastrointestinal, diarrea, náuseas y vómitos. Representan la mayor amenaza para la salud pública cuando entran en el suministro de agua, donde se diluyen y se extienden mucho más allá de donde se originaron.

Gas de alcantarillado es un término para el gas de sulfuro de hidrógeno, que se detecta como un olor similar a huevos podridos. Es incoloro, pero tiene un olor fuerte. El olor a gas de la alcantarilla a bajas concentraciones no es mortal, pero causa irritación de ojos y garganta, tos y problemas para respirar. Los efectos a largo plazo de la inhalación de concentraciones bajas de gas de sulfuro de hidrógeno incluyen fatiga, pérdida de apetito y dolor de cabeza. Las concentraciones extremadamente altas de estos gases son tóxicas y algunas veces fatales.

2.7.2 Enfermedades relacionadas

Las enfermedades transmitidas por las aguas residuales conforman un problema sanitario de importancia, pero no afectan a todos por igual, sino que aquellos que sufren sus consecuencias son los grupos poblacionales que habitan de manera permanente en las proximidades de los cursos de aguas superficiales contaminados y que, además, cuentan con un alto grado de vulnerabilidad. Los principales mecanismos de transmisión de enfermedades microbianas y parasitarias relacionadas con el agua son:

- Enfermedades producidas por contacto con el agua (esquistosomiasis, dracunculiasis)
- Enfermedades transmitidas por vectores de hábitat acuático (filariosis, malaria, ceguera del río, fiebre amarilla, dengue).

Las enfermedades más comunes de contagio son, por lo general, trastornos gastrointestinales y/o salpullidos o infecciones en la piel. Las infecciones respiratorias son poco comunes, ya que los microorganismos fecales casi nunca se transmiten por aire en ambiente húmedos, y estos virus y bacterias suelen desaparecer una vez secados el área de afectación. Si tiene algún síntoma gastrointestinal (nauseas, vómitos, diarrea) después de la exposición de las aguas residuales, vaya al centro de salud más cercano. A continuación se presenta los posibles efectos por la presencia de aguas residuales en el sector la Milina:

Tabla N° 10. Enfermedades por la presencia de aguas residuales en el sector la Milina

Enfermedad	Causa
Enfermedades gastrointestinales	Ingestión accidental a través de las manos o superficies contaminadas por aguas residuales.
Salpullidos e infecciones en la piel	Manipulación de materiales contaminados

Fuente: Rosa Orrala Soriano

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Estas enfermedades ocasionadas producto de las aguas servidas afectan gran parte al sistema respiratorio de las personas, ocasionando molestias en las fosas nasales, irritación de la nariz por la intensidad de olor que se percibe en el ambiente, también ocasiona malestares estomacales y hasta dolor de cabeza, fiebre u estrés, por la exposición de ese olor a demasiado tiempo. Dado que por el tiempo de exposición de estos malos olores ocasiona molestias, en la ingesta de alimentos, ya que al comer las personas deben tener cuidado que las ventanas, puertas y rejillas estén cerradas para evitar el ingreso de estos olores putrefactos.

Contaminantes

La exposición a las aguas residuales representa una amenaza para la salud. Las personas que entran en contacto con las aguas negras necesitan vacunarse contra el tétano, por lo general una vez cada 10 años. Ciertos gusanos parásitos frecuentemente presentes en las aguas residuales causan leptospirosis, que se transmite principalmente por las ratas. La hepatitis A se produce por la ingesta de agua o alimentos preparados con agua contaminada con desechos residuales sin tratar. Dado que la mayoría de la carga contaminante de las aguas residuales domésticas es principalmente las heces fecales generadas por los pobladores del sector, estos residuos afectan a gran parte de la población, por el simple hecho de estar en el medio ambiente en la zona de afectación, donde se genere gran cantidad de moscas, malos olores, insectos de todo tipo, como conclusión los residuos líquidos deberán descargarse en otra zona o necesariamente se debe aplicar un método de tratamiento no invasivo porque el lugar donde se encuentra la problemática está cerca de viviendas.

Imagen N° 6. Cubierta en mal estado



Fuente: Rosa Orrala Soriano
Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Imagen N° 7. Patios de infestados de maleza



Fuente: Rosa Orrala Soriano

Tanto en las imágenes 6 y 7, se pueden observar respectivamente factores de contaminación, por ejemplo en la fotografía 6 se puede notar que la tapa de uno de los pozos de descarga está destruido, es de madera y tiene aberturas por lo que llegamos a la conclusión que es una fuente de contaminación de insectos, ratones y del mal olor que puede generar. En la Imagen 7 se puede observar que el patio de lado de los pozos de descarga encontramos un patio vacío pero con la novedad

que esta infestado de maleza a raíz de los reboses continuos de las aguas residuales, dado que el suelo de este patio pasa la mayor parte húmedo, de esta manera se reproducen tanto estas clases de plantas y también se forma los mosquitos en las época de invierno, y esto ocasiona enfermedades estacionales.

2.7.3 Contaminación¹ Ambiental

La contaminación ambiental se ha originado a partir del impacto ambiental negativo a causa de los pozos de descarga de aguas residuales, este problema no se ha controlado con las medidas emergentes, como la succión de los efluentes, se ha añadido cal en líquido y en polvo, pero lamentablemente esta solución son de momento, esto no corrobora que en un futuro vaya seguir este problema, pero en cambio se ha expandido y ha generado focos de contaminación que afecta a las personas.

Una información más completa sobre los derrames de aguas negras y las enfermedades transmitidas por el agua puede ayudar a detener o controlar los brotes de enfermedades. En la Provincia de Santa Elena se necesita mejorar inmensamente a la integridad y capacidad de sus sistemas de drenaje, y el gobierno debe establecer un sistema de tratamiento de aguas residuales para cada cantón, muy similar a los que ya existen para carreteras y aeropuertos.

Influencias con el medio receptor

1. Vertido de sustancias orgánicas degradables: Producen una disminución del oxígeno disuelto, ya que los microorganismos que degradan la materia orgánica consumen oxígeno para su oxidación. Si la demanda de oxígeno es superior a la aireación por disolución de oxígeno atmosférico, se puede llegar a un ciclo anaerobio: Se consume oxígeno combinado en lugar de

¹ Se entiende por contaminación, a los efectos de la Ley de Aguas, la acción y el efecto de introducir materias o formas de energía, o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica.

molecular, creándose un ambiente reductor, con la aparición de amoníaco, nitrógeno y ácido sulfhídrico, y la reducción de sulfatos a sulfuros; el agua se torna oscura, de olor desagradable y con gérmenes patógenos.

2. Incorporación de compuestos tóxicos, tanto orgánicos como inorgánicos. Eliminan los organismos depuradores, o bien inhiben su desarrollo impidiendo reacciones enzimáticas. Intoxican también a varios niveles de la cadena trófica, desde microorganismos hasta animales superiores.
3. Incorporación de materia en suspensión, que reduce la entrada de luz y atasca los órganos respiratorios y filtros de muchos animales.
4. Alteración del equilibrio salino (balance en sodio, calcio, otros.) y del pH.

Uno de los principales factores de contaminación es la inexistencia de un sistema de alcantarillado de aguas residuales domésticas y pluvial, así como también la falta de mantenimiento del sistema de captación de aguas servidas (en la época actual cuenta con la utilización de pozos de almacenamiento para el depósito de efluentes), estos pozos llegan a colapsarse los fines de semana y temporada alta esto hace que el pozo se llene por completo su capacidad de almacenaje y por lo tanto se rebose gran cantidad sobrante de aguas servidas fuera del mismo, hasta ha llegado a instancias que ha recorrido domicilios cercanos a la zona de afectación.

Ésta situación ocasiona un terrible daño ambiental al provocar que aguas residuales, tanto servidas y de alcantarillado; queden expuestas al ambiente convirtiéndose en foco de malos olores y enfermedades, hasta que no atienda la situación una brigada del municipio que debe acudir a bombear los líquidos del pozo mediante tanqueros y equipos de bombeo que generan altos costos ya que la maquinaria es propiedad de la empresa Aguapen.

De acuerdo a la problemática nos damos cuenta de su alto porcentaje de contaminación en ambas temporadas alta e invernal, por el crecimiento de las

aguas residuales domésticas y alcantarillados está por encima de lo normal, mientras que el 70% muestra un decrecimiento de las aguas en temporada baja, ya que por sí ya es un porcentaje preocupante debido a los altos riesgos de contaminación ambiental al que está expuesta la población y sus alrededores, debido al deficiente sistema de captación o recolección de aguas servidas con la que se cuenta actualmente, no obstante también suele llegar a su límite de capacidad en época invernal con las aguas lluvias se torna mucho más contaminante y llegando hasta ocasionar problemas de salud de las personas de la zona de la Milina.

En temporada alta es cuando más problemas de colapso tenemos debido a que la cantidad de habitantes crece y existe mayor flujo de aguas que obviamente hacen que el sistema actual sea más ineficaz e ineficiente.

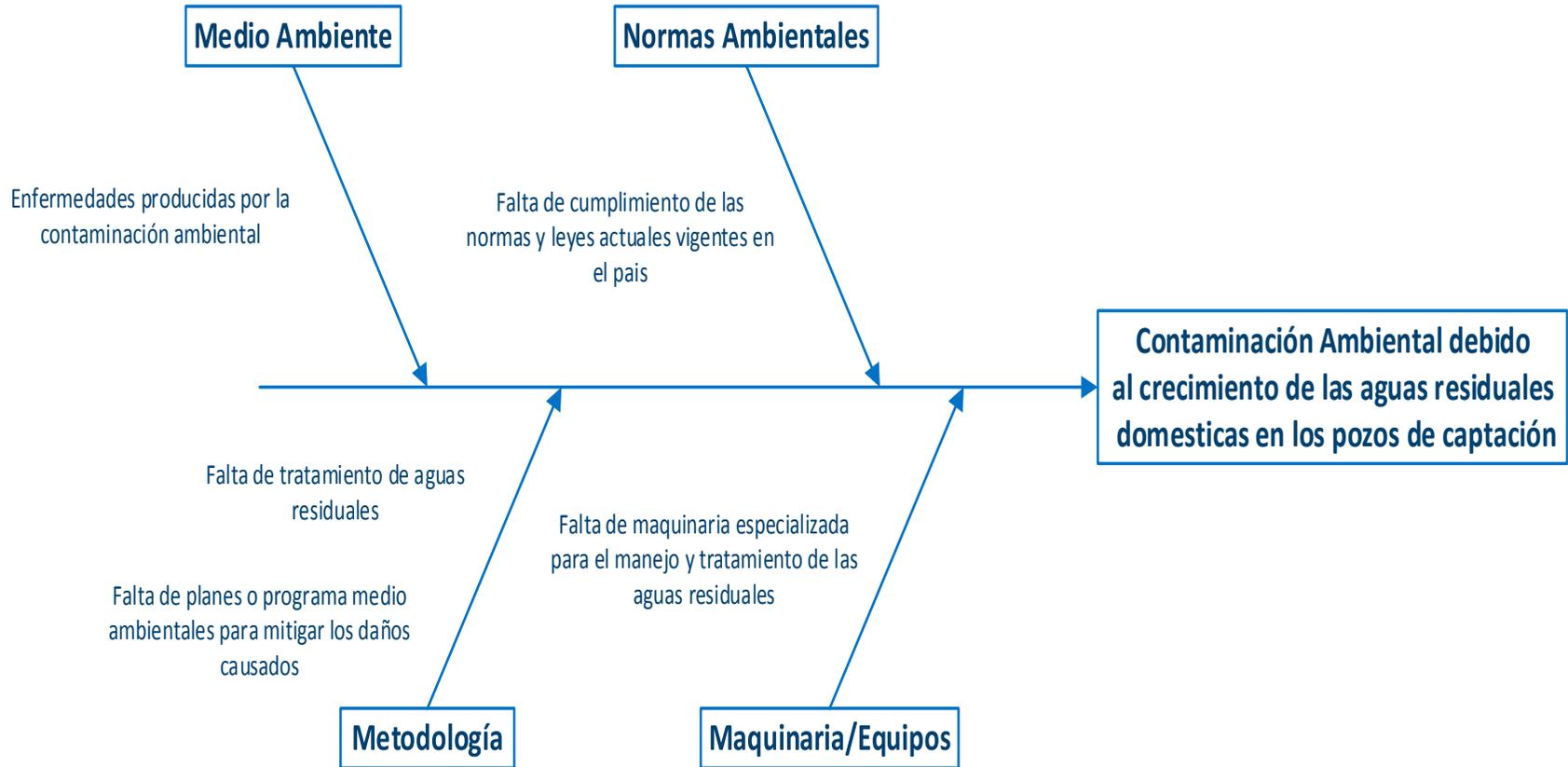
También es necesario conocer cuáles son los meses del año donde las aguas residuales bajan en la cantidad de captación de estos pozos y cuando estos pozos llegan a colapsar; para eso se realizó el siguiente cuadro donde mostramos las fechas y su incidencia en el crecimiento de las aguas residuales en los pozos:

El Barrio La Milina pertenece a la Parroquia Urbana Santa Rosa del Cantón Salinas, un barrio con muchas residencias las cuales pocas se encuentran habitadas y casi la totalidad solo en épocas de feriados y temporada vacacional de la Costa, meses de diciembre a Abril, es un barrio que no tiene el servicio básico de Alcantarillado sanitario y todos los residentes se manejan con un sistema de saneamiento independiente, los cuales a la presente fecha ya se encuentran en el término de su vida útil.

Además no cuenta actualmente con la infraestructura vial, alcantarillado pluvial, alcantarillado sanitario y el sistema de colector de aguas lluvias, todo esto forma parte de la problemática, de la negligencia de las autoridades encargadas del Cantón

Salinas.

Gráfico N° 1. DIAGRAMA CAUSA – EFECTO (DIAGRAMA ISHIKAWA)



Fuente: Rosa Orrala Soriano
Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

CAPÍTULO III

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

3.1 Metodología aplicada para la identificación y evaluación de impactos ambientales.

Los impactos ambientales deben ser analizados y examinados adecuadamente en base a los métodos, procedimientos y los lineamientos que exigen la investigación sobre la temática de la contaminación ambiental generada por las aguas residuales domésticas en la zona afectada.

La metodología aplicada en la propuesta, será de acuerdo a los efectos que se han generado actualmente en la zona de afectación cercana a los pozos de descarga de efluentes, de acuerdo con esto se ha tomado algunos métodos y herramientas para que nuestra investigación relacionada sobre impactos ambientales sea satisfactoria, por lo tanto se aplicará uno de estos aspectos que se detallan a continuación:

- a. ***Recopilación de Información.*** *Se revisó información como documentos esenciales en áreas como de ambiente, administrativo y operación de la planta.*
- b. ***Inspecciones técnicas en el campo de aplicación.*** *La finalidad es recabar información detallada del área seleccionada sobre las características del sitio así como el área de influencia con los alrededores.*
- c. ***Entrevistas con el personal técnico, administrativo y operativo de la planta.*** *De acuerdo con la información disponible que obtuvo, se realizó entrevistas con el Gerente General, Director de Ambiente, el Jefe de Producción, Asistente de Calidad, los operarios de la planta entre otros, tuvo la finalidad para obtener información importante de cada individuo que servirá para el diseño de la tesis.*

d. Identificación y Evaluación de potenciales impactos ambientales. Para la identificación de los posibles impactos ambientales se realizó una lista con las actividades previstas en el proyecto y se relacionó con cada uno de los respectivos potenciales impactos ambientales. Por último se elaboraron matrices que permiten realizar su valoración cualitativa y cuantitativamente y por lo tanto estimar su importancia.

La información que se ha recopilado, se ha utilizado entrevistas informales para escudriñar y obtener más detalles sobre la temática, y este resumen se denota cada una de las características más esenciales para que la identificación y evaluación sea la más objetiva, con el fin de profundizar en el tema y obteniendo un análisis sobre las posibles mejoras preventivas.

La metodología de identificación es de carácter cualitativo donde se presentará una lista de características ambientales, de acuerdo al entorno de la zona de afectación donde está situada actualmente, en este caso se examinará de manera minuciosa cada aspecto generado por la causa de las aguas residuales domésticas en las pozas de la ciudadela la Milina.

Para la metodología de evaluación de los impactos ambientales se aplica de acuerdo a las condiciones de afectación de la problemática de contaminación ambiental provocada por las aguas residuales domésticas, se considerará los efectos que podría perjudicar al sistema o entorno ambiental, de este modo se calificará para cuantificarlos en un valor, en base a una tabla de valoración, ya con esto se realizaría los análisis respectivos de cada impacto ambiental y conocer el grado de afectación.

3.2 Identificación de impactos ambientales

Para la identificación de los impactos ambientales se aplicó el Método de Leopold que se basa en una lista de efectos o interacciones en los subsistemas que

componen el sistema ambiental del sitio de afectación. Mediante la aplicación de Leopold examinaremos cada impacto ambiental que se presenta en el entorno de las pozas en mención, con el fin de conseguir la cantidad de impactos ambientales sean estos negativos para su posterior valoración o evaluación.

3.2.1 Inventario ambiental en base a la problemática

El inventario ambiental en base a la problemática consiste en la descripción de los problemas que se han encontrado mediante las visitas de campo que se ha hecho en el sitio de afectación, con esto podremos conocer los factores que aquejan a las personas y al medio ambiente por la problemática de las aguas residuales.

Tabla N° 11. Inventario ambiental en torno al problema

Factor	Hallazgo	Área Afectada (m²)
Suelo	Humedad de calles anexas, solares vacíos u terreno cercanos a las pozas.	6.361,1725
	Rebosamiento de las pozas de descargas de aguas residuales domésticas.	78,5379
Flora	Arboles dentro de zona afectada	10 árboles – dentro de un diámetro de 200 m
	Arbustos y matorrales generados por la humedad de la zona	60 metros cuadrados
Fauna	Proliferación de insectos principalmente moscas, cucarachas y grillos.	El área de afectación se extiende a varias cuadras de la zona de afectación

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Análisis

Como resumen tenemos algunos hallazgos que genere la problemática de las aguas residuales domésticas, la más importante es la proliferación de insectos en todo el sector la Milina cercana a las pozas de descarga, ya que este inconveniente viene desde hace 10 años, es decir empezó del 2006 prácticamente pero la

cantidad de agua descargada en los pozos no era la actual, ha tenido un incremento por las personas que han construido nuevas viviendas por el sector, entonces como hay más población viviendo en la Milina, las molestias son mayores.

Dentro de la identificación de los impactos ambientales es necesario conocer también los aspectos ambientales que originarios de los factores y sus consecuencias que han provocado, de esta manera se podrá conocer que impacto ambiental está presente en la zona de la problemática.

Tabla N° 12. Identificación de impactos ambientales

Aspecto Ambiental	Impactos Ambientales
Aspecto Suelo	Contaminación del Suelo debido a las descarga de aguas residuales domésticas en las 10 pozas que actualmente se están utilizando para este fin.
	Acumulación y rebosamiento de aguas residuales domésticas.
Aspecto Aire	Generación de malos olores provocados por la oxidación de las aguas negras o servidas.
Aspecto Fauna	Generación de moscas y toda clase de insectos en los alrededores de la poza.
Aspecto socioeconómico	Generación y afectación de enfermedades para todas las personas que conviven dentro de la zona afectación.

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

3.2.2 Inventario ambiental en torno a la propuesta

Ya con la identificación se podrá realizar la evaluación de estos impactos ambientales que están afectando al sector de la Milina en un área de 6361 metros cuadrados, con esto se podrá utilizar la matriz de identificación de forma cualitativa.

Además es necesario identificar los posibles impactos ambientales potenciales que se desarrollará, cuando se implemente la propuesta, se trata de las actividades que comprende desde el inicio hasta el fin de dicha implantación.

Tabla N° 13. Identificación de impactos ambientales en la etapa de preparación del sitio

No.	Principales Actividades	Impactos Ambientales
1	Desmonte de vegetación	Generación de desechos sólidos
		Generación de material particulado (polvo)
2	Excavación y remoción de tierras.	Generación de Ruido por la utilización de maquinarias.
		Generación de desechos sólidos o escombros
		Generación de material particulado (polvo)
3	Transporte de escombros	Generación de material particulado
		Generación de ruido
		Derrame de tierras por el transporte de los restos de suelo removido del sitio de implantación
		Contaminación del aire debido a los gases de combustión de los vehículos

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Tabla N° 14. Identificación de impactos ambientales en la etapa de construcción

No.	Principales Actividades	Impactos Ambientales
1	Obras de Construcción civil	Generación de material particulado (polvo).
		Generación de desechos sólidos que contaminan el suelo del sitio del proyecto.
2	Montaje de tableros de control	Generación de Material particulado (polvo).
3	Montaje de equipos	Alteraciones en la presión sonora y vibraciones en las instalaciones.
		Generación de material particulado (polvo).
		Generación de desechos sólidos.
4	Cableado y tendido eléctrico.	Alteraciones en el suelo
		Generación de desechos sólidos.
5	Conexión de Equipos	Generación de desechos sólidos
6	Simulación de equipos	Generación de ruido.

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Tabla N° 15. Identificación de impactos ambientales en la etapa de operación

No.	Principales Actividades	Impactos Ambientales
1	Recepción de Aguas Residuales	Desfogue de las cantidades de aguas residuales sobrantes dentro de los tanques de procesamiento o las piscinas de remoción
2	Sedimentación	Generación de lodos (residuos de materia orgánica)
3	Limpieza de Equipos	Generación de desechos líquidos
		Generación de desechos sólidos (pequeñas cantidades)

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Análisis: Con toda la lista de impactos ambientales potenciales en el desarrollo para la implementación de la propuesta, con las actividades descritas podemos evaluar si al caso podrían perjudicar aún más en el área cerca al sector de la Milina. Con esta descripción realizaremos la valoración de estos nuevos impactos ambientales y veremos la incidencia que provoca en el sitio del proyecto del sector la Milina.

3.2.3 Componentes físicos

Los componentes físicos nos referimos a cada uno de los recursos que tomaremos en cuenta en base a la ubicación del problema y del proyecto, por ejemplo: Suelo, recurso agua, calidad del aire y ruido.

Suelo

Dado las características del suelo, con referencia a la ubicación del problema las áreas que están estas pozas de descarga de aguas residuales, está compuesto por varios niveles de suelo, hay desniveles en el terreno de la propuesta, para ello es necesario realizar una adecuación de la planicie del sitio. Se debe efectuar remociones de tierras para adecuarla a las condiciones de la propuesta,

cumpliendo las normas geológicas y de construcción, ya que también es necesario una medición de tipo topográficas sobre el lineamiento del suelo, para ver los puntos altos y bajos del terreno.

Además de la humedad que se genera por la cantidad de agua que se rebosa de las pozas de aguas residuales, se crea otros puntos de infección a parte de los pozos, se extiende estas aguas a calles anexas al problema, así como también se forma lodo en las vías, por la sencilla razón que estas vías solamente son lastradas, no tienen veredas, ni las cunetas respectivas y mucho menos los colectores de aguas de agua alcantarillado, por eso el suelo es el más afectado por causa de las aguas servidas.

Imagen N° 8. Suelo afectado por los efluentes



Fuente: Rosa Orrala Soriano

Recurso agua

Hablaremos netamente de las aguas residuales domésticas producidas en el sector de la Milina, del Cantón Salinas, la propuesta puede servir para la comunidad de otros puntos del cantón, dado esto se analizará estrictamente los efluentes desde antes del proceso de tratamiento propuesto y posterior a ello, con esto se busca la eficiencia y garantía del proyecto. Fundamentalmente el agua procesada que obtengamos después del tratamiento que se descargará al mar, pero con la condición de que el afluente final cumple con las normativas de la norma INEN 1108, dado esto los parámetros se podrían medir cada período de tiempo, con el

fin de hacer muestreos si la calidad incide en algún daño a las costas o al mar que está cerca del sector de la Milina.

Algunos de los parámetros que serán analizados para conocer si cumple con las normativas ambientales vigentes, hecho esto se tomarán algunas muestras cuando son temporadas altas y bajas, para examinar la incidencia y la carga contaminante en esos períodos de tiempo en la localidad. Unos de estos parámetros a excepción de la temperatura, serán analizados previamente como son:

- Demanda química de oxígeno
- Demanda bioquímica de oxígeno
- Ph
- Aceites y grasas

Calidad del Aire

En la zona de la problemática la calidad del aire se respira tanto la brisa cercana de las playas de Salinas de igual manera los malos olores generados por la acumulación y oxidación de las aguas residuales domésticas de las pozas de descarga, la emisión de estos gases en época de sol o en este caso invierno la intensidad es aun cada vez peor, se vuelve que el sector de la Milina sea un lugar con una pestilencia insoportable. Ya que con esta situación la calidad del aire está afectada por la ubicación de las pozas de descarga de efluentes, cerca de la zona, con la propuesta se mejorará el ambiente con referencia al aire del sector en mención.

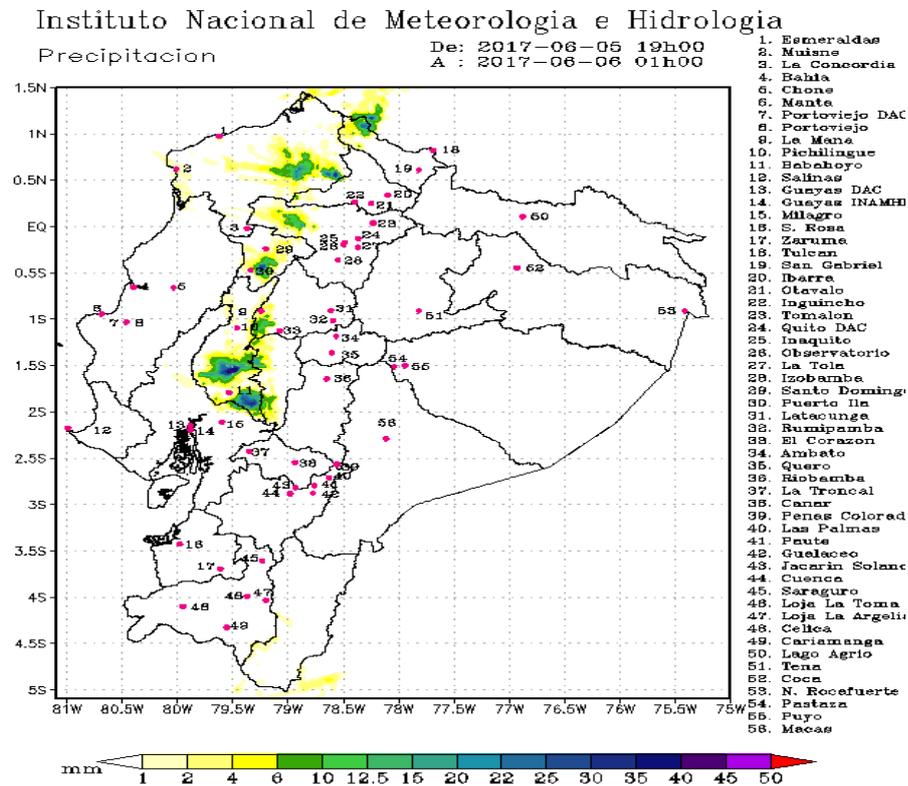
En este aspecto de los malos olores se pudo comprobar, cuando se ha realizado las visitas al sector de la Milina, se percibe este a varias cuadras del punto de origen donde se ubican las pozas, dado esto la manera que a veces recurren las personas del sector para bajar los niveles de olores se coloca cal en casi la mayoría de estos cuerpos receptores de aguas servidas, para que no produzca demasiado malestar o

hasta ha llegado producir enfermedades, mareos, dolores de cabeza y estrés por la insalubridad que causa la descargas de estas aguas.

Otro punto importante es la remoción de las aguas residuales, el hecho de que el personal realiza la colocación de la manguera con las bombas de succión ejerce una mezcla de las aguas residuales domésticas, como resultado de esta solución se genera el olor a materia fecal es mucho más intensa de lo normal, el personal por cuestiones de sanidad no pueden desarrollar bien el trabajo por esta molestia, es necesario comentar que el personal hace esto para que el rebosamiento o el crecimiento del nivel de las pozas se disminuya completamente, para que de ahí se coloque algún químico que elimina las impurezas en el interior de esta poza, esto es una medida de control emergente que se hace en estos casos, por parte de la empresa Aguapen EP.

La intensidad de viento que circula en el sector La Milina fue tomado por los registros originales (anuarios meteorológicos) del INAHMI y de la DGAC con un promedio anual de 18-22 km/h, con direcciones de viento al OESTE, esto influye que los malos olores se expanda a otros lugares cercano a la Milina.

Imagen N° 9. Intensidad del viento en Salinas



Fuente: INAMHI

Ruido

El ruido es un componente que también incidirá especialmente en la propuesta, por la sencilla razón que en el terreno que se vaya a ubicar el tratamiento en base a bioreactores se realizará las actividades de depuración de las aguas residuales, de este modo funcionará todo lo relacionado con las maquinarias y equipos que funcionaran desde el inicio, durante y el fin de la construcción de la propuesta; así de igual manera cuando ya opere normalmente el sistema de tratamiento de aguas residuales se generará una cantidad de ruido provocada por el procesamiento de los efluentes. Para ello se tomará medidas preventivas para que la cantidad de ruido sea la mínima cuando se opere normalmente con el procesamiento de efluentes, ya que esta no perjudique a todas las personas del sector de la Milina, y también a los turistas en temporadas altas. Los límites permisibles de acuerdo a la

normativa ambiental según el establecimiento y la finalidad de la propuesta, los parámetros serán desde 6 am a 8 pm son de 75 dB, de 8 pm a 6 am son de 65 dB.

Imagen N° 10. Ruido



Fuente: <http://www.europeanacustica.com/el-ruido>

3.2.4 Componente biótico

Los componentes bióticos nos referimos a las especies de toda clase tanto animales como las plantas, este aspecto no influirá en la construcción de la propuesta, sino que incide actualmente con la contaminación que se ha creado en las pozas de descargas de aguas residuales y áreas cercanas al problema.

Flora

Actualmente, la flora que se ha generado es debido al crecimiento y rebosamiento de los pozos de descarga de efluentes, ya que con la cantidad de agua que se ha extendido en terrenos baldíos, ha tenido un aumento considerable de la cantidad de matorrales (vulgarmente conocidos como montes) en la zona, ya que esta vegetación no contribuye en algún beneficio para las personas, sino causa la proliferación de otros insectos alrededor de este entorno.

Fauna

La fauna cercana al sector nos referimos a los peces que están en el mar de las costas del Cantón Salinas, por la proximidad del sector la Milina a la playa, mediante la propuesta no se perjudicará el lecho marino por la vertida de las aguas residuales tratadas, ya que estas no contendrá ninguna carga contaminante que dañe a las especies marinas, se busca con el procesamiento de las aguas que la contaminación ambiental se elimine tanto dentro del sector Milina y fuera de la misma.

Componente socioeconómico

El sector la Milina es una porción de la extensión geográfica del Cantón Salinas, pero como otros sectores también tiene problemas acerca de la problemática de las aguas residuales, pero en este caso tiene dentro de su sector pozos de descarga de efluentes, es el hecho de que estos hoyos sean removidos por completo o que se de tratamiento respectivo a la cantidad de las aguas residuales que se genere a diario en la Milina.

Un punto muy importante, es la creación de nuevos empleos espontáneos o estacionales con la implementación de la propuesta se podrá contratar personal para la construcción y posterior para la operación de la misma, con esto se busca darles una oportunidad a las personas que viven dentro de la población de Salinas, esto será un beneficio indirecto.

Servicios básicos

- **Agua potable.** El Cantón Salinas, con todas las parroquias, barrios y ciudadelas que la componen cuentan con el servicio de agua potable procedente de la empresa Aguapen EP, abastece a casi la totalidad del cantón.

- **Alcantarillado sanitario y pluvial.** No cuenta en el sector de la Milina con el servicio de alcantarillado, aun se utilizan pozos sépticos en algunos casos, pero en la mayoría han optado en método de descarga la utilización de estas pozas de aguas servidas. No se realizó otro desfogue a otro lugar como el mar, por el costo de construir un sistema de tuberías que dirija todos los desechos líquidos a la playa del sector.
- **Energía eléctrica.** Toda la comunidad del Cantón Salinas, de igual manera de la ciudadela de la Milina, cuenta con el servicio de electricidad de CNEL EP. La red eléctrica es suministrada por el sistema de subestaciones de la que se localizan en toda la provincia, dado esto se podría decir que con la implementación de la propuesta se necesitará electricidad para el tratamiento de aguas residuales domésticas en base a bioreactores.
- **Telefonía.** Dispone del servicio de telefonía convencional dado por la empresa CNT EP, igualmente cuenta con las operadoras móviles como Claro, Movistar y Tuenti. Todo esto es necesario para poderse comunicar con las autoridades encargadas para la remoción de las aguas servidas de los tanques de descarga.

Salud

Es un punto muy importante sobre el bienestar de las personas que viven en el sector de la Milina y conviven con la problemática ambiental sobre la acumulación de aguas servidas, acarreando problemas en las fosas nasales por los malos olores y los gases de acidez provocado por los efluentes, ya que esto se viene desde 5 años antes pero solo se realiza medidas temporales que arregla en cierta parte la situación. Si en caso no se hiciera absolutamente nada sobre la contaminación ambiental de los pozos de descargas de aguas servidas podría provocar grandes problemas en la salud de las personas, ocasionando intoxicación, malaria, estrés, dengue, hepatitis.

Vías públicas

Las vías públicas son esenciales para la movilización de las personas y de sus vehículos, dado que en la zona se presenta problemas en sus calles, es la ausencia de obras públicas en el sector de la Milina, por ejemplo vías asfaltadas, cunetas, bordillos, falta colectores de aguas lluvias, todo esto perjudica el bienestar de las personas, dado que la ley del Régimen del Buen Vivir promulga un ambiente sano, con las condiciones necesarias y prestando todos los servicios que la constitución establece, pero en este punto no se cumple a la totalidad, ya que las autoridades encargadas han hecho caso omiso ante la actual situación.

3.3 Evaluación de impactos ambientales

En la evaluación de los impactos ambientales se utilizará el método de Batelle de Columbus para valorizar cada impacto ambiental que encontremos, en el proceso de identificación, de acuerdo a este método se procederá a utilizar las matrices de identificación y evaluación acorde a los procedimientos mencionados para indicar el nivel de afectación de los impactos, y así se podrá identificar las condiciones del sistema ambiental que presenta el sector la Milina, y tomar las medidas necesarias acerca de la temática.

La evaluación de impactos ambientales se realizará tanto para los impactos que estén perjudicando actualmente en el sector, también se valorará el daño de los impactos que encontramos con la elaboración de nuestra propuesta, todo esto es necesario para conocer el nivel de daño que puede repercutir en el área afectada.

3.4 Matriz de Identificación y evaluación

Las matrices de identificación y evaluación ayudará básicamente a reconocer los impactos ambientales negativos, conociendo el nivel de daño, con el fin de

desarrollar una propuesta que tenga un alcance hasta ese punto de afectación y describir algunas medidas preventivas necesarias para que la generación de posibles impactos se mantenga o se elimine por completo en el sector de la Milina.

La matriz de Leopold se utilizó con el fin de diferenciar que tipo de impacto ambiental sucede en el entorno de la problemática, los tipos de impactos pueden ser tanto negativos y positivos. Los impactos ambientales positivos son considerados aquellas acciones que benefician tanto al medio ambiente o al factor antropogénico por la intervención de dicha acción. Los impactos ambientales negativos son todas las acciones humanas que dan origen a efectos medioambientales negativos, perjudicando la naturaleza ya sea el tipo de daño, extensión, la dimensión de los afectados entre puntos que se considera para su pronta solución. A continuación describimos que colores se diferencia entre el impacto ambiental positivo y el negativo:

Tabla N° 16. Colores utilizados para el tipo de impacto

Impacto Positivo	
Impacto Negativo	

Fuente: Metodología de Leopold

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

La matriz de identificación y valoración se realizará de acuerdo a las condiciones del proyecto de implementación, por lo que nuestra propuesta se realizó cada una de las matrices en base a todas las situaciones que se muestran en la planta así como el entorno que se desempeñará el proyecto propuesto.

Tomamos la siguiente fórmula de referencia para cuantificar el efecto que producirá los aspectos como sus impactos ambientales en cada una de las fases del proyecto, por lo tanto la ecuación queda definida de la siguiente manera:

$$IT = I + E + M + P + R$$

I es la intensidad o grado de afectación

1. Baja
2. Media
3. Alta

E es la extensión con relación al sitio del proyecto

1. Localizada
2. Situación intermedia
3. Generalizada

M es el momento o tiempo que ocurre en el sitio del proyecto

1. Corto plazo
2. Medio Plazo
3. A largo plazo

P es la persistencia del efecto desde el inicio de la acción

1. Temporal
2. Frecuente
3. Permanente

R es la reversibilidad o la facilidad para el restablecimiento de las condiciones iniciales del sitio del proyecto

1. Reversible pero sin medidas necesarias
2. Medianamente reversible pero necesita medidas correctivas
3. Irreversible

Escala de valoración

Con la escala de valoración se podrá evaluar cada uno de los impactos ambientales y saber el nivel de daño que está presentando en la zona afectada por las aguas residuales domésticas del sector en mención. La valoración de los

impactos ambientales debemos tomar de base la siguiente tabla para conocer el daño que se genera en el sitio de implantación.

Tabla N° 17. Escala de valoración

Crítico, cuando el valor de la importancia sea entre >12 y 15
Severo, cuando el valor de la importancia sea entre >9 y 12
Moderado, cuando el valor de la importancia sea entre >7 y 9
Compatible, cuando el valor de la importancia sea entre 5 y 7

Fuente: Metodología de Batelle Columbus

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Tabla N° 18. Matriz de Identificación de Impactos Ambientales Presentes en la Actualidad

Actividad	Clima		Atmósfera		Hidrología			Suelo		Flora	Fauna	Paisaje	Economía y empleo		
	Temperatura y humedad	Material Particulado (polvos)	Emisión de malos olores	Generación de ruido	Calidad del agua superficial	Patrón de flujos superficiales	Hidrología Subterránea	Compactación y erosión del suelo	Contaminación del suelo	Cobertura vegetal	Generación de Insectos y parásitos	Calidad paisajística	Empleo	Infraestructura y servicios	Economía Local
Acumulación de aguas residuales domésticas en las pozas de descarga del sector la Milina.															

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Tabla N° 19. Matriz de Identificación de Impactos Ambientales – Fase de Preparación del Sitio

Actividad / Factor Ambiental	Clima	Atmósfera			Hidrología			Suelo		Flora	Fauna	Paisaje	Economía y empleo		
	Temperatura y humedad	Material Particulado (polvos)	Emisión de gases de combustión	Generación de ruido	Calidad del agua superficial	Patrón de flujos superficiales	Hidrología Subterránea	Compactación y erosión del suelo	Contaminación del suelo	Cobertura vegetal	Uso de hábitat y desplazamiento de especies	Calidad paisajística	Empleo	Infraestructura y servicios	Economía Local
Desmante de la Vegetación															
Excavación y Remoción de tierras															
Transporte de Escombros															
Contratación del personal															

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Tabla N° 20. Matriz de Identificación de Impactos Ambientales - Fase de Construcción

Actividad / Factor Ambiental	Clima	Atmósfera			Hidrología			Suelo		Flora	Fauna	Paisaje	Economía y empleo		
	Temperatura y humedad	Material Particulado (polvo)	Emisión de gases de combustión	Generación de ruido	Calidad del agua superficial	Patrón de flujos superficiales	Hidrología Subterránea	Compactación y erosión del suelo	Contaminación del suelo	Cobertura vegetal	Uso de hábitat y desplazamiento de especies	Calidad paisajística	Empleo	Infraestructura y servicios	Economía Local
Obras de Construcción Civil															
Ingreso de Materiales de construcción, eléctricos, herramientas entre otros															
Montaje de Tableros de Control															
Montaje de Equipos															
Cableado y tendido eléctrico															
Conexionado de Equipos															
Simulación de Equipos															
Contratación de Personal															

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Tabla N° 21. Matriz de Identificación de Impactos Ambientales – Fase de Operación y Mantenimiento

Actividad	Clima	Atmósfera			Hidrología			Suelo	Flora	Fauna	Paisaje	Economía y empleo		Desechos Orgánicos e Inorgánicos			
	Temperatura y humedad	Material Particulado (polvos)	Emisión de gases de combustión	Generación de ruido	Calidad del agua superficial	Patrón de flujos existentes	Hidrología Subterránea	Compactación y erosión del suelo	Contaminación del suelo	Cobertura vegetal	Uso de hábitat y desplazamiento de especies	Calidad paisajística	Empleo	Infraestructura y servicios	Economía Local	Desechos sólidos suspendidos	Desechos líquidos
Recepción de Aguas Residuales																	
Sedimentación																	
Limpieza de Equipos																	

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Tabla N° 22. Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales Presentes en la Actualidad

Fase	Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Índice Total del Impacto					Criterio	
				Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Valor	Efecto
Actualidad	Descarga de aguas residuales domésticas en las pozas comunes del sector de la Milina.	Contaminación del suelo por la descarga de efluentes.	Alteración de la calidad del suelo	3	3	3	3	2	14	Crítico
		Generación de Malos olores producidos por la descarga de efluentes.	Alteración de la calidad del aire	3	3	3	3	2	14	Crítico
		Generación de moscas, parásitos y otras clases de insectos	Alteración de calidad del suelo y aire	2	2	3	2	1	10	Severo

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Tabla N° 23. Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales – Etapa de Preparación del Sitio de Implementación

Fase	Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Índice Total del Impacto					Criterio	
				Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Valor	Efecto
Preparación del Sitio de Implementación	Desmonte de Vegetación	Generación de desechos sólidos	Alteración de la calidad del suelo	3	1	1	1	3	7	Moderado
		Generación del material particulado	Alteración de la calidad del aire	2	2	1	1	2	8	Moderado
	Excavación y remoción de tierras	Generación de ruido por la utilización de maquinarias	Alteración de la calidad del aire	2	1	1	1	1	6	Compatible
		Generación de desechos sólidos o escombros	Alteración de la calidad del suelo	2	3	2	1	1	9	Moderado
		Generación de material particulado (polvo)	Alteración de la calidad del aire	2	2	2	1	3	10	Severo
	Transporte de escombros	Generación de material particulado (polvo)	Alteración de la calidad del aire	3	2	2	1	2	10	Severo
		Generación de ruido	Alteración de la calidad del aire	2	2	1	1	2	8	Moderado
		Derrame de tierras por el transporte de los restos de suelos	Alteración de la calidad del suelo.	2	2	2	1	1	8	Moderado
		Contaminación del aire debido por gases de combustión	Alteración de la calidad del aire	1	1	2	1	1	6	Compatible

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Tabla N° 24. Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales – Etapa de Construcción

Fase	Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Índice Total del Impacto					Criterio	
				Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Valor	Efecto
Fase de Construcción	Obras de Construcción Civil	Generación de material particulado (polvo)	Alteración de la calidad del aire	2	2	1	2	1	8	Moderado
		Generación de desechos sólidos	Alteración de la calidad del suelo	3	1	1	2	2	9	Moderado
	Ingreso de materiales (construcción, eléctricos, equipos, entre otros materiales)	Generación de material particulado (polvo) debido al ingreso y salida de vehículos.	Alteración de la calidad del aire	2	2	2	1	1	8	Moderado
		Contaminación en el aire debido a los gases de combustión	Alteración de la calidad del aire	2	1	2	1	3	9	Moderado
		Generación de ruido debido por la circulación de vehículos	Alteración de la calidad del aire	1	1	2	1	2	7	Compatible
Fase de Construcción	Montaje de tableros de control	Generación de ruido	Alteración de la calidad del aire	1	1	1	1	3	7	Compatible
		Generación de material particulado (polvo)	Alteración de la calidad del aire	1	1	1	1	2	6	Compatible
	Montaje de equipos	Generación de ruido	Alteración de la calidad del aire	2	1	1	1	3	8	Moderado
		Generación de vibraciones en las instalaciones	Alteración de la calidad del suelo	2	1	1	2	3	9	Moderado
		Generación de material particulado (polvo)	Alteración de la calidad del suelo	2	2	1	1	3	9	Moderado
		Generación de desechos sólidos	Alteración de la calidad del suelo	2	1	1	1	2	7	Compatible
	Cableado y tendido eléctrico	Generación de desechos sólidos	Alteración de la calidad del suelo	3	2	1	1	2	9	Moderado
	Conexión de Equipos	Generación de desechos sólidos	Alteración de la Calidad del suelo	2	1	1	1	2	7	Compatible
	Simulación de Equipos	Generación de ruido	Alteración de la calidad del aire	3	3	1	1	1	9	Moderado

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Tabla N° 25. Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales – Etapa de Operación

Fase	Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Índice Total del Impacto					Criterio	
				Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Valor	Efecto
Fase de Operación	Recepción de Aguas Residuales	Generación de ruido debido a bombas de recepción	Alteración de la calidad del aire	1	1	3	2	2	9	Moderado
	Procesamiento de depuración de las aguas residuales	Generación de lodos (residuos de materia orgánica)	Alteración de la calidad del agua tratada	2	2	3	3	2	12	Severo
	Limpieza de Equipos	Generación de desechos líquidos	Alteración de la calidad del suelo de las instalaciones	1	3	1	2	1	8	Moderado
		Generación de desechos sólidos	Alteración de la calidad del suelo de las instalaciones.	1	3	2	2	1	9	Moderado

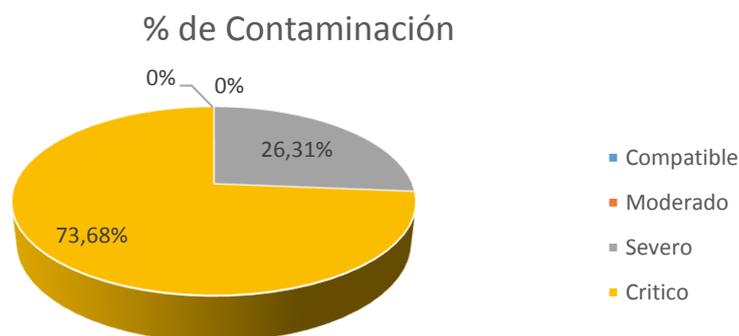
Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

3.5 Análisis de resultados

Los resultados estarán detallados de acuerdo a los inventarios que se han realizado para identificar cada impacto de acuerdo el tipo de resultado que produce en el sistema ambiental del sector de la Milina, de esta forma se valorará posteriormente y obtendremos un diagnóstico de la situación actual tanto para el problema actual como las etapas que compone la propuesta.

Análisis estadístico del nivel de contaminación ambiental de acuerdo a los impactos ambientales en la zona del problema. De acuerdo con la identificación y evaluación realizada se consiguió en el sector de la Milina hasta la actualidad, los resultados que lograremos serán prácticamente del muestreo de las matrices de evaluación (véase en la Tabla 18), obtuvimos que el 73,68% equivale como impacto negativo CRÍTICO por valore máximos en contaminación en el sector de la Milina, mientras 26,31% muestran daños SEVERO con los impactos ambientales negativos, dado que los niveles de contaminación ambiental en la zona del problema son peligrosos tanto para la población y para el entorno.

Gráfico N° 2. Porcentaje estadístico del grado de contaminación en la zona de problema

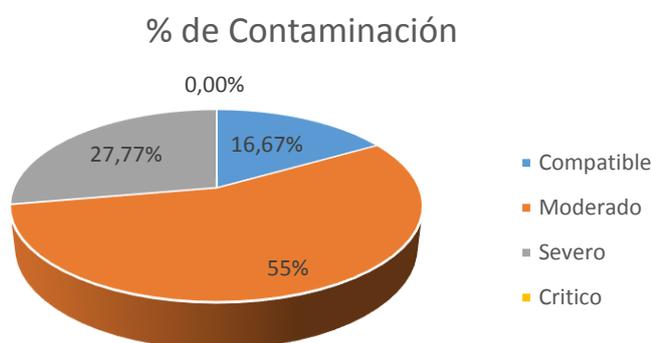


Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Análisis estadístico del nivel de contaminación ambiental de acuerdo a los impactos ambientales en la etapa de preparación del sitio de implementación.

Para el análisis se tomó de referencia la matriz de evaluación (véase en la tabla 19). En base a la propuesta se describió algunas de las actividades que se realizará para cuando sea implementada la propuesta, de acuerdo con la metodología de evaluación se obtuvo que podría generar un porcentaje de contaminación de 16,67% de daño COMPATIBLE en la zona de implementación, esto quiere decir que es mínimo que se genere efectos nocivos en el entorno, mientras que con el 55,55% de daño MODERADO y el 27,77% de índice de afectación SEVERO cuando se realice las actividades para la preparación del sitio de implementación del proyecto.

Gráfico N° 3. Porcentaje estadístico del grado de contaminación en la etapa de preparación del sitio de implementación de la propuesta



Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Fuente: GAD Municipal

Análisis estadístico del nivel de contaminación ambiental de acuerdo a los impactos ambientales en la etapa de construcción de la propuesta.

De acuerdo a la Tabla 20 de la matriz de evaluación se logró mediante los cálculos realizados obtener los valores de los niveles de contaminación en base a la etapa de construcción de la propuesta, se consiguió que el 30,35% estará en nivel de afectación de COMPATIBLE, mientras que el 69,64% se aproxima a un grado de daño al entorno ambiental como MODERADO, ya que en la etapa de

construcción como la adecuación del sitio de implementación se tomará todas las medidas preventivas para advertir la generación de futuros impactos ambientales que perjudiquen aún más al sector de la Milina.

Gráfico N° 4. Porcentaje estadístico del grado de contaminación en la etapa de construcción o montaje de la propuesta



Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Análisis estadístico del nivel de contaminación ambiental de acuerdo a los impactos ambientales en la etapa de operación de la propuesta. En la etapa de operación es fundamentalmente las actividades que se cumplen en el procesamiento de las aguas residuales domésticas del sector de la Milina, en base a la matriz de evaluación (véase la tabla 21) se pudo constatar el nivel de afectación al entorno ambiental del sitio al implementar el proyecto, de acuerdo a los cálculos se obtuvo que el 71,05% el nivel de daño es MODERADO y con el 28,94% se registró que estará en un nivel SEVERO en el sistema ambiental del sitio de implementación, en base a los impactos ambientales potenciales en la etapa de operación del tratamiento de aguas residuales domésticas mediante procesos de bioreactores. En todas las etapas que compone el sistema de tratamiento de aguas residuales propuesto se tomará las medidas preventivas y de control para evitar que se genere nuevos puntos de contaminación que afecte al sector de la Milina.

Gráfico N° 5. Porcentaje estadístico del grado de contaminación en la etapa de operación de la propuesta



Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

3.6 Diagnóstico de la problemática.

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante la utilización de las diferentes herramientas de identificación y evaluación nos dio un promedio de 74% de impacto crítico en la zona de la problemática, ya que el 24% corresponde a impacto severo, con estos valores a parte de la propuesta a realizar se debería tomar algunas medidas necesarias, para que no se extienda a otras áreas la contaminación presente del sector la Milina. Por otro lado cuando se realizó el análisis estadístico del impacto ambiental que tendría las actividades comprendidas del proyecto, se obtuvo un promedio de aceptable o normal, ya que estas acciones provocaría cambios en el entorno, pero con la particularidad de que no se generaría algún daño al sistema ambiental, ya que por cuidado a nuestro medio ambiente se elaboró algunas medidas de control para su aplicación.

3.7 Metodología de Investigación

La metodología aplicada de acuerdo a la investigación realizada se tomó de referencia algunas herramientas para la recopilación de datos, para conocer aún más sobre la problemática actual sobre los pozos de descarga.

Población

La población del sector de la Milina cuenta actualmente con promedio máximo de 2.024 personas cuando nos encontramos en temporadas bajas, este valor se puede aumentar en temporadas altas hasta el doble. En este caso se trabajará con la población que se mantiene actualmente en temporada baja:

Tamaño de la muestra

La población es de 2.024 personas trabajaremos para obtener nuestro tamaño de la muestra, donde tendremos una aceptabilidad del 70%, un rechazo del 30%, con una confianza del 90% dando un valor de 1.96 y un factor de error de 10%; por lo tanto se procede a conseguir el tamaño de la muestra con la siguiente fórmula que se muestra a continuación:

Fórmula:

$$n = \frac{nZ^2pq}{e^2(N - 1) + Z^2pq}$$

Datos:

$N = \text{Tamaño de la población} = 2.024$

$p = \% \text{ de aceptabilidad} = 70\%$

$q = \% \text{ de rechazo} = 30\%$

$Z = \text{Nivel de confianza} = 1,96$

$e = \text{error} = 10\% = 0,1$

$n =$ *Tamaño de la muestra*

Cálculos:

$$n = \frac{2024 * 1,96^2 * 0,7 * 0,3}{0,1^2 * (2024 - 1) + 1,96^2 * 0,7 * 0,3} = 77,61 \approx 78 \text{ encuestas}$$

Después de los cálculos realizados se obtuvo un promedio de 78 encuestas, es el tamaño de la muestra a utilizarse para la evaluación de las encuestas, lo que resulta que el 3,85% es el total de la población que serán encuestadas.

3.7.1 Aplicación de la encuesta

Las encuestas proporcionaran la extracción de datos acerca de la problemática, mediante la aplicación de una lista de preguntas, estas serán entregadas y contestadas a los diferentes trabajadores de cada una de las áreas anteriormente descritas.

De acuerdo al número de encuestados se procederá a realizar los banco de preguntas, este formato de encuestas está en el Anexo 1 de este documento, así de esta manera evaluaremos la situación inicial sobre la problemática que está sucediendo en el sector la Milina.

TABULACIÓN DE ENCUESTAS:

- 1. ¿Conoce usted si las autoridades que están encargadas actualmente del Municipio de Salinas, están tomando medidas sobre la contaminación de los pozos mencionados?**

Tabla N° 26. Resultados de la Pregunta No. 1

Respuesta	Resultados	Porcentaje
Si	4	5.12 %
Tal vez	2	2.56%
No se	2	2.56%
No	70	89.74%
Total	78	100 %

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Gráfico N° 6. Resultados de la Pregunta No. 1



Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Análisis:

De acuerdo a la encuesta, contestaron el 5% de los encuestados dijeron que sí que las autoridades han tomado en cuenta la problemática de las aguas residuales domésticas de las pozas de la Milina, mientras que el 2% dijeron que tal vez o de repente la autoridades se acercan al lugar en cuestión, con el 2% de las personas no sabían del tema debido tal vez a la falta de socialización y el 90% es decir la

mayoría de los moradores piensan que las autoridades no hagan algo sobre el tema.

2. ¿Conoce usted sobre algún tratamiento de aguas residuales que se esté aplicando en las aguas servidas del sector la Milina?

Tabla N° 27. Resultados de la Pregunta No. 2

Respuesta	Resultados	Porcentaje
Si	0	0%
Tal vez	0	0%
No se	4	5%
No	74	95%
Total	78	100 %

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Gráfico N° 7. Resultados de la Pregunta No. 2



Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Análisis:

Prácticamente la mayoría de encuestados respondieron negativamente con el 95% que no se ha aplicado ninguna clase de tratamiento de aguas residuales domésticas, acerca de la temática alegan que han hecho la debida observación a las autoridades y no han recibido respuesta satisfactoria y el 5% restante no

conocen del tema alegando su descontento por la falta de atención de las autoridades.

3. ¿Usted está de acuerdo, que se aplique algún tipo de tratamiento a las aguas residuales que se encuentran en los pozos de descarga del sector la Milina?

Tabla N° 28. Resultados de la Pregunta No. 3

Respuesta	Resultados	Porcentaje
Si	72	92%
Tal vez	4	5%
No se	2	3%
No	0	0%
Total	78	100 %

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Gráfico N° 8. Resultados de la Pregunta No. 3



Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Análisis:

El 82% de los encuestados respondieron positivamente que necesitan un proceso o varios procesos de tratamientos de aguas residuales domésticas, para disminuir ese impacto ambiental que se ha generado mediante las descargas de efluentes en

las pozas ya descritas, mientras que el 5% de los moradores consideran que tal vez sería necesario algún tipo de tratamiento que evite tanta contaminación y con el 3% no saben que contestar acerca de la problemática de las aguas residuales.

4. ¿Conoce usted, que se haya realizado algo con respecto a los pozos de descargas de aguas servidas, por parte de las autoridades de Aguapen EP?

Tabla N° 29. Resultados de la Pregunta No. 4

Respuesta	Resultados	Porcentaje
Si	72	92%
Tal vez	4	5%
No se	2	3%
No	0	0%
Total	78	100 %

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Gráfico N° 9. Resultados de la Pregunta No. 4



Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Análisis:

Con respecto a la cuarta pregunta, la población encuestada el 76.92% respondieron que Aguapen EP si ha hecho algo con la acumulación de agua

servidas en las pozas de descargas pero que constantemente de debe estar llamando para que tomen cartas en el asunto, mientras que el 23% no piensan lo mismo debido a que hay que estar poniendo la queja a la municipalidad y pocas veces hay respuestas.

5. ¿Cree usted, que es necesario implementar alguna solución a corto plazo sobre la problemática para evitar la acumulación de aguas residuales en el sector La Milina?

Tabla N° 30. Resultados de la Pregunta No. 5

Respuesta	Resultados	Porcentaje
Si	75	96%
Tal vez	3	4%
No se	0	0%
No	0	0%
Total	78	100 %

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Gráfico N° 10. Resultados de la Pregunta No. 5



Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Análisis:

Los pobladores de la Milina de acuerdo a la quinta pregunta de las encuestas respondieron que SI con el 96% exigen una solución a corto plazo pero que sea eficaz, y con el 4% que Tal vez creen que se solucione el problema a corto plazo pero que ya depende de las autoridades que analicen y den pronta solución.

6. ¿Está de acuerdo, que es necesario realizar un estudio de impacto ambiental para conocer el daño de contaminación que se encuentra en la actualidad en el sector la Milina?

Tabla N° 31. Resultados de la Pregunta No. 6

Respuesta	Resultados	Porcentaje
Si	78	100%
Tal vez	0	0%
No se	0	0%
No	0	0%
Total	78	100 %

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Gráfico N° 11. Resultados de la Pregunta No. 6



Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Análisis:

En base a la pregunta numero #6 de la encuesta, tenemos que el 100% de los encuestados contestaron positivamente que es necesario y de forma urgente realizar un estudio de impacto ambiental para saber el daño que se ha producido en estos últimos años.

7. **¿Cree usted, que al establecer un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, se podrá reducir significativamente con los problemas medio ambientales y de salud que aquejan a los pobladores del sector La Milina?**

Tabla N° 32. Resultados de la Pregunta No. 7

Respuesta	Resultados	Porcentaje
Si	65	83%
Tal vez	10	13%
No se	3	4%
No	0	0%
Total	78	100 %

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Gráfico N° 12. Resultados de la Pregunta No. 7



Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Análisis:

La quinta pregunta obtuvimos que el 83% de los encuestados concuerdan que al implementarse un sistema de tratamientos de aguas residuales se podrá reducir significativamente tanto los problemas medio ambientales y de salud que molestan a las personas, dado esto el 13% de las personas están inseguros que el tratamiento solucione esta temática pero que habría que conocer un poco más acerca del tema y el 4% no sabe si la propuesta tenga el éxito deseado.

3.7.2 Aplicación de la entrevista

La aplicación de la entrevistas se realizará exclusivamente a las autoridades cantonales del Gobierno del Municipio de Salinas, ellos conocen la realidad de la problemática, para aquello se ejecutó un formato de preguntas para realizar dicha entrevista. Los entrevistados que serán parte de la investigación se muestran en la siguiente tabla:

Tabla N° 33. Listado de entrevistados

Nombres/Apellidos	Cargo
Ing. Clara Panchana Pozo	Directora de Gestión Ambiental del GAD de Municipio de Salinas
Blga. Jenny Escandón	Técnica de Gestión Ambiental del Municipio de Salinas
Ab. Richard Yagual	Técnico de Gestión Ambiental del Municipio de Salinas

Fuente: Rosa Orrala

Este formato de entrevistas se encuentra en el Anexo 2 de este trabajo de investigación.

Resolución de la entrevista:

- 1. ¿Cree usted que al implementar un sistema de tratamientos de aguas residuales domésticas basado en procesos MBBR se reducirá el grado de contaminación en el sector la Milina?**

Entrevistada: Directora de Gestión Ambiental

Sí, porque el sistema de tratamiento de aguas residuales es una nueva propuesta menos dañina que beneficiará a todos los pobladores del sector la Milina.

Entrevistado: Técnica de Gestión Ambiental

Sí, porque el método de tratamiento es diferente, el que aplica Aguapen EP, mostrará cambios significativos para el agua tratada, por lo tanto estas aguas se podrán depositar en un lugar específico que no provoque daño alguno.

Entrevistado: Técnico de Gestión Ambiental

Sí, porque al establecer este sistema de tratamiento se podrá procesar gran cantidad de aguas residuales domésticas del sector afectado y se desechará en un campo de acción alejado al sector en mención.

- 2. ¿Cree usted que al elaborar e implementar el sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas en el sector la Milina se cumplirá con las leyes vigentes sobre ambiente?**

Entrevistada: Directora de Gestión Ambiental

Sí, porque actualmente con la problemática actual sobre el crecimiento volumétrico de las aguas servidas en ese lugar, ha ocasionado que este rebase los parámetros permisibles, entonces se ha irrespetado con las normas actuales.

Entrevistado: Técnica de Gestión Ambiental

Sí, porque en las normativas expone que los gobiernos locales remediaron cualquier problema dentro de los límites de su territorio, cuando el problema es directamente servicios básicos de la población, entonces con la propuesta se cumplirá con una obligación general que estipula el COOTAG.

Entrevistado: Técnico de Gestión Ambiental

Sí, porque los procedimientos no han llevado a ningún lugar sobre la temática de los pozos de descarga de aguas servidas cerca del sector de la Milina.

- 3. ¿Cree usted que cada cantón de la Provincia de Santa Elena, en este caso el Cantón Salinas deberá contar con un sistema propio de tratamiento de aguas residuales?**

Entrevistada: Directora de Gestión Ambiental

Sí, porque no se concentra las aguas residuales en un solo sitio, es decir, el volumen de efluentes de Salinas es mínima comparada a La Libertad y Santa Elena, entonces la cantidad de aguas residuales se podría manejar de la mejor manera si cada cantón depurará sus efluentes y las desechara en un sitio en común.

Entrevistado: Técnica de Gestión Ambiental

Sí, porque cada municipio debe hacerse responsable de las descargas de aguas residuales domésticas, su tratamiento y su disposición final.

Entrevistado: Técnico de Gestión Ambiental

Sí, porque con el paso de los años se ha realizado proyecto de forma con los tres cantones de la provincia de Santa Elena, pero desde luego ha traído dificultades en

las piscinas de oxidación pertenecientes, entonces la problemática se transmite desde los gobiernos pero al respecto no se ha avanzado en nada.

4. **¿Cree usted que Aguapen EP tiene la obligación de solucionar los problemas del alcantarillado sanitario y de las aguas servidas en el sector la Milina?**

Entrevistada: Directora de Gestión Ambiental

Sí, porque unas de los servicios que presta la empresa Aguapen EP, es el manejo y tratamiento de las aguas residuales, en este caso las líneas de alcantarillado sanitario de cada vivienda son realizadas independientemente por cada familia, entonces la empresa en mención, no ha hecho esa construcción de las líneas de aguas servidas no se hacen responsables de la disposición final de estos efluentes.

Entrevistado: Técnica de Gestión Ambiental

Sí, porque como políticas de la empresa Aguapen EP, es el procesamiento de estas aguas residuales y darle un acabado para posteriormente depositarlas en el mar.

Entrevistado: Técnico de Gestión Ambiental

Sí, porque Aguapen EP tiene responsabilidad compartida como los municipios, ya que la empresa en mención cobra rubros sobre mantenimiento del sistema de alcantarillado domiciliario y sanitario, de esta manera queda claro que Aguapen debería tomar medidas emergentes y oportunas en el sector la Milina.

5. **¿Cree usted, que el sistema de tratamientos de aguas residuales mediante la aplicación de procesos MBBR, debería funcionar como proyecto cantonal o solo para el sector la Milina?**

Entrevistada: Directora de Gestión Ambiental

No, pienso que la propuesta debería empezar como un proyecto piloto, utilizando pocos recursos y tomando en referencia al volumen que presenta actualmente en las pozas de descargas del sector la Milina.

Entrevistado: Técnica de Gestión Ambiental

Sí, creo que la implementación debería realizarse inmediatamente, porque el área de afectación podría abarcar a otras áreas más cercanas donde se encuentra actualmente los pozos de descargas de aguas servidas.

Entrevistado: Técnico de Gestión Ambiental

Si, de acuerdo con toda la problemática es necesario que la propuesta sea aplicable o cubra con la totalidad de toda la población actual y flotante del Cantón Salinas.

3.7.3 Análisis de resultados.

Los resultados que obtendremos serán del índice de contestación tanto de las preguntas de las encuestas y de las entrevistas, con esto nos servirá una apreciación de la problemática que tienen los pobladores de la Milina ante la contaminación ambiental que está en las pozas de aguas residuales domésticas.

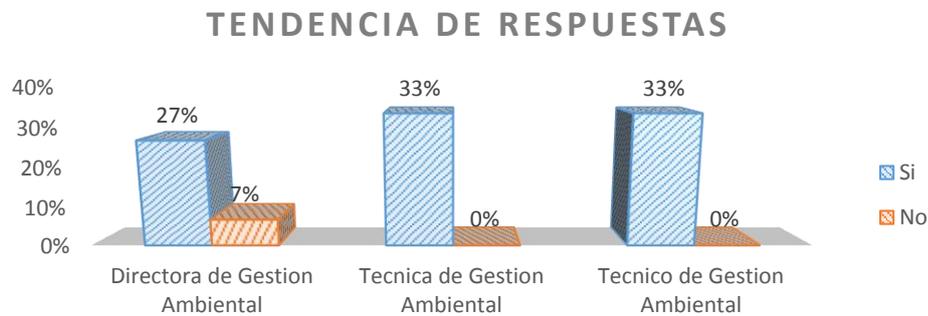
Se pudo constatar que los entrevistados contestaron positivamente la realización de mi propuesta, sobre la solución del área afectada y de igual forma con la elaboración de un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas. Ya que con el proyecto se desea reducir en gran parte la contaminación que se ha generado a partir de las pozas de descargas de efluentes que está en el sector de la Milina. Véase la siguiente tabla con los valores obtenidos después de la entrevista realizada:

Tabla N° 34. Resultados de la entrevista

Entrevistados	Respuesta		Porcentaje	
	Si	No	Si	No
<i>Directora de Gestión Ambiental</i>	4	1	26.6%	6.67%
<i>Técnica de Gestión Ambiental</i>	5	0	33.3%	0%
<i>Técnico de Gestión Ambiental</i>	5	0	33.33%	0%
Total	14	1	93.32%	6.67%

Elaborado por: Rosa Orrala

Gráfico N° 13. Tendencia de respuesta de la entrevista



Elaborado por: Rosa Orrala

Con respecto a las encuestas, nos indica que la mayoría de encuestados respondieron positivamente con el 67% a cada una de las preguntas planteadas, pero con hay algunas excepciones no contestaron diferente, como es el caso de Tal vez se obtuvo una tendencia del 4%, el 3% de los encuestados no saben del tema acerca de la propuesta solución totalmente el problema de contaminación, y el 26%, no conocen a fondo de la temática de la contaminación de las aguas residuales.

Tabla N° 35. Resultados de la encuesta

Respuesta	Resultados	Porcentaje
Si	366	67%
Tal vez	23	4%
No se	13	3%
No	144	26%
Total	546	100 %

Elaborado por: Rosa Orrala

Gráfico N° 14. Tendencia de respuesta de la encuesta



Fuente: Rosa Orrala

Análisis

La Tabla N° 29. Nos describe un resumen de los valores que se consiguió después de la encuesta, obteniendo un promedio de 366 afirmaciones, con un Tal vez se obtuvo 23 respuestas, se consiguió una tendencia que No sabe 13 respuestas y contestaron de manera negativa un estimado de 144 respuestas, que promedian un conglomerado de 546 posibles respuestas.

Tabla N° 36. Resumen de la encuesta realizada

Pregunta	Respuesta				Total
	Si	Tal vez	No se	No	
P1	4	2	2	70	78
P2	0	0	4	74	78
P3	72	4	2	0	78
P4	72	4	2	0	78
P5	75	3	0	0	78
P6	78	0	0	0	78
P7	65	10	3	0	78
Total	366	23	13	144	546

Fuente: Rosa Orrala

Análisis de la Encuesta

De esta forma concluimos que la mayor parte de la población encuestada está de acuerdo con el diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales propuesto en el sector La Milina, tiene idea de los problemas que ha causado esta descarga de aguas negras en el sitio estudiado, y por lo tanto desean una solución inmediata para aquello.

CAPÍTULO IV

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS APLICANDO TECNOLOGÍA BIOREACTORES DE LECHO MÓVIL

4.1 Criterios de análisis previo al diseño del sistema de tratamiento propuesto

En esta sección el primer punto de partida es el análisis dimensional del tratamiento, para llevar a cabo un adecuado dimensionamiento del sistema propuesto, debe estar orientado a garantizar un eficiente funcionamiento, y así cumplir con las expectativas y objetivos de saneamiento propuestos y la normativa vigente ambiental. Generalmente, los datos de partida se analizan de acuerdo a las siguientes cuantificaciones unitarias:

- a) Caracterización del agua residual
- b) Población
- c) Caudales de diseño
- d) Dimensionamiento de las unidades de tratamiento (Cámara de Decantación, medidas de los filtros percoladores, Sedimentador, Unidad de MBBR, unidad de pre-tratamiento)

4.2 Caracterización del estado de contaminación del agua residual doméstica

Para conocer la calidad del agua residual se procedió a tomar muestras en los pozos de descarga del sector de la Milina, se realizaron dos muestras y los resultados se presentan en las tablas 30, 31 y 32. Los resultados de análisis se generaron gracias al laboratorio de la Empresa Aguapen EP. Los parámetros analizados se establecieron mediante el criterio técnico en base a las tablas TULSMA: criterios de calidad admisibles de descarga a un cuerpo dulce y marino.

Primer muestreo

Tabla N° 37. Análisis físicos, químicos y biológicos

ANÁLISIS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS															
PARÁMETROS			TEMPERATURA	pH	CONDUCTIVIDAD	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	SÓLIDOS SEDIMENTADOS	DBO5	DQO	N-AMONIACO	N-NITRATOS	P-FÓSFOROS	N-NITRITOS	COLIFORMES TOTALES	E-COLI
UNIDADES			°C		uS/cm	mg/L	cm ³ /L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	ufc/100ml	
LÍMITES PERMISIBLES															
No	MUESTRA	FECHA													
1	MS1P1	24/4/2017	20,5	7,36	369	182	1,8	240	329	5,3	7,8	11,7	0,33	4,90E+06	3,70E+05
2	MS2P1	24/4/2017	21,2	7,31	580	287	2,2	440	752	48,5	3,9	29,3	0,117	5,60E+05	4,50E+05
3	MS3P1	24/4/2017	22,8	7,43	561	283	12	420	836	112	10,1	30,3	0,385	7,30E+06	3,90E+05

Fuente: AGUAPEN EP

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Análisis:

De acuerdo al primer muestreo de las condiciones físicas, químicas y biológicas del efluente, pudimos notar la presencia de sedimento de carga orgánica y un promedio considerable de DBO5 y DQO, en el primer muestreo se realizó tres muestras arrojando valores muy similares entre sí.

Segundo Muestreo

Tabla N° 38. Análisis físicos, químicos y biológicos

ANÁLISIS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS															
PARÁMETROS			TEMPERATURA	pH	CONDUCTIVIDAD	SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	SÓLIDOS SEDIMENTADOS	DBO5	DQO	N-AMONIACO	N-NITRATOS	P-FÓSFOROS	N-NITRITOS	COLIFORMES TOTALES	E-COLI
UNIDADES			°C		uS/cm	mg/L	cm3/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	ufc/100ml	
LÍMITES PERMISIBLES															
No	MUESTRA	FECHA													
1	MS2P1	28/4/2017	22,1	7,73	255	128	10	260	438	64,3	8,6	22,9	0,264	6,70E+06	3,90E+05
2	MS2P2	28/4/2017	22,2	7,19	473	243	4	270	579	39,8	3,7	10,5	0,199	7,40E+06	5,00E+05
3	MS2P3	28/4/2017	22,5	6,21	374	170	10	580	1446	21,2	7,9	9,8	0,374	6,20E+06	4,30E+05

Fuente: AGUAPEN EP

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Análisis:

En el segundo análisis se realizó tres muestras diferentes, en tres momentos del día, con la única razón de comprobar a qué hora del día, tiene mayor carga contaminante, y cuáles son sus características o parámetros más críticos para su depuración.

Tercer muestreo

Tabla N° 39. Análisis físicos, químicos y biológicos

ANÁLISIS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS															
PARÁMETROS			TEMPERATURA	pH	CONDUCTIVIDAD	SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	SÓLIDOS SEDIMENTADOS	DBO5	DQO	N-AMONIACO	N-NITRATOS	P-FÓSFOROS	N-NITRITOS	COLIFORMES TOTALES	E-COLI
UNIDADES			°C		uS/cm	mg/L	cm3/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	ufc/100ml	
LÍMITES PERMISIBLES															
No	MUESTRA	FECHA													
1	MS3P1	30/4/2017	18,2	7,39	348	166	3,4	280	316	29,5	8,6	11,5	0,205	6,90E+06	3,51E+05
2	MS3P2	30/4/2017	18,4	7,34	435	207	5,2	240	280	43,8	3,7	9,7	0,189	7,80E+06	5,50E+05
3	MS3P3	30/4/2017	17,9	7,28	512	244	4,8	430	599	31,3	7,9	27,9	0,315	8,20E+06	4,90E+05

Fuente: AGUAPEN EP

Análisis:

Se realizó los respectivos tres análisis, en tres días de la cuarta semana de Mayo, dándonos como resultados que las aguas residuales del Sector La Milina, tiene altos grados de sedimentos originados de las aguas servidas o fecales del sector, por lo que el deposito que se utiliza actualmente como sitio de descarga y acopio, se está formando como una fuente de oxidación donde el efluente comienza a saturarse, provocando altos niveles de acidez en el pH, altos niveles de turbiedad, altos niveles de carga orgánica y sólidos suspendidos.

Análisis de los resultados finales del muestreo

Los resultados promedio de los análisis físicos, químicos y microbiológicos del agua residual, se presenta en la tabla 33. Para realizar el promedio se tomó en cuenta los tres resultados de los análisis realizados de acuerdo a la toma de muestras, en base a esto los valores son comparados con los límites permisibles del TULSMA.

Los valores obtenidos de los diferentes análisis físico-químicos comparando con los valores de los promedio permisibles del TULSMA, se determina que el agua a ser tratada presenta un grado de contaminación de media fuerte, es así que se debe tener en cuenta los criterios de diseño para cumplir con las expectativas de la investigación y de igual manera con la exigencia de la normativa de construcción y ambiental vigente para este tipo de proyecto.

Tabla N° 40. Promedio de análisis físicos, químicos y biológicos

ANÁLISIS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS																	
PARÁMETROS				TEMPERATURA	pH	CONDUCTIVIDAD	SÓLIDOS TOTALES	SÓLIDOS SEDIMENTABLES	SÓLIDOS SUSPENDIDOS	DBO5	DQO	N-AMONIACO	N-NITRATOS	N-NITRITOS	P-FÓSFOROS	COLIFORMES TOTALES	E-COLI
UNIDADES				°C		uS/cm	mg/L	cm ³ /L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	ufc/100ml	
LÍMITES PERMISIBLES				<35	6,5-8,4	-	1600	1	100	100	100	250	10		10	Remoción 99,90%	
No	MUESTRA	FECHA	HORA														
1	MS1P1	24-abr-17	9H00	20,5	7,36	369	182	1,8	460	240	329	5,3	7,8	0,33	11,7	4,90E+06	3,70E+05
2	MS1P2		12H00	21,2	7,31	580	287	2,2	355	440	752	48,5	3,9	0,117	29,3	5,60E+05	4,50E+05
3	MS1P3		17H00	22,8	7,43	561	283	12	225	420	836	112	10,1	0,385	30,3	7,30E+06	3,90E+05
1	MS2P1	28-abr-17	9H00	22,1	7,73	255	128	10	240	260	438	64,3	8,6	0,264	22,9	6,70E+06	3,90E+05
2	MS2P2		12H00	22,2	7,19	473	243	4	310	270	579	39,8	3,7	0,199	10,5	7,40E+06	5,00E+05
3	MS2P3		17H00	22,5	6,21	374	170	10	260	580	1446	21,2	7,9	0,374	9,8	6,20E+06	4,30E+05
1	MS3P1	30-abr-17	9H00	18,2	7,39	348	166	3,4	182	280	316	29,5	8,6	0,205	11,5	6,90E+06	3,51E+05
2	MS3P2		12H00	18,4	7,34	435	207	5,2	135	240	280	43,8	3,7	0,189	9,7	7,80E+06	5,50E+05
3	MS3P3		17H00	17,9	7,28	512	244	4,8	175	430	599	31,3	7,9	0,315	27,9	8,20E+06	4,90E+05
PROMEDIO				20,64 44	7,2488 9	434,11 1	212,2 22	5,93 333	260,22 2								
+CARGA CONTAMINANTE (kg/día)							17,55		18,87	24,33	43,55	2,98	0,56	0,02	1,14		

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Fuente: AGUAPEN EP

4.3 Parámetros de calidad del agua residual que interviene en el tratamiento propuesto

Los parámetros críticos de calidad del agua residual doméstica para fines del tratamiento propuesto se debe tener en cuenta la temperatura, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos, sólidos volátiles, demanda bioquímica de oxígeno, fósforo y nitrógeno. Los valores promedio de los parámetros de calidad del agua residual se presentan en la tabla 34.

Tabla N° 41. Parámetros de calidad del agua residual

$^{\circ}T$	Temperatura	$^{\circ}C$	20.64
SS_E	Sólidos sedimentables	mg/l	17.55
SS_V	Sólidos suspendidos	mg/l	18.87
SV	Sólidos volátiles	mg/l	160.90
DBO_5	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	351.11
P	Fósforo	mg/l	18.17
NH_3	Amonio	mg/l	43.93

Fuente: Autora

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

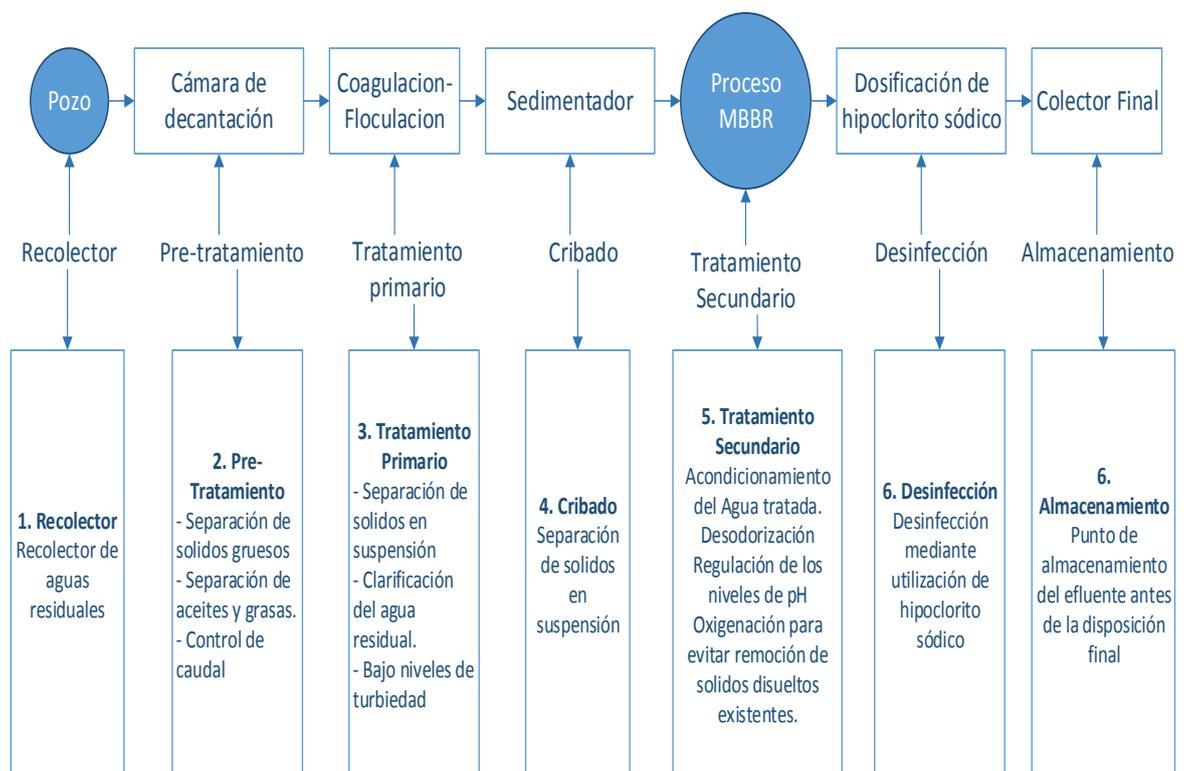
De acuerdo al análisis de calidad de agua residual y recomendaciones técnicas para el tratamiento del agua residual, es necesario disminuir la contaminación orgánica y la cantidad de sólidos presentes en el agua.

4.4 Dimensionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales

Los análisis físicos, químicos y microbiológicos de las aguas residuales domésticas del sector de la Milina indican una elevada contaminación orgánica. Debido a la procedencia de estas aguas, el objetivo de la propuesta es disminuir la carga contaminante en el agua residual, para tener una disposición final de este efluente que puede ser utilizada para el riego de plantas de jardín del mismo sector.

Tomando en cuenta las consideraciones técnicas, económicas, operativas y de diseño de tratamientos de aguas residuales se determina una proyección útil de 20 a 25 años utilizando su capacidad normal. Los parámetros y criterios que inciden directamente en el diseño, implementación, funcionamiento y mantenimiento del sistema de tratamiento aplicando la tecnología MBBR, son los siguientes:

Gráfico N° 15. Línea del sistema de tratamiento de aguas residuales propuesto



Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Cálculo de población de 25 años

De acuerdo al muestreo se realizó en la encuesta que existe un total de 153 edificaciones directamente relacionadas con el aporte diario de agua residual para el sistema de tratamiento propuesto. De esta manera se determinó que consta un promedio de 3 a 6 personas por vivienda, obteniendo una población equivalente a 485 personas. El tiempo de operación útil del sistema de tratamiento se establece

para 25 años, es así que se realiza el cálculo de crecimiento poblacional para este sistema, tomando en cuenta la tasa de crecimiento poblacional según el INEC (2010) para el área urbana de Salinas es de X%. La proyección para la población futura se define a través de la siguiente fórmula y con los datos antes mencionados.

El crecimiento poblacional está definido por la siguiente fórmula:

$$P_f = P_o(1+\alpha)^t$$

Para lo cual: P_f (población futura), P_o (población actual), α (tasa de crecimiento poblacional recomienda que no sea mayor a 0.012 aunque a veces se llega a considerar como valido 0.02) y t (tiempo).

Cálculos:

$$P_f = 485(1 + 0.02)^{25}$$

$$P_f = 795.69 \approx 796 \text{ personas}$$

Tabla N° 42. Datos de crecimiento poblacional

P_f	<i>Población futura</i>	<i>personas</i>	796
P_o	<i>Población actual</i>	<i>personas</i>	485
α	<i>Tasa de crecimiento poblacional</i>	%	2
t	<i>Tiempo (Vida Util del Sistema)</i>	<i>años</i>	25

Fuente: Autora

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Análisis: En base a los cálculos realizados, obtuvimos la población con la que trabaja la propuesta y la población futura que se tendrá como generadores de aguas residuales, todo será parte fundamental del proyecto de tratamiento de aguas residuales.

Cálculo de caudales

Para el diseño de las diferentes unidades de tratamiento se considera una descarga diaria constante, sujeta a variaciones en función del uso del agua en diferentes horarios y en diversos períodos del año, donde la cantidad de agua residual producida dependerá exclusivamente de la intensidad de uso de las personas del sector de la Milina.

Caudal medio diario

Se estimó el consumo de 123.81 l/pe/día, por lo tanto para calcular el caudal medio diario de aguas residuales en un día de aportación al sistema depurador, el caudal medio de aportaciones se deduce mediante la siguiente fórmula:

$$Q_{med} = \frac{C_r + P_f + D_o}{86400}$$

Siendo: C_r (80% porcentaje de recuperación), P_f (población futura) y D_o (dotación de agua/ día por persona).

$$Q_{med} = \frac{0.8 + 796 + 123.81}{86400}$$

$$Q_{med} = 0.9125 \approx 0.91 \text{ l/s}$$

Tabla N° 43. Datos del caudal medio

Q_{med}	<i>Caudal medio</i>	<i>l/s</i>	0.91
C_r	<i>Coeficiente de retorno del agua</i>	%	0.80
P_f	<i>Población futura</i>	<i>personas</i>	796
D_o	<i>Dotación de agua</i>	<i>l/día/persona</i>	123.81

Fuente: Autora

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Análisis: Con los cálculos realizados se pudo obtener que el 0.91 l/s es el caudal medio ya que es un parámetro considerado crítico en el diseño del sistema de tratamiento, tanto en su dimensionamiento y operación.

Caudal máximo instantáneo

Para el sistema de tratamiento propuesto se aplicará con un estimado de 796 personas, por lo cual se toma de referencia para el cálculo del caudal máximo instantáneo. Para $100 < P < 10000$ hab, se utiliza una interpolación lineal entre el caudal máximo dado por la Boston Society of Civil Engineers y dado por la expresión de Harmon para una población igual a 1.000 habitantes. Realizada la interpolación se obtiene el coeficiente de Harmon (M) igual a 3.74; por lo tanto, el caudal máximo instantáneo se define mediante la siguiente formula:

$$Q_{max} = Q_{med} * M$$

$$Q_{max} = Q_{med} * \left(1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{P_f}{1000}}} \right)$$

$$Q_{max} = 0.91 * 3.7326$$

$$Q_{max} = 3.39 \approx 3.4l/s$$

Tabla N° 44. Datos del caudal máximo instantáneo

Q_{max}	<i>Caudal máximo instantaneo</i>	<i>l/s</i>	3.4
Q_{med}	<i>Coeficiente de retorno del agua</i>	<i>l/s</i>	0.91
P_f	<i>Población futura</i>	<i>personas</i>	796
M	<i>Coeficiente de Harmon para 796 personas</i>	-	3.7326

Fuente: Autora

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Análisis: De acuerdo con las fórmulas matemáticas se pudo obtener los valores de caudal máximo, este valor servirá como tope de caudal recibido, para que la planta de depuradora este en capacidad de operar a bajos y altos volúmenes de efluentes.

Caudal mínimo

El caudal mínimo se representa al menor volumen de entrada al sistema de tratamiento y se define mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{min} = 0.5 * Q_{med}$$

$$Q_{min} = 0.5 * 0.91$$

$$Q_{min} = 0.455 \text{ l/s}$$

4.5 Descripción del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales propuesto.

El sistema de tratamiento propuesto consiste en la depuración de la carga contaminante de las aguas contenidas dentro de los pozos de descarga o de ubicados en el Sector la Milina de Salinas, para ello utilizaremos la tecnología de Bioreactores de lecho móvil por ser un proceso eficaz no invasivo para el agua y al lugar que se va a instalar.

El tratamiento propuesto está basado en:

- Remoción inicial de sólidos gruesos y arenas mediante la filtración o separación mediante decantación para una limpieza manual.
- Degradación de la materia orgánica y/o contaminantes, dependiendo de las variantes seleccionadas mediante las muestras analizadas previamente realizadas al agua residual. El proceso se basa en el tratamiento por

biofilm² desarrollado sobre material soporte plástico de gran superficie específica, en suspensión en el interior del reactor.

- El tratamiento se complementa con la remoción del material particulado generado en el proceso biológico, para lo cual se emplea un sedimentador o filtros percoladores. Dependiendo el lodo sedimentado de los efluentes es acumulado y enviado a la unidad MBBR para su posterior tratamiento y una vez concluido se procede a la disposición final al cuerpo receptor marino. Es de destacar que el lodo generado por la unidad MBBR y se encuentre estabilizado (contenido en una fracción orgánica <60%), por lo que únicamente se requiere una dosificación adicional de un desinfectante para mejorar las características del efluente previo a su disposición final.

Características notables del tratamiento de aguas propuesto:

- La resistencia de la unidad se basa fundamentalmente en el uso de tecnologías intensivas: tratamiento biológico por biofilm (material disuelto de las heces fecales), y la clarificación mediante la aplicación de filtros percoladores de alta tasa (tasa superficial entre 4-5 m/h) en comparación con otras tasas de sedimentación de 1 a 2 m/h.
- La eficiencia global del sistema de tratamiento es > 95% en remoción de DBO y sólidos suspendidos para todas sus variantes. En el caso de la variante de MBBR se tiene una eficiencia de > 95% en clarificación del efluente (remoción de sedimentos y amonio disuelto), mientras que en otros procesos convencionales se tiene una eficiencia de > 70%. De este modo, en función de la calidad de operación, permite cumplir satisfactoriamente los valores establecidos para los parámetros fundamentales.

² El biofilm es un estado de crecimiento natural común para muchos microorganismos, siempre que la humedad y los nutrientes disponibles sean suficientes.

4.5.1 Recolector

Le llamamos recolector al tanque de almacenamiento, donde será como punto de acopio del agua residual, ya que los puntos de descarga serán como un nexo entre la propuesta y la problemática. Las especificaciones de este tanque recolector de agua residual, son las siguientes:

- Plástico reforzado de un 20% y 40%.
- Capacidad de 10.000 litros, de 4.m de alto x 2m de ancho

Imagen N° 11. Tanque de Acopio del agua residual



Fuente: <http://www.rotoplas.com.mx/productos/almacenamiento/tanques-para-agua/quimicos/>

4.5.2 Pre-Tratamiento (Cámaras de Decantación)

La decantación es un método físico para separar componentes de distinta densidad situándose el más denso en el fondo del decantador por gravedad y quedando el agua clarificado en la superficie. En el tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales el decantador es un elemento fundamental que mediante el mismo podemos separar y concentrar los fangos así como los sólidos presentes en el agua residual mediante un proceso de decantación.

La cámara decantación o comúnmente se la conoce como cámara de filtración, estas cámaras pueden ser fabricadas a las necesidades y requerimientos, pero en este caso se optara por conseguir una prefabricada lista para el montaje y su funcionamiento para evitar la demora en construcción. Las especificaciones de esta cámara de acuerdo a diferentes fabricantes están dado por algunos parámetros de operatividad y del flujo a procesar:

- Capacidad de decantación de 60 m³ (6m de largo x 3m de ancho x 2m de alto).
- Tanque de hierro recubierto internamente por una capa de polímero
- Cámaras divididas para la decantación (cada cámara tiene 2m x 1.5m por lo que en total serian 6). (véase un ejemplo en el siguiente gráfico)

Imagen N° 12. Cámaras de decantación



Fuente: <http://www.hidritec.com/hidritec/decantadores>

4.5.3 Tratamiento Primario (Coagulación- Floculación)

La coagulación-floculación es un tratamiento físico-químico que permite la purificación de agua residual. Se basa en que las partículas presentes de materia orgánica de sedimenten con ayuda de químicos. Este proceso se puede utilizar en el tratamiento de aguas para reducir su nivel de turbidez, DBO y aspecto

organoléptico, con este método se formará los floc (partículas de sedimentos aglomerados) y serán fácilmente filtrados mediante un proceso de sedimentación.

El tratamiento primario consiste en la dosificación de químicos para la remoción de la mayor parte de materia orgánica contenida en el agua residual, ya que con este proceso se podrá conseguir buenos resultados en la depuración, uno de estos beneficios son los siguientes:

- Bajar los niveles de DQO, DBO5
- Clarificación
- Bajar los niveles de turbiedad
- Eliminación de gran parte de Coliformes fecales presentes
- Eliminación de solidos sedimentables.
- Eliminación de gran parte de los sólidos disueltos totales.

Reactivos químicos. Se emplearan para el proceso de formación del floc el policloruro de aluminio (PAC), que mejora las propiedades del Sulfato de aluminio $(SO_4)_3Al_2$. Para el mejor manejo de este proceso se utilizará el reactivo en polvo para realizar las dosificaciones respectivas e inyectarlas sin ningún problema, por medio de un mecanismo de torques al tratamiento propuesto. Para el policloruro de aluminio se utilizará desde 15-100 mg/l.

El mecanismo de dosificación será por vía volumétrica, que consiste con la ayuda de bombas dosificadoras inyectar el reactivo previamente dosificado, será colocada en tres puntos críticos antes que el agua residual ingrese al tanque sedimentador. (Véase el siguiente gráfico de un mecanismo de dosificación).

Imagen N° 13. Mecanismo de dosificación



Fuente: www.inditex.com/coagulacion-floculacion

Los equipos que se requieren para este proceso de coagulación-floculación son los siguientes componentes:

- 2 bombas de dosificadoras de ½ hp
- 2 recipientes de 1000 litros
- 2 Rotámetro o flotadores (tipo paleta)
- 2 Medidores de caudal

NOTA: En el proceso tratamiento primario no es necesario tanque adicional para que el agua residual pueda llevar a cabo, ya que este tanque estará en el proceso de sedimentación.

4.5.4 Sedimentador (Cribado)

El sedimentador o tanque de sedimentación tendrá la finalidad de reducir los sólidos en suspensión de distintos tamaños que trae consigo el agua residual. La mayoría de los efluentes tienen un elevado contenido de materia en estado de suspensión (partículas inferiores a 0.2mm y superiores 0.05mm), siendo necesaria

su remoción permanente. Los sólidos suspendidos son en su mayoría de materia orgánica, por lo cual se presenta una reducción importante en la concentración de DBO. Para conocer que sedimentador es el adecuado debemos calcular ciertos parámetros importantes en este proceso de depuración:

Velocidad de sedimentación (Ley de Stokes)

Los valores para calcular en primera instancia la velocidad de sedimentación se definen mediante la siguiente fórmula:

$$V_s = \frac{g}{18} \left(\frac{\rho_p - \rho_f}{n} \right) d^2$$

Se determina la velocidad de sedimentación de acuerdo a los criterios indicados en relación a los diámetros de las partículas, para ello utilizaremos la siguiente tabla:

Tabla No 45. Datos de partida para la sedimentación

Q = Caudal	0.0008	m³/s
$\rho_p = \text{Densidad relativa partícula}$	2.65	g/cm ³
$\rho_f = \text{Densidad del agua}$	0.998 \approx 1	g/cm ³
$n = \text{Viscosidad del agua}$	0.01	cm ² /s
$d = \text{Diámetro de partículas}$	0.02	cm
$g = \text{Gravedad}$	980	cm/s ²
$T = \text{Temperatura}$	20	°C

Fuente: Autora

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Cálculos:

$$V_s = \frac{g}{18} \left(\frac{\rho_p - \rho_f}{n} \right) d^2$$

$$V_s = \frac{980}{18} \left(\frac{2.65 - 1}{0.01} \right) 0.02^2$$

$$V_s = 3.59 \text{ cm/s}$$

Tabla N° 46. Datos de la velocidad de sedimentación

V_s	<i>Velocidad de sedimentación</i>	<i>cm/s</i>	3.59
g	<i>Aceleración de gravedad</i>	<i>cm/s²</i>	980
ρ_p	<i>Densidad relativa de la partícula</i>	<i>g/cm³</i>	2.65
ρ_f	<i>Densidad del fluido</i>	<i>g/cm³</i>	1
n	<i>Viscosidad del fluido</i>	<i>cm/s²</i>	0.01
d	<i>Diámetro de partículas</i>	<i>cm</i>	0.02

Fuente: Autora

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Análisis: Los valores de velocidad de sedimentación se calcularon con la finalidad de conocer a qué velocidad los sedimentos irán transportándose en las tuberías o líneas de depuración del tratamiento, esto es necesario para procesos posteriores como la coagulación y floculación.

Número de Reynolds

Los valores para calcular el número de Reynolds se definen mediante la utilización de la siguiente fórmula:

$$R_e = \frac{V_s * d}{n}$$

$$R_e = \frac{3.59 * 0.02}{0.01}$$

$$R_e = 7.18$$

Tabla N° 47. Número de Reynolds

R_e	<i>Número de Reynolds</i>	–	7.18
V_s	<i>Velocidad de sedimentación</i>	<i>cm/s</i>	3.59
n	<i>Viscosidad del fluido</i>	<i>cm²/s</i>	0.01
d	<i>Diámetro de partículas</i>	cm	0.02

Fuente: Autora

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Análisis: El número de Reynolds se consiguió con el valor de la velocidad de sedimentación, ya que es necesario para ver los parámetros del sedimento que está inmerso en el agua servida, como su viscosidad, velocidad de traslado y el diámetro de las partículas de sólidos sedimentables.

Se comprueba el número de número de Reynolds para la aplicación de la Ley de Stokes ($Re < 0.5$), si los valores calculados ($Re > 0.5$) caen en la zona de transición, por lo que se calcula el coeficiente de arrastre con la ley de Allen.

Coficiente CD (Ley de Allen)

Los valores para calcular el coeficiente de arrastre se utilizará la siguiente fórmula:

$$C_D = \frac{24}{R} + \frac{3}{\sqrt{R}} + 0.34$$

$$C_D = \frac{24}{7.18} + \frac{3}{\sqrt{7.18}} + 0.34$$

$$C_D = 4.80$$

Tabla N° 48. Coeficiente Allen

C_D	<i>Coeficiente de arrastre</i>	–	4.80
R	<i>Número de Reynolds</i>	–	7.18

Fuente: Autora

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Análisis: El coeficiente de arrastre es necesario su cálculo para calcular la velocidad final de sedimentación antes del ingreso del agua residual, a las unidades de pre-tratamiento, con esto sabremos qué valor circulará el efluente como su carga orgánica inmersa internamente.

Velocidad real de sedimentación (Ley de Newton)

Luego de la obtención del coeficiente de arrastre se puede determinar la velocidad real de sedimentación de la partícula en la zona de transición, mediante la Ley de Newton:

$$V_{SR} = \sqrt{\frac{4g}{3C_D * \varphi} (\rho_p - \rho_f)d}$$

$$V_{SR} = \sqrt{\frac{4 * 980}{3 * 480 * 20} (2.5 - 1)0.02}$$

$$V_{SR} = 0.67 \text{ cm/s}$$

Tabla N° 49. Datos de la velocidad real de sedimentación

V_{SR}	<i>Velocidad real de la sedimentación</i>	<i>cm/s</i>	7.18
ρ_p	<i>Densidad relativa de la partícula</i>	<i>g/cm³</i>	3.59
ρ_f	<i>Densidad del fluido</i>	<i>g/cm³</i>	0.01
g	<i>Aceleración de gravedad</i>	<i>cm/s³</i>	0.02
d	<i>Diámetro de partículas</i>	cm	0.02
C_D	<i>Coeficiente de arrastre</i>	–	4.80
φ	<i>Coeficiente flocular</i>	–	20

Fuente: Autora

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Análisis: De acuerdo a los cálculos realizados, se podrá obtener y diseñar las dimensiones del sedimentador o el tanque de sedimentación.

Área superficial del sedimentador

Los valores para calcular el área superficial del sedimentador se definen mediante la siguiente ecuación:

$$A_s = \frac{Q}{C_s}$$

$$A_s = \frac{78.62}{6}$$

$$A_s = 13.1$$

Tabla N° 50. Datos del área superficial del sedimentador

A_s	Área superficial del sedimentador	m^2	13.1
Q	Caudal medio diario	m^3/dia	78.62
C_s	Carga superficial	$m^3/m^2/dia$	6

Fuente: Autora

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

NOTA: La carga superficial será entre los valores de 2 -10 $m^3/m^2/día$.

Análisis: De acuerdo a los cálculos realizados se obtuvo el área superficial de sedimentador, ya que con el elemento se podrá filtrar o remover la carga orgánica del agua residual.

Dimensiones del sedimentador

Para calcular las dimensiones del sedimentador debemos utilizar la siguiente ecuación:

$$L = 4B$$

$$A_s = L * B$$

$$13.1 = 4B * B$$

$$B = \sqrt{\frac{13.1}{4}}$$

$$B = 1.80m$$

NOTA: La relación de las dimensiones de largo y ancho (L/B) será:

$$3 < \frac{L}{B} < 6$$

Tabla N° 51. Datos de las dimensiones del sedimentador

<i>B</i>	<i>Ancho</i> ($3 < \frac{L}{B} < 6$)	<i>m</i>	1.80
<i>A_s</i>	<i>Área superficial del sedimentador</i>	<i>m²</i>	13.10
<i>L</i>	<i>Longitud</i> ($L = 4B$)	<i>m</i>	7.2
<i>H</i>	<i>Altura</i> ($5 < \frac{L}{H} < 20$)	<i>m</i>	1.50

Fuente: Autora

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

NOTA: La profundidad del sedimentador será entre 1.5 – 2.5 m.

Análisis: Con estos valores obtenidos serán utilizados posteriormente como referencia para la compra de un sedimentador prefabricado a las condiciones de operación que debemos utilizar.

Velocidad horizontal

Para calcular la velocidad horizontal se definen mediante la siguiente fórmula, a través de los datos conseguidos anteriormente:

$$V_H = \frac{100 * Q_{med}}{B * H}$$

$$V_H = \frac{100 * 0.0009}{1.80 * 1.5}$$

$$V_H = 0.033 \text{ m/s}$$

Tabla N° 52. Datos de la velocidad horizontal

V_H	<i>Velocidad horizontal</i>	<i>m/s</i>	0.033
Q_{med}	<i>Caudal medio</i>	<i>m³/s</i>	0.0009
B	<i>Ancho del sedimentador</i>	<i>m</i>	1.80
H	<i>Altura del sedimentador</i>	<i>m</i>	1.50

Fuente: Autora

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Análisis: El valor de velocidad horizontal servirá para medir la velocidad de fluido de acuerdo a un caudal medio, pero con la particularidad de que esta velocidad solo recorre internamente en el sedimentador.

Velocidad de arrastre

Para calcular la velocidad de arrastre del agua residual al ingreso del sedimentador se define mediante la siguiente fórmula:

$$V_d = \sqrt{\frac{8k * g * (\rho_p - \rho_f) * d}{f}}$$

$$V_d = \sqrt{\frac{8(0.05) * 980 * (2.65 - 1) * 0.02}{0.025}}$$

$$V_d = 23 \text{ cm/s}$$

Tabla N° 53. Datos de la velocidad de arrastre

V_d	<i>Velocidad de arrastre</i>	<i>cm/s</i>	23
		<i>m/s</i>	0.23
k	<i>Factor forma (unigranulares no adheribles)</i>	<i>m³/s</i>	0.05
ρ_p	<i>Densidad relativa de la partícula</i>	<i>g/cm³</i>	2.65
ρ_f	<i>Densidad del fluido</i>	<i>g/cm³</i>	1
g	<i>Aceleración de la gravedad</i>	<i>cm/s³</i>	980
d	<i>Diámetro de partícula</i>	<i>cm</i>	0.02
f	<i>Factor de fricción de Darcy – Weisbach</i>	-	0.025

Fuente: Autora

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Análisis: La velocidad de arrastre que se calculó, servirá este valor para el control de operación del sedimentador cuando se realice el proceso de sedimentación y de esta manera se podrá operar de manera gradual el nivel de partículas sedimentadas que serán filtradas en la criba.

Relación de velocidades de flujo y las dimensiones de largo y alto

Para comprobar la relación de velocidad y dimensiones se definen mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{L}{H} = \frac{V_H}{V_S}$$

$$\frac{7.2}{1.5} = \frac{3.30}{0.67}$$

$$4.8 \approx 4.92$$

Tabla N° 54. Datos de la relación de velocidades de flujo

<i>L</i>	<i>Longitud del sedimentador</i>	<i>m</i>	7.2
<i>H</i>	<i>Altura del sedimentador</i>	<i>m</i>	1.5
<i>V_H</i>	<i>Velocidad horizontal</i>	<i>cm/s</i>	3.30
<i>V_S</i>	<i>Velocidad de sedimentación</i>	<i>cm/s</i>	0.67

Fuente: Autora

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Análisis: La relación se hizo con la finalidad que sea proporcional el flujo másico de operación del efluente, con las dimensiones del sedimentador, pero en términos de operación el sedimentador debe ser dos veces sus especificaciones por el simple hecho que en un futuro se procese el doble del volumen actual de agua residual.

Tiempo de retención hidráulica

Para calcular el tiempo de retención hidráulico se definen de la utilización de la siguiente fórmula:

$$TRH = \frac{V_U}{Q}$$

$$TRH = \frac{19.44}{78.62}$$

$$TRH = 0.247 \approx 0.25 \text{ dias}$$

Tabla N° 55. Datos de la relación de velocidades de flujo

<i>TRH</i>	<i>Tiempo de retención hidráulico</i>	<i>dias</i>	0.25
<i>V_U</i>	<i>Volumen útil del tanque</i>	<i>m³</i>	19.44
<i>Q</i>	<i>Caudal útil diario</i>	<i>m³/dia</i>	78.62

Fuente: Autora

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Análisis: El tiempo de retención hidráulica es un valor de operación importante, para los procesos de coagulación-floculación, porque con este dato se podrá conocer en tiempo se formara el floc de sedimento antes de su separación o la remoción respectiva.

Eficiencia del sedimentador en la remoción de DBO

Los valores para calcular la eficiencia del sedimentador en la remoción del DBO se definen mediante la siguiente ecuación:

$$R_{DBO} = \frac{TRH}{a + b + TRH}$$

$$R_{DBO} = \frac{6}{0.018 + 0.020 + 6}$$

$$R_{DBO} = 43.48\%$$

Tabla N° 56. Eficiencia del sedimentador en la remoción DBO

<i>R_{DBO}</i>	<i>Remoción de DBO</i>	%	43.48
<i>TRH</i>	<i>Tiempo de retención hidráulica</i>	<i>horas</i>	6
<i>a</i>	<i>Constante empírica</i>	—	0.018
<i>b</i>	<i>Constante empírica</i>	—	0.020

Fuente: Autora

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Análisis: En base a los cálculos ejecutados para la eficiencia se pudo conocer que la remoción total del DBO por parte de la sedimentación aplicada resultará un promedio de 44% de toda la carga contaminante contenida en el agua residual.

Eficiencia del sedimentador en la remoción del SST

$$R_{SST} = \frac{TRH}{a + b * TRH}$$

$$R_{SST} = \frac{6}{0.0075 + 0.014 * 6}$$

$$R_{SST} = 65.57\%$$

Tabla N° 57. Eficiencia del Sedimentador en la remoción SST

<i>R_{SST}</i>	<i>Remoción de SST</i>	%	65.67
<i>TRH</i>	<i>Tiempo de retención hidráulica</i>	<i>horas</i>	6
<i>a</i>	<i>Constante empírica</i>	—	0.0075
<i>b</i>	<i>Constante empírica</i>	—	0.014

Fuente: Autora

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Análisis: Ejecutando las formulas respectivas conseguimos que la eficiencia de remoción de Sólidos Suspendidos Totales es de 66% en el proceso de sedimentación por lo que este proceso garantiza casi la mitad de remoción de la carga contaminante del agua residual, ya que en los procesos posteriores se eliminarán por completo.

Resumen General:

Para el diseño del sedimentador se determina que el caudal medio de $79.62 \text{ m}^3/\text{dia}$, soportando así una carga superficial de $6 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$. Se considera una velocidad real de sedimentación igual a 0.67 cm/s , la velocidad horizontal de 3.3 cm/s y la velocidad de arrastre de 23 cm/s . el tanque de sedimentación tendrá un volumen efectivo de 19.44 m^3 , considerando que las dimensiones como altura de 1.5 m , ancho de 1.80 m y una longitud de 7.2 m se encuentran acorde a los cálculos realizados y criterio de diseño. El tiempo de retención hidráulico es de 6 horas , siendo este valor máximo permitido según los criterios de diseño. El sedimentador tendrá una eficiencia de remoción de DBO igual 43.48% y 65.67% de eficiencia en remoción de SST, parámetros que cumplen con las especificaciones establecidas por los parámetros estándares de saneamiento de aguas residuales, además estos valores serán considerados en el tratamiento propuesto, ya que en los procesos posteriores habrán sido removidos totalmente en el efluente.

Imagen N° 14. Prototipo del tanque de sedimentación



Fuente: <http://www.eurodetox.net/air-floating-sedimentation-integrated-machine.htm>

4.5.5 Tratamiento Secundario - Bioreactores de Lecho Móvil (MBBR)

El bioreactor de lecho móvil MBBR es un proceso biológico aerobio (presencia de oxígeno) empleado para el tratamiento de aguas residuales. Este tratamiento consiste en la degradación de la materia orgánica por parte de bacterias aerobias. El MBBR es un reactor Biológico de lecho móvil (proceso MBBR, por sus siglas en inglés: Moving Bed Biofilm Reactor) diseñado e implementado especialmente para el tratamiento de aguas residuales (Domésticas, comerciales y Municipales) de alta complejidad cuyo principio de funcionamiento se basa en un proceso biológico avanzado cuyo medio de soporte utiliza diferentes Rellenos (Principalmente MUTAG Biochip, FLOCOR o Tirillas de BIOFLEX), dichos rellenos poseen una densidad ligeramente inferior a la del agua lo que le permite mantenerse en suspensión en el agua.

El cultivo bacteriano encargado de la depuración se encuentra en forma de biopelícula adherido a soportes de alta superficie específica (relleno filtrante). Estos soportes se encuentran sumergidos y en movimiento en el reactor biológico. Esta tecnología permite aumentar la capacidad de depuración de una instalación ya existente sin necesidad de aumentar el volumen del reactor. A continuación

presentamos una tabla referencial para la selección del equipo idóneo para el tratamiento secundario MBBR:

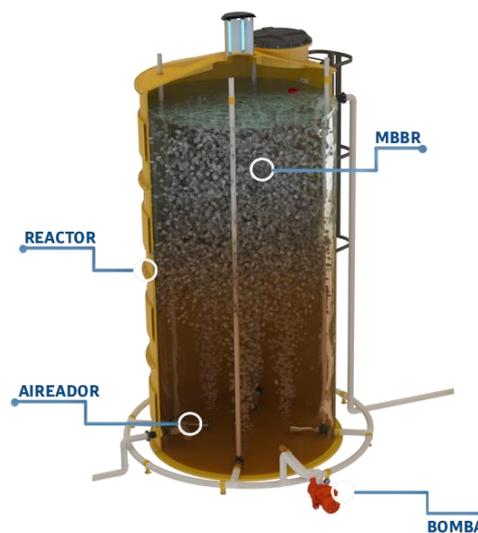
Tabla N° 58. Referencias estandarizadas

Caudal	Diámetro	Alto	Relleno	Vol. Tanque
0.14 LPS	100 cm	300 cms	1.5 m ³	2.3 m ³
0.27 LPS	150 cm	300 cms	3 m ³	5.3 m ³
0.75 LPS	200 cm	400 cms	7 m ³	12 m ³
1 LPS	250 cm	400 cms	12 m ³	19 m ³
1.5 LPS	250 cm	500 cms	20 m ³	24 m ³
2 LPS	300 cm	500 cms	30 m ³	35 m ³
3 LPS	300 cm	600 cms	35 m ³	42 m ³

Fuente: <http://www.nyfdecolombia.com/plantas/plantas-mbbr>

De acuerdo a la tabla referencial con el caudal real de operación de 3l/s, necesitamos un tanque de lecho móvil de 6m de alto, de diámetro 3m y con una capacidad de 42 m³. Véase la siguiente imagen el tanque de bioreactor de lecho móvil con sus componentes:

Imagen N° 15. Componentes del Bioreactor de lecho móvil



Fuente: <http://www.nyfdecolombia.com/plantas/plantas-mbbr>

Componentes

- Bomba de recirculación
- Dispositivo Venturi
- Entrada de Agua al reactor
- Relleno / Soporte MBBR
- Tanque Reactor PRFV

El sistema de aireación, además de oxigenar asegurando las condiciones aerobias, permite la correcta agitación del agua y la fluidización de los soportes donde crecen las bacterias. Tras un tiempo de retención adecuado en el reactor, el agua pasa al decantador secundario. En este equipo se produce una separación sólido-líquido. Los posibles flóculos que se hayan desprendido de la biopelícula, al ser más densos que el agua, sedimentan por gravedad y se depositan en la parte inferior del decantador. Así, se obtiene un efluente clarificado. Estos flóculos que sedimentan forman lo que se denomina fango biológico, y son extraídos del sistema.

Ventajas de la Tecnología MBBR

- **Alta Resistencia Mecánica.** El tanque reactor está compuesto por fibra de vidrio posee una alta resistencia mecánica (Flexión - tensión), igual o superior a la del acero.
- **Resistencia a la corrosión.** Utilizamos gelcoat especiales para convertir nuestros tanques reactores en sistemas altamente resistentes a la corrosión y a productos químicos.

Resultados esperados

- Turbidez: Reducción del 90% de cantidad y densidad del lodo.
- Color: Transparencia del líquido (libre de sedimento)

- Alcalinidad y pH: 8
- Reducción del 90% de DBO5 (Demanda Bioquímica de Oxígeno):
- Reducción del 90% DQO (Demanda Química de Oxígeno):

4.5.6 Desinfección (Dosificación de hipoclorito sódico).

La desinfección es el último proceso para darle un mejor acabado al agua tratada, consiste en librarla de bacterias y microorganismos que pueden ser nocivos para el medio que se vaya utilizar, el mejor agente es el cloro para potabilización pero para casos industriales se utiliza la dosificación de hipoclorito sódico.

El procedimiento a seguir para el tratamiento de desinfección del agua residual por medio del hipoclorito sódico NaOCl, es una solución fácil de usar, dosificar y cómoda de utilizar para el proceso final de la propuesta. La dosis recomendada para la desinfección es entre 1 y 5mg/l. la dosis en ciertos casos especiales dependerá de la claridad y la turbiedad del agua. Para calcular la cantidad de hipoclorito sódico (líquido) a utilizarse, se utilizará la siguiente fórmula:

$$v = \frac{V * D}{C * 10}$$

v = Volumen de solución de hipoclorito sódico requerido en litros

V = Volumen de agua a desinfectar en litros

D = Dosis a lograrse en mg/litro

C = Concentración % de cloro disponible en la solución de hipoclorito

10 = Valor constante

Para este caso se utilizará el producto de alta concentración ORION, con un nivel de concentración del 2% de marca de acuerdo a las Normas NTE 1538:2016, sobre el uso de hipoclorito sódico en el uso doméstico y tratamiento convencional, con una cantidad de 10.000 g/l.

Cálculos:

$$v = \frac{78.62 * 500}{2 * 10}$$
$$v = 1973 \text{ g} \approx 1.9\text{kg}$$

En base a la ecuación realizada se utilizará un volumen de casi 2 kilogramos de hipoclorito sódico para el tratamiento propuesto del agua residual.

Equipos necesarios para la dosificación de hipoclorito sódico:

- Analizador fotométrico
- Equipos de dosificación de ½ hp
- Bombas dosificadoras de 1 hp.
- Módulo GSM (red de control).

4.5.7 Disposición final de las aguas tratadas.

El lugar de implementación del tratamiento de aguas residuales propuesto será ubicado en el área donde se sitúa los pozos de descarga de efluentes, se ha tomado en cuenta este área para darle un aprovechamiento y no buscar otro terreno ajeno a las cualidades que podría beneficiar al proyecto, ya que al usar este sitio se utilizará como fuente de alimentación y almacenamiento de aguas residuales pero con la particularidad que se tratará previamente estas aguas para que no provoque algún foco de infección al sector.

La disposición final del agua tratada será el cuerpo receptor marino o el mar cercano al sector de La Milina, ya que por estar en una zona salitrosa no servirá esta agua para darle aprovechamiento en la agricultura o para otro uso dado que las características de uso alcanzaría tomarla para riesgo de plantas de jardín, ya que estas plantas soportan las especificaciones del agua tratada.

De acuerdo a la jurisdicción de lugar donde se asentará el tratamiento propuesto cerca del sector la Milina, el responsable del efluente tratado será el Municipio de Salinas, donde las autoridades concluirán el área donde se utilizará o se descargará el agua, con la previa revisión y control de los parámetros admisibles de la Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes.

4.6 Muestreo y Análisis de parámetros de descarga

Para el muestreo de aguas se debe realizar algunas acciones:

1. Se toma la muestra y se determina el tiempo que se tomará la siguiente muestra por cada 30 minutos o 1 hora.
2. Se coloca la muestra en el recipiente marcado de acuerdo a los tiempos de muestreo, previamente rotulado y registrado.
3. Finalmente, se obtendrá por ejemplo una muestra compuesta tomada en un tiempo de 2 horas siempre y cuando las condiciones operativas del tratamiento se manejen en toda la capacidad de procesamiento con un flujo constante.

Imagen N° 16. Procedimientos para el muestreo de aguas



Fuente: Sector La Milina

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Aspectos importantes a tomar en cuenta para el muestreo de aguas:

- Hacer un registro de cada muestra recolectada y rotular cada recipiente.
- La mayoría de los recipientes para muestras deben ser llenados completamente a menos que sea necesario un espacio de aire para permitir la expansión térmica durante el transporte.
- Equipo y los recipientes que entren en contacto con la muestra deben estar limpios.

Materiales que se necesitan para los muestreos/ Pruebas que se pueden realizar en situ:

- Guantes
- Termómetro
- Recipientes plásticos (solamente para los parámetros físico-químicos)
- Recipientes de vidrio: Muestras para el análisis de grasas y aceites
- Conos Imhoff (para medir sólidos sedimentables).
- Recipiente para el examen bacteriológico, previamente esterilizado para garantizar el resultado de dicho análisis.

4.7 Eficiencia del tratamiento de aguas residuales propuesto

Con la implementación del tratamiento propuesto de aguas residuales se tendrá los siguientes parámetros reducidos a niveles estables:

- Degradación de DBO 92%
- Degradación de DQO 93%
- Degradación de SST 95%
- Degradación de NTK 87%
- Degradación de Fósforo 85%

4.8 Medidas de Control

Las medidas de control son específicamente un método adicional para contrarrestar cualquier tipo de impacto ambiental negativo que se genere en la zona, ya sea este en las actividades necesarias en las etapas de preparación, construcción y operación de la implementación del tratamiento de aguas residuales en el sitio estudiado.

Unas de las medidas de control que deberá implementarse será un plan de monitoreo ambiental y seguimiento sobre las acciones preventivas de la problemática actual. Además es necesario la elaboración de un plan de manejo ambiental ³sobre la propuesta, ya que por ser un proyecto comunitario y de dominio público se deberá acatar y cumplir con las normativas de implementación para que se efectúe como la ley lo estipula.

Control de calidad del agua tratada

- Efectuar el respectivo seguimiento para el cumplimiento del monitoreo de calidad y cantidad de agua en el punto de recolección e ingreso al sistema de tratamiento de aguas residuales propuesto.
- Realizar los muestreos físicos y químicos antes de la aplicación del tratamiento mediante bioreactores propuestos.

Monitoreo en el manejo de las aguas residuales domésticas

- Verificar que no se produzca fugas en las líneas de conducción de los efluentes al sitio propuesto para el tratamiento de aguas residuales domésticas, tanto en las áreas internas como externas del proyecto.

³ Es el plan operativo que contempla la ejecución de prácticas ambientales, elaboración de medidas de mitigación, prevención de riesgos, de contingencias y la implementación de sistemas de información ambiental para el desarrollo de las unidades operativas o proyectos a fin de cumplir con la legislación ambiental y garantizar que se alcancen estándares que se establezcan.

- Vigilar que la disposición de los efluentes sea la eficiente tanto en las temporadas altas como las bajas, dado que el sistema de tratamiento propuesto operará a niveles normales para esta cantidad de volumen que se genera en el sector.

Supervisión y Fiscalización Ambiental para el cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental

Se aplicaran un plan de seguimiento a corto plazo, para monitorear la ocurrencia, remediación y control de los impactos así como la ejecución de las medidas de mitigación propuestas. Este plan permitirá obtener registros que facilitan para corregir y optimizar la eficiencia de las medidas de mitigación implementadas para los impactos identificados involucrando las siguientes actividades:

- El control en la aplicación de las medidas y programas ambientales.
- La evaluación de las medidas y programas ambientales.

Para cumplir con este propósito es necesario que se contrate aun profesional cuyo perfil profesional sea el siguiente:

- Ingeniero Ambiental de preferencia
- Acredite experiencia en sistemas de tratamiento de efluentes de procesos industriales.
- Experiencia en manejos de desechos contaminados.
- Que sea un facilitador para adecuadas relaciones comunitarias.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PROPUESTA.

5.1 Costos e Inversiones

En este punto se describe los costos e inversiones que componen la propuesta así como el presupuesto general que se pone a disposición y a criterio de las autoridades si la factibilidad que brinda el tratamiento de agua residual propuesto cumple con las expectativas y con los alcances económicos del Municipio de Salinas.

Cuando hablamos de inversión de la propuesta nos referimos a los diferentes equipos, herramientas, materiales e insumos químicos que se necesitará para que la implementación de la tecnología de bioreactores trabaje óptimamente, como hemos mencionado en el capítulo anterior, sobre su operatividad, diseño y eficiencia de los procesos; también se hace referencia a la adecuación, construcción y modificaciones del terreno que se utilizará para el asentamiento de la propuesta con sus respectivos costos de inversión, esta inversión es necesaria para poder ejecutar el proyecto bajo los parámetros establecidos.

Edificaciones para el tratamiento de agua residual propuesto

Adecuación del terreno. El terreno que se va implementar tiene una superficie de 30 m², en este terreno se necesita adecuarlo con un piso de hormigón armado reforzado, para cuando el montaje de los equipos y sus componentes sea perfecto a las condiciones de trabajo del fabricante y de operación lo estipula. El monto para la adecuación de este terreno será de \$15.000.

Iluminación. La iluminación que se utilizará para el tratamiento de las aguas residuales, se requerirá corriente trifásica 220V en las lámparas de alumbrado y

110V para el encendido de las bombas centrifugas, dosificadoras, el equipo MBBR y en otros componentes del reactor biológico. El monto de la iluminación que necesita para el funcionamiento de la propuesta es de \$ 6.000.

Tabla N° 59. Valores de las Edificaciones Complementarias

Ítem	Edificaciones Complementarias	Costo (USD dólares)
1	Adecuación del terreno de implementación	15.000,00
2	Iluminación de Edificaciones, sistema y conexiones eléctricas necesarias	6.000,00
	Total	\$21.000,00

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

NOTA: Tanto los valores de la adecuación del terreno, la iluminación, conexiones y el sistema eléctrico necesario está incluido la mano de obra, por lo que no se añadirá alguna elemento complementario.

5.2 Costos de los elementos que compone la propuesta

A continuación se procede a realizar el listado de los componentes que comprende la propuesta y así el costo que requiere:

Tabla N° 60. Costos de Tuberías y Accesorios de Acoplamiento

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Tubo Pegable e/c 110 mm*0,8Mpa*0,8Mpa Plastigama	6	35,18	211,08
2	Codo Pegable 110mm*90	12	10,50	126,00
3	Brida con campana 110mm	6	24,83	148,98
4	Tubo roscable 2" Tigre/TBTK	4	22,66	90,64
5	Tee pegable 110m	4	9,18	36,72
6	Reductor e/c 110mm*63mm	3	6,38	19,14
7	Adaptador hembra c/r 63mm*2"	3	3,67	11,01
			Subtotal	643,47

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Tabla N° 61. Costos de Tanques de Almacenamiento

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Tanque cilíndrico plástico de 1000 litros (para dosificación de insumos químicos e hipoclorito de sodio), Plastigama.	3	85,18	255,54
2	Tanque cilíndrico de plástico reforzado Plastigama de 10.000 lt (4mx2mx1.75m)	1	355,35	355,35
			Subtotal	610,89

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Tabla N° 62. Costos de las Bombas

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Bomba de Agua Paolo CP2007 2hp	3	367,25	1.101,75
2	Bomba de aireación de 1hp	1	107,05	107,05
3	Bombas dosificadoras ½ hp Siemens, 10 bares de presión y 800 lt/h.	3	946,00	2.838,00
			Subtotal	4.046,80

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Tabla N° 63. Costos de los Insumos Químicos

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Policloruro de Aluminio (PAC) (100kg)	2	84,62	169,24
2	Solución de Polímero Anicónico (100kg)	2	77,21	154,42
3	Solución de hipoclorito sódico, ORION 2% de concentración - 20ppm de 100kg	1	125,89	125,89
			Subtotal	449,55

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Tabla N° 64. Costos de Agitadores mecánicos

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Mezclador estático 8m ³ /h (para dosificación de químicos), de acero al carbono	3	121,25	363,75
2	Medidores de caudal Siemens	2	180,77	180,77
			Subtotal	544,52

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Tabla N° 65. Costos de Equipos de Tratamiento

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Equipo MBBR (Bioreactores de Lecho Móvil)	1	7.500,00	7.500,00
2	Cámara de decantación de 30 m ³ de acero al carbono cubierto por capa de fibra de vidrio	1	1.500,00	1.500,00
3	Cámara de sedimentación	1	3.900,00	3.900,00
			Subtotal	12.900,00

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Tabla N° 66. Costo de los Materiales Eléctricos

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Csc Luz 22mm Electrónica Verde 220V	3	2,2080	6,16
2	Cable GPT flexible 12 AWG	15	0,6248	8,71
3	Tablero Metálico 70x50x25 cms	1	132,4072	123,13
4	Siemens Breaker 5SX 3X 20 Amp Riel	3	31,6400	88,28
5	Siemens Contactor 3RT2024 12A 220V (N/V)	3	35,8280	99,96
6	Siemens relé Térmico 3RU2126 9.0-12.5 Amp (N/V)	3	48,7308	135,96
7	Siemens Pulsador Doble 0-I	6	22,5360	125,75
8	Siemens Bornera de 1P 44 Amp	30	2,1951	61,24
9	Siemens Pieza Final P. Borneras 8 WA1	10	2,5760	23,96
10	Csc Riel Din de acero (1mt)	1	3,1866	2,97
11	Siemens Contactor 3RT2023 9ª 220V (N/V)	3	30,48	85,04
12	Siemens Relé térmico 3RU2126 4.5-6.3 Amp	3	48,8440	136,71
13	Siemens Breaker 5SX 2X 10 Amp Riel	3	18,9280	52,81
14	Csc Luz 22 mm Electrónica Verde 110V	3	18,9280	52,81
15	Canaleta 25x40mm ranurada P/Tablero	1	6,2598	5,82
16	Cable GPT Flexible 16 AWG	20	0,3237	6,03
			Subtotal	\$967,96

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

5.3 Presupuesto General de la propuesta.

Tabla N° 67. Presupuesto General de la Propuesta

Ítem	Elementos de la Propuesta de Tesis	Subtotal
1	Edificaciones complementarias	21.000,00
2	Tuberías y accesorios de acoplamiento	1645,47
3	Tanques de Almacenamiento	910,89
4	Bombas	4.046,80
5	Insumos químicos	449,55
6	Agitadores mecánicos	544,52
7	Materiales Eléctricos	967,96
8	Equipos de Tratamiento	12.900,00
9	Mano de Obra	6.000,00
10	Imprevistos 10%	4681,972
	Total	\$ 51.501,69

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Análisis económico. En base de cada uno de los componentes que conforma la propuesta se concluyó que el tratamiento de bioreactores de lecho móvil se debe invertir un promedio de \$ 51.501,69 USD dólares, para la operación de las instalaciones propias del sistema de tratamiento de agua residual.

5.4 Financiamiento

El financiamiento es un factor importante para el desarrollo de la propuesta, por eso las autoridades que están a cargo sobre el manejo y disposición de las aguas residuales domésticas del Sector de la Milina que son tanto el Municipio de Salinas y la Empresa de AGUAPEN EP, realizará la cancelación de los recursos económicos que se debe invertir para su aplicación.

El mecanismo que se lleve a cabo para pagar el presupuesto general del tratamiento de agua residual se concretará directamente de las formas de pagos

tanto por crédito de la entidad o como también los pagos efectivos, tanto los servicios de construcción de la obra y la adquisición de los bienes o equipos necesarios.

Con la finalidad de conseguir financiamiento para la ejecución de la propuesta del Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas para el Sector La Milina, deberá tanto las autoridades encargadas de la Municipalidad del Cantón Salinas y la Empresa de Agua Potable y Sistema de la Red de Alcantarillado AGUAPEN EP, realizar la gestión respectiva para pedir un crédito financiero por el BEDE o la CFN, institución financiera estatal encargada de los préstamos, evaluación de créditos y calificaciones de estudios técnicos.

En base al estimado calculado del valor de la propuesta se contemplará el financiamiento del 100% de un crédito bancario, por lo tanto de acuerdo a las estipulaciones estatales el margen de la tasa de interés se estimará que es del 10% deducible que se cancelará en un plazo de 12 meses (1 año) del promedio calculado anteriormente, el departamento financiero es encargado de realizar el préstamo está en total obligación cancelar 100% del crédito solicitado en la institución financiera, la cual tiene una tasa de interés del 10% mensual que se cancelará próximo a los meses de su construcción de la propuesta.

Tabla N° 68: Financiamiento

DETALLE	COSTO
Crédito Financiado (C): 100%	\$ 51.501,69
Interés anual	10%
Interés mensual	12%
Número de pagos	12

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Amortización del crédito financiado

Para que el crédito financiado sea amortizado, se calculará el pago mensual correspondiente de acuerdo al monto de la propuesta:

$$Pago = \frac{C * Tasa}{1 - (1 + Tasa)^{-n}}$$

$$Pago = \frac{51.501,69 * 10\%}{1 - (1 + 10\%)^{-12}}$$

$$Pago = 7.558,55 \text{ USD}$$

Los pagos a realizarse mensualmente del crédito realizado para el financiamiento ascienden a \$ 7.558,55 USD dólares de acuerdo a la ecuación de interés compuesto que se ha realizado.

Tabla N° 69: Amortización

Trimestre	n	Crédito	Interés (I)	Pago	Deuda
Dic-2017	0	51.501,69	10%		C+i-Pago
Ene-2018	1	51.501,69	5.150,16	7.558,55	49.093,30
Feb-2018	2	49.093,30	4.909,33	7.558,55	46.440,08
Mar-2018	3	46.444,08	4.644,40	7.558,55	43.529,99
Abr-2018	4	43.529,93	4.352,99	7.558,55	40.324,37
May-2018	5	40.324,37	4.032,43	7.558,55	36.798,25
Jun-2018	6	36.798,25	3.679,82	7.558,55	32.919,52
Jul-2018	7	32.919,52	3.291,85	7.558,55	28.652,92
Ago-2018	8	28.652,92	2.865,29	7.558,55	23.959,66
Sep2018	9	23.959,66	2.395,96	7.558,55	18.797,07
Oct-2018	10	18.797,07	1.879,70	7.558,55	13.118,22
Nov-2018	11	13.118,22	1.311,82	7.558,55	6.871,49
Dic-2018	12	6.871,49	687,14	7.558,55	0,08
Total			39.200,89	90.702,60	

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

De este modo se calculó el estimado de Interés que se cancelará en los siguientes 12 meses del año 2018, para el pago del crédito financiero otorgado por la institución que podría ser el BEDE o CFN.

Tabla N° 70: Intereses Anuales del Crédito

Intereses Anuales del Crédito Financiado	
Período	Costos Financieros
Ene-2018	5.150,16
Feb-2018	4.909,33
Mar-2018	4.644,40
Abr-2018	4.352,99
May-2018	4.032,43
Jun-2018	3.679,82
Jul-2018	3.291,85
Ago-2018	2.865,29
Sep2018	2.395,96
Oct-2018	1.879,70
Nov-2018	1.311,82
Dic-2018	687,14
Total	\$ 30.200,89

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

Una vez dado el visto bueno acerca del crédito financiado por la entidad financiera, se obtuvo un interés anual de \$ 30.200, 89 USD, que deberá ser cancelado hasta el segundo año luego del inicio de la implementación u operación de la propuesta.

5.5 Evaluación financiera (Período de Recuperación, Coeficiente de Costo/Beneficio)

Para la aplicación de la evaluación financiera de acuerdo a los lineamientos de la propuesta es necesario calcular y analizar los índices financieros que sustentará al proyecto de implementación de tratamiento de aguas residuales domésticas, estos índices son los siguientes:

- Período de Recuperación de la Propuesta
- Coeficiente de costo/beneficio

5.5.1 Período de Recuperación de la Inversión

Para determinar el tiempo de recuperación de la inversión, se utiliza la ecuación financiera con la cual se comprobó los criterios económicos considerando como valor i , a la tasa de interés del 10%.

Como sabemos que el Municipio del Cantón Salinas, por ser una entidad gubernamental, sus ingresos vienen del campo tributario, es decir de los impuestos, tasas y contribuciones que forman el 30% de las cuales son \$ 7.043.577 y con un 65% de las transferencias estatales de las regalías del petróleo son aproximadamente \$ 24.674.949 y 5% financiamiento de empresas cuenta con el \$ 45.300 , pero el financiamiento propio no alcanza para cubrir con el proyecto, tanto como las contribuciones como las transferencias es dinero utilizado en la realización de obras para el Cantón, lo que se utilizará es el monto del financiamiento de la empresa privada para cancelar toda la inversión:

Tabla N° 71: Recuperación de la Inversión

Año	n	Inv. Inicial	F	i	P	P
2017	0	51.501,69				Acumulado
2018	1		\$45.300,00	10%	\$4.530,00	\$49.830,00
2019	2		\$47.750,00	10%	\$4.750,00	\$52.500,00
			Total			\$102.330,00

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

La recuperación de la inversión se produce en el segundo año del período de operación o implementación de la propuesta, en el cual el valor de P acumulado es de \$ 102.330,00, es superior al valor de la inversión inicial adicional con el pago del préstamo que suma un estimado de \$ 90.702,60 USD. De esta manera se comprobó que el Municipio está apto en la inversión del tratamiento y no afecta con el presupuesto planificado en sus arcas financieras, para ello se realizó una tabla que corrobora el tiempo de recuperación:

Tabla N° 72: Tiempo Aproximado para la recuperación de inversión

Períodos de recuperación del capital aproxi		2	Años
Período de recuperación del capital exacto		1.82	Años
Período de Recuperación del Capital Exacto		22.57	Meses
Período de Recuperación del Capital Exacto	1	8	Año/meses
Coefficiente Costo/Beneficio		8	Meses

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

5.5.2 Coeficiente de Beneficio/Costo

Para aplicar el coeficiente de costo/beneficio se debe emplear la siguiente fórmula matemática:

$$\text{Coeficiente Beneficio/costo} = \frac{\text{beneficio}}{\text{costo}}$$

El beneficio de la propuesta se refiere al valor que se obtuvo en el pago acumulado que fue \$102.330,00, dividido al costo de la propuesta es de \$ 51.501,69, esto es la inversión necesaria para la implementación del tratamiento de aguas residuales domésticas para el sector en mención. De esta manera se procedió al cálculo del coeficiente Beneficio/Costo:

$$\text{Coeficiente Beneficio/costo} = \frac{102.330,00}{51.501,69}$$

$$\text{Coeficiente Beneficio/costo} = \$1.98$$

De acuerdo a los cálculos realizados se muestra que por cada dólar que se va invertir se recibirá \$ 1.98, es decir \$0.98 de beneficio adicional, lo que indica la factibilidad y viabilidad de la misma.

5.6 Vida útil de la inversión

Generalmente, cada fabricante de la tecnología de MBBR (Bioreactores de Lecho Móvil), describen que dependerá exclusivamente de la carga contaminante y el nivel de índice de contaminación contenida en el agua, para poder conocer la vida útil de la propuesta. Expone de acuerdo a los manuales de fabricante que los equipos MBBR tienen una durabilidad de un promedio de 20 años de funcionamiento en su capacidad máxima y normal con flujo constante trabajando más de 10 horas/día. Pero para las instalaciones que se han adecuado en el terreno de implementación para el montaje y la operatividad de los equipos del tratamiento de agua residual propuesto se estipula un promedio de 15 – 20 años promedio que puede cumplir con todas las expectativas de saneamiento de efluentes.

CONCLUSIONES

- Se constató las causas del origen de la problemática acerca de las aguas residuales en el Sector La Milina, y se hace mención de las posibles razones de beneficio de la justificación de la propuesta, también se conoció el marco legal ambiental aplicable sobre tratamiento de aguas residuales como lo estipula la ley actual.
- La situación actual es regular en el Sector la Milina sobre la presencia de aguas residuales domésticas, porque no cuenta con servicios de alcantarillado pluvial ni domiciliario, y de esta manera se ha generado problemas para su remoción, focos de contaminación
- En base a la Identificación y Evaluación realizada a los impactos ambientales, se obtuvo que el grado de contaminación del agua residual a ser tratada presenta un nivel de contaminación importante, se obtuvo un promedio de 74% de impacto ambiental crítico en el sector de la Milina a causa de los pozos de descarga de efluentes.
- El sistema de tratamiento propuesto se diseñó mediante los criterios de diseño y de utilidad conforme a la investigación y cálculos realizados, la eficiencia de remoción es de 92% DBO, 93% DQO, 95% SST, 87% NTK y remoción de fósforo con 85%, con esto se permitirá conseguir una agua clarificada y desinfectada en los parámetros que obliga la ley actualmente.
- Por último, se realizó el análisis económico financiero, sobre los costos de inversión para su implementación, así como los elementos necesarios para su operación, para la ejecución del proyecto se necesita 51.501,69 USD dólares, la vida útil es de 20 de años de operación.

RECOMENDACIONES

- Dar atención de las autoridades de las empresas públicas como AGUAPEN EP y el Municipio de Salinas en el Sector La Milina para reducir los niveles de contaminación causado por los pozos de descarga de efluentes.
- Aplicar medios saneamientos al sector, para fomentar la limpieza la descontaminación sobre los efectos de las aguas residuales, que afectan al bienestar del sector en mención.
- Realizar controles constantes sobre el nivel de afectación o de contaminación de las aguas residuales domésticas mediante la aplicación de matrices de identificación y evaluación de impactos ambientales.
- Implementar el tratamiento de agua residual en base a bioreactores de lecho móvil, por la razón que brinda remoción de casi 94 % de los parámetros contaminantes que afectan el efluente, y de esta manera se podrá descargarla o en otros casos reutilizarla para fines de riego.
- Invertir los 51.501,69 USD dólares para la solución del problema del agua residual en el sector, las autoridades encargadas buscaran dentro de su presupuesto anual, el valor de la inversión de cada uno de los elementos que compone la propuesta.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) AKVO. ORG. (2009). Anaerobic Baffled Reactor ABR. (Disponible en www.akvo.org/./Anaerobic_Baffled_Reactor).
- (2) ALIANZA POR EL AGUA. (2008). Manual de depuración de aguas residuales urbanas. Ediciones idesamares. Centro América. 264p.
- (3) APHA, AWWA, WEF. (1999). American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federaton. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA. 20ma edicion. Washintong DC.
- (4) AZNAR, Antonio. (2008). Las tecnologías ecológicas y de bajo coste. Dpto. de ciencia e ingeniería de Materiales e Ingeniería Química de la Universidad Carlos III de Madrid. 10ma edición.
- (5) CITME. (2006). Círculos de Innovación en Tecnologías Medioambientales y Energía de la Universidad de Alcalá. Tratamientos Avanzados de Aguas Residuales Industriales. Madrid. Elece industria gráfica. 137p.
- (6) CRITES y TCHOBANOGLIOUS. (2000). Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones. McGraw-Hill interamericana, S.A. Bogotá. 776p.
- (7) ESCALAS, Antoni. (2006). Modelación Matemática de procesos biológicos de tratamiento. (Consultado en: Resumen curso “Tecnologías Sostenibles para el tratamiento de aguas y su impacto en los sistemas acuáticos” Universidad de Concepción, Chile, 5 de julio de 2006).
- (8) HERNADEZ, Aurelio. (2004) Manual de Depuración Uralita. Sistemas de para depuración de aguas residuales en núcleos de hasta 20.000 habitantes. 3era edición. Edición Editorial Thompson España 236p.
- (9) MANGA, Certain, MOLINARES, N, y ARRIETA, J. (2006). Tratamiento de Aguas Residuales mediante sistemas de lagunaje. Ediciones Uninorte. Barranquilla – Colombia.

- (10) MENENDEZ, Carlos & PEREZ, Jesús. (2007) Procesos para el Tratamiento Biológico de Aguas Residuales Industriales, 2da edición. Ciudad de la Habana. Editorial Félix Barrera. Editorial Universitaria. 289p.
- (11) METCALF & EDDY, Inc. (2000). Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización. 3era edición. Ed. McGraw-Hill, Madrid.
- (12) ROMERO, Jairo. (1999). Tratamiento de aguas residuales por lagunas de estabilización. 3era edición. Editorial Alfa-Omega. México.

ANEXO N°1
FORMATO DE ENCUESTAS
**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Tema: ESTUDIO TÉCNICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE LA APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA DE BIOREACTORES DE LECHO MÓVIL (PROCESO MBBR), PARA MINIMIZAR EL IMPACTO AMBIENTAL NEGATIVO EN LA CIUDADELA LA MILINA, DEL CANTÓN SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA

De antemano le agradezco por la atención prestada, podría ayudarme a contestar las siguientes encuestas:

Por favor colocar una X a la opción seleccionada

1. **¿Conoce usted si las autoridades que están encargadas actualmente del Municipio de Salinas, están tomando medidas sobre la contaminación de los pozos mencionados?**

Si	
Tal vez	
No se	
No	

2. **¿Conoce usted sobre algún tratamiento de aguas residuales que se están aplicando en las aguas servidas del sector la Milina?**

Si	
Tal vez	
No se	
No	

3. **¿Usted está de acuerdo, que se aplique algún tipo de tratamiento a las aguas residuales que se encuentran en los pozos de descarga del sector la Milina?**

Si	
Tal vez	
No se	
No	

4. **¿Conoce usted, que se haya realizado algo con respecto a los pozos de descargas de aguas servidas, por parte de las autoridades de Aguapen EP?**

Si	
Tal vez	
No se	
No	

5. **¿Cree usted que es necesario implementar alguna solución a corto plazo sobre la problemática de la acumulación de aguas residuales en el sector La Milina?**

Si	
Tal vez	
No se	
No	

6. **¿Está de acuerdo que es necesario realizar un estudio de impacto ambiental para conocer el daño de contaminación que se encuentra en la actualidad en el sector la Milina?**

Si	
Tal vez	
No se	
No	

7. **¿Cree usted que al establecer un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, se podrá reducir significativamente con los problemas medio ambientales y de salud que aquejan a los pobladores del sector La Milina?**

Si	
Tal vez	
No se	
No	

Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

ANEXO N°2
FORMATO DE ENTREVISTAS
**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Tema: ESTUDIO TÉCNICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE LA APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA DE BIOREACTORES DE LECHO MÓVIL (PROCESO MBBR), PARA MINIMIZAR EL IMPACTO AMBIENTAL NEGATIVO EN LA CIUDADELA LA MILINA, DEL CANTÓN SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA

1. ¿Cree usted que al implementar un sistema de tratamientos de aguas residuales domésticas basado en procesos MBBR se reducirá el grado de contaminación en el sector la Milina?

2. ¿Conoce usted sobre algún tratamiento de aguas residuales que se están aplicando en las aguas servidas del sector la Milina?

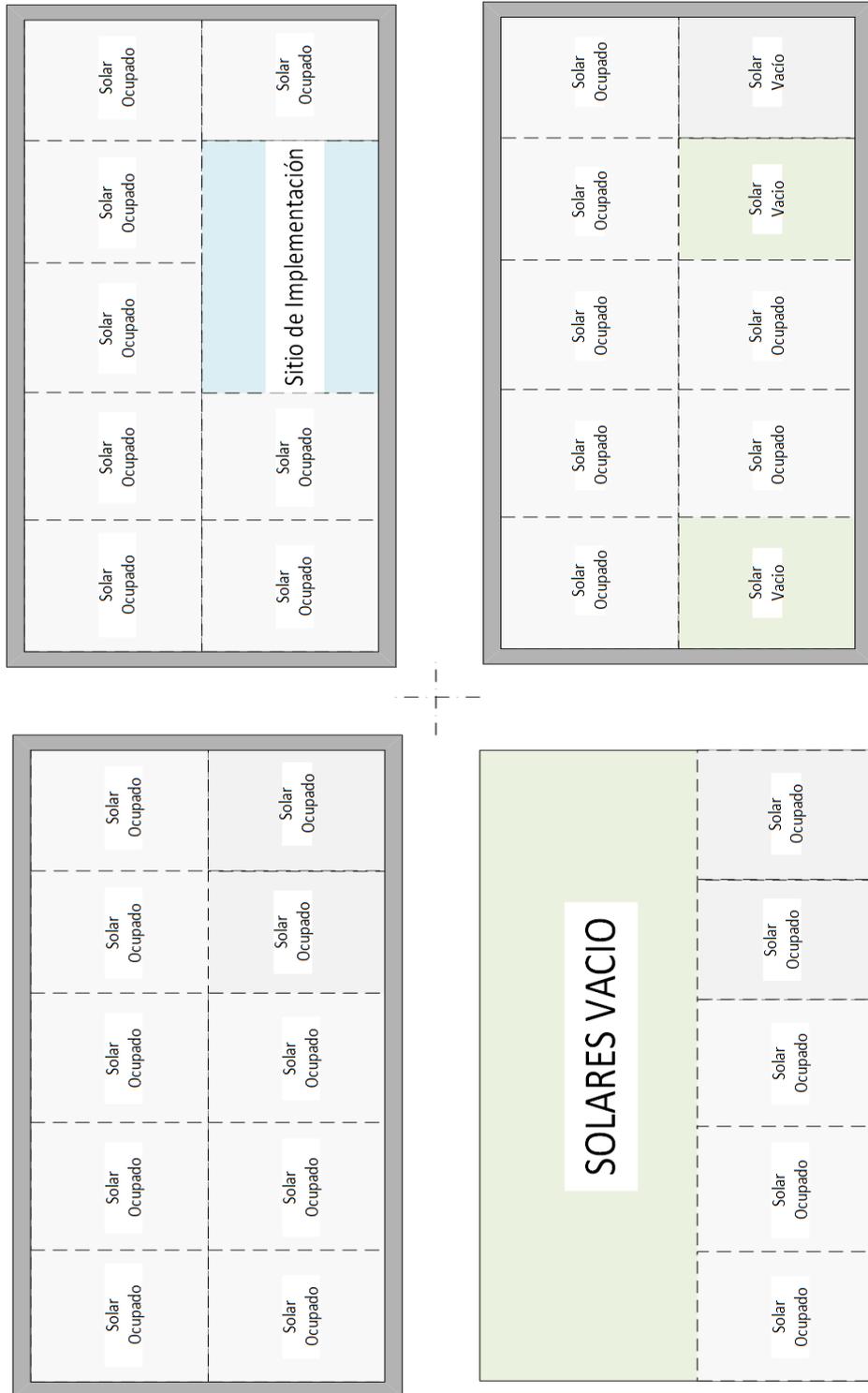
3. ¿Cree usted que cada cantón de la Provincia de Santa Elena, en este caso el Cantón Salinas deberá contar con un sistema propio de tratamiento de aguas residuales?

4. ¿Cree usted que Aguapen EP tiene la obligación de solucionar los problemas del alcantarillado sanitario y de las aguas servidas en el sector la Milina?

5. ¿Cree usted, que el sistema de tratamientos de aguas residuales mediante la aplicación de procesos MBBR, debería funcionar como proyecto cantonal o solo para el sector la Milina?

ANEXO N°3

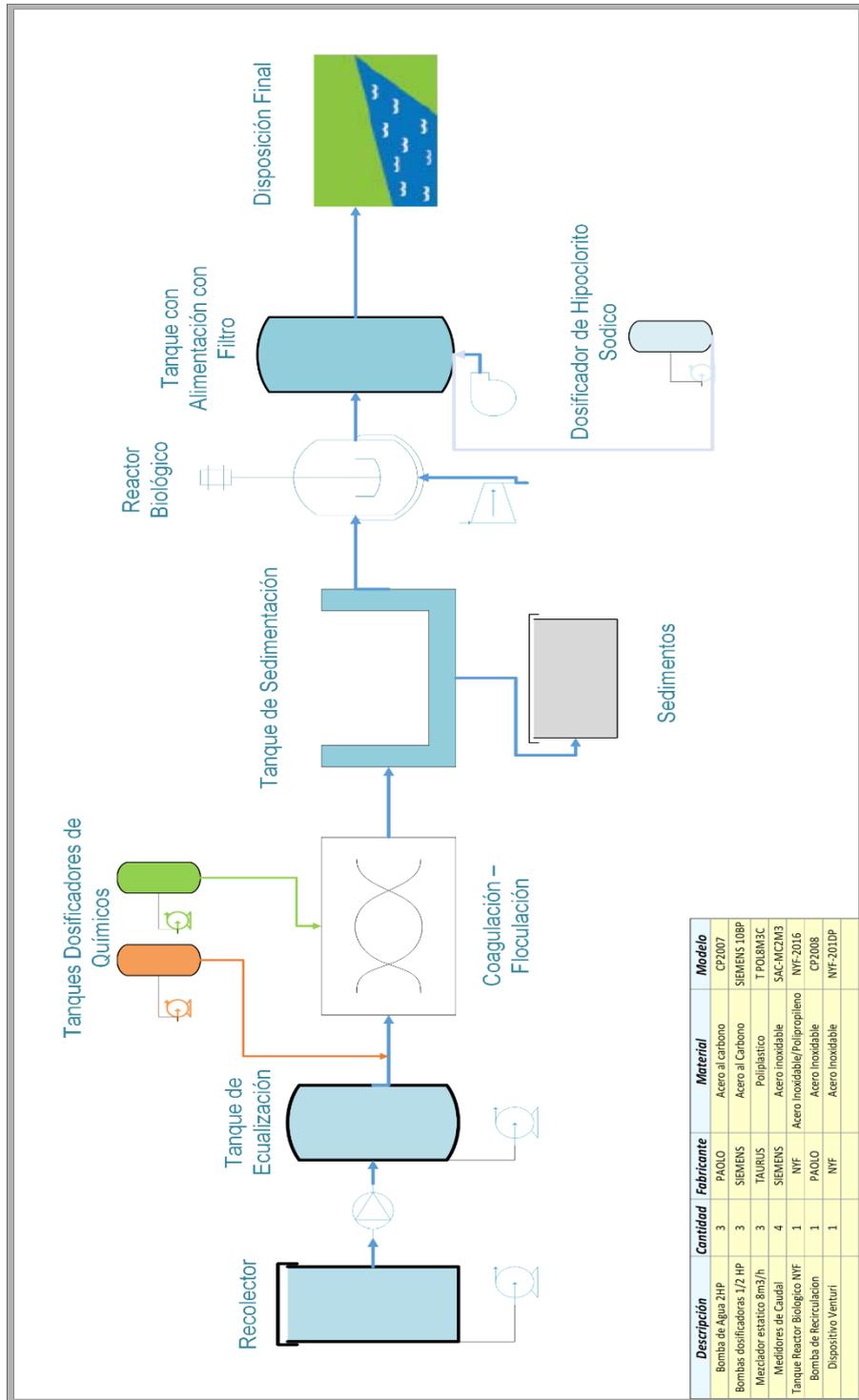
UBICACIÓN DEL PROYECTO



Elaborado por: Rosa Orrala Soriano

ANEXO N°4

ESQUEMA DE PROCESOS DEL TRATAMIENTO PROPUESTO



Elaborado por: Rosa Orrala Soriano