



**FACULTAD DE POSTGRADO**

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

**MITIGACIÓN Y CONTROL DE MALOS OLORES GENERADOS  
EN EL CANAL CHOTEPE EN SAN PEDRO SULA.**

**SUSTENTADO POR:**

**SILVIA YAMILETH OSORTO SANTOS**

**MARLON MAURICIO MURILLO DÍAZ**

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE:**

**MÁSTER EN ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS**

**SAN PEDRO SULA, CORTÉS, HONDURAS, C.A.**

**AGOSTO, 2020**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA  
UNITEC**

**FACULTAD DE POSTGRADO**

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**RECTOR**

**MARLON ANTONIO BREVÉ REYES**

**SECRETARIO GENERAL**

**ROGER MARTÍNEZ MIRANDA**

**VICERRECTORA ACADÉMICA**

**DESIREE TEJADA CALVO**

**VICEPRESIDENTE UNITEC, CAMPUS S.P.S**

**CARLA MARIA PANTOJA**

**MITIGACIÓN Y CONTROL DE MALOS OLORES GENERADOS  
EN EL CANAL CHOTEPE EN SAN PEDRO SULA.**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS  
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE:**

**MÁSTER EN ADMINISTRACIÓN  
DE PROYECTOS**

**ASESOR METODOLÓGICO  
ABEL EDGARDO SALAZAR MEJÍA**

**ASESOR TEMÁTICO  
JOSÉ HÉCTOR MUÑOZ LEIVA**

**MIEMBROS DE LA TERNA**

**JAVIER ENRIQUE MATUTE TORRES  
LEIDA NINOSCA POLANCO  
HÉCTOR ORLANDO PERDOMO FERNÁNDEZ**

# **DERECHOS DE AUTOR**

© Copyright 2020

SILVIA YAMILETH OSORTO SANTOS

MARLON MAURICIO MURILLO DÍAZ

Todos los derechos reservados



## **FACULTAD DE POSTGRADO**

# **MITIGACIÓN Y CONTROL DE MALOS OLORES GENERADOS EN EL CANAL CHOTEPE EN SAN PEDRO SULA.**

### **SUSTENTADO POR:**

**Silvia Yamileth Osorto Santos & Marlon Mauricio Murillo Díaz**

### **RESUMEN**

El presente trabajo trata de la investigación de los malos olores generados en el canal Chotepe, determinando alternativas de mitigación y control de los mismos, causas, grado de contaminación y los efectos secundarios de las aguas residuales en el sector sureste de la ciudad de San Pedro Sula. Planteando la hipótesis de investigación acerca de que la aplicación de alternativas de mitigación y control de malos olores generados en el canal Chotepe representa un porcentaje de sobre costo menor a un 10% sobre la inversión de las urbanizaciones afectadas. La metodología se desarrolla con un enfoque mixto, no experimental y teoría fundamentada, transversal con observación y descriptivo con un estudio técnico de las variables con una estrategia para obtener muestras del agua residual, así con un valor de 210 mg/l en la DBO, Sulfuros 12.4 mg/l, el PH de 7.61, el oxígeno disuelto de 0.3mg/l, etc., valores extremos a lo permisible para un cuerpo receptor, se determinó implementar las barreras vivas junto con el embaulado de tubería de concreto, obteniendo el sobre costo típico para una urbanización. Lo que permite concluir con el rechazo de la hipótesis nula, ya que el sobre costo es de 4.6% el cual será adicional al costo de la vivienda recomendando la implementación de alternativas que resuelvan el problema en la zona de estudio, con un alcance de construir el embaulado de concreto y la barrera viva con un costo de 23 millones de lempiras, en un tiempo de 143 días calendario, con la socialización de todos los interesados.

**Palabras clave:** Aguas Residuales, Contaminación odorífica, Cuerpo receptor, Generadores de oxígeno, Alternativas de control.



**POSTGRADUATE FACULTY**  
**MITIGATION AND CONTROL OF BAD ODORS GENERATED IN**  
**THE CHOTEPE CHANNEL IN SAN PEDRO SULA.**

**SUPPORTED BY:**

**Silvia Yamileth Osorto Santos & Marlon Mauricio Murillo Díaz**

**ABSTRACT**

This work deals with the investigation of bad odors generated in the Chotepe channel, determining mitigation alternatives and their control, causes, degree of contamination and secondary effects of wastewater in the southeast sector of the city of San Pedro Sula. Proposing the research hypothesis that the application of alternatives for mitigation and control of bad odors generated in the Chotepe channel represents a percentage of cost overruns of less than 10% on the investment of the affected urbanizations. The methodology is developed with a mixed, non-experimental approach and grounded theory, transversal with observation and descriptive with a technical study of the variables with a strategy to obtain samples of the residual water, thus with a value of 210mg / l in the BOD, Sulfides 12.4 mg / l, the PH of 7.61, the dissolved oxygen of 0.3mg / l, etc., extreme values to what is permissible for a receiving body, it was determined to implement the live barriers together with the concrete pipe packaging, obtaining the extra cost typical for an urbanization. This allows concluding with the rejection of the null hypothesis, since the cost is 4.6%, which will be additional to the cost of housing, recommending the implementation of alternatives that solve the problem in the study area, with a scope to build the concrete packaging and the living barrier at a cost of 23 million lempiras, in a time of 143 calendar days, with the socialization of all those interested.

**Keywords: Wastewater, Odor pollution, Receiving body, Oxygen generators, Control alternatives**

## **DEDICATORIA**

Primeramente, a Dios Todopoderoso nuestro Señor y guía en nuestros pasos, a mi familia, mi esposo Mario y a mis hijos Mario René, Gabriel y Sofía que apoyaron esta nueva aventura académica estando pendientes día a día.

Silvia Yamileth Osorto Santos

A Dios Todopoderoso, que me ha guiado en esta etapa de mi vida, a mi familia por su gran apoyo y acompañamiento durante este proceso de formación académica y a mi abuela Tina que donde quiera que este acompaña siempre mis pensamientos.

Marlon Mauricio Murillo Díaz

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a nuestros catedráticos de UNITEC del programa de Posgrados que participaron directamente en nuestra formación académica a lo largo de las cátedras recibidas que son un complemento básico para la maestría.

A nuestro asesor metodológico el Ing. Abel Edgardo Salazar Mejía, al asesor temático el Ing. José Héctor Muñoz Leiva, a todos los que de una u otra forma fueron apoyo en nuestro tema, aquellos que nos escucharon nuestras ideas, testigos de nuestros avances, entusiasmo de hacer algo que deje huella en nuestra sociedad hondureña.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	1
1.1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA .....	2
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	7
1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA.....	7
1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	9
1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	9
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	9
1.4.1 OBJETIVO GENERAL .....	9
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	10
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b> .....	11
2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	11
2.1.1 ANÁLISIS DEL MACRO-ENTORNO.....	11
2.1.2 ANÁLISIS DEL MICRO-ENTORNO .....	17
2.1.3 ANÁLISIS LOCAL .....	24
2.1.4 ANÁLISIS INTERNO .....	29
2.2 TEORÍA DEL SUSTENTO .....	31
2.2.1 AGUAS RESIDUALES.....	31
2.2.1.1 DEFINICIÓN.....	31
2.2.1.2 DIMENSIONES DE AGUAS RESIDUALES .....	32
2.2.1.3 MODELOS DE AGUAS RESIDUALES.....	32
2.2.1.4 MEDICIÓN DE AGUAS RESIDUALES .....	32
2.2.2 CONTAMINACIÓN ODORÍFICA .....	34
2.2.2.1 DEFINICIÓN.....	34
2.2.2.2 DIMENSIONES DE CONTAMINACIÓN ODORÍFICA .....	34
2.2.2.3 MODELOS DE LA CONTAMINACIÓN ODORÍFICA.....	34
2.2.2.4 MEDICIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ODORÍFICA.....	35

2.2.3	CUERPO RECEPTOR.....	37
2.2.3.1	DEFINICIÓN.....	37
2.2.3.2	DIMENSIONES DE CUERPOS RECEPTORES .....	37
2.2.3.3	MODELOS DE CUERPOS RECEPTORES.....	38
2.2.3.4	MEDICIÓN DE CUERPOS RECEPTORES .....	38
2.2.4	ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL .....	38
2.2.4.1	DEFINICIÓN.....	39
2.2.4.2	DIMENSIONES DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL ..	39
2.2.4.3	MODELOS DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL .....	40
2.2.4.4	MEDICIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL .....	40
2.3	CONCEPTUALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	40
2.3.1	VARIABLE DEPENDIENTE .....	41
2.3.1.1	MALOS OLORES (SULFURO DE HIDRÓGENO) .....	41
2.3.2	VARIABLES INDEPENDIENTES.....	42
2.3.2.1	AGUAS RESIDUALES .....	42
2.3.2.2	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO (DBO) .....	43
2.3.2.3	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO).....	43
2.3.2.4	OXÍGENO DISUELTO.....	43
2.3.2.5	POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH).....	43
2.3.2.6	ESTACIONES DEL AÑO.....	44
2.3.2.7	VIENTO.....	44
2.3.2.8	DISTANCIA .....	44
2.3.2.9	CUERPO RECEPTOR .....	44
2.3.2.10	ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL.....	45
2.3.3	ALTERNATIVAS DE MITIGACION Y CONTROL DE OLORES .....	48
2.3.3.1	AERACIÓN PROLONGADA .....	48

2.3.3.2	FLUJOS DE PISTÓN .....	48
2.3.3.3	DISTRIBUCIÓN ESCALONADA .....	48
2.3.3.4	OXIFUCH.....	49
2.3.3.5	BARRERAS VIVAS .....	51
2.3.3.6	EMBAULAMIENTO DEL CANAL.....	52
2.4	INSTRUMENTOS .....	53
2.4.1	RECIPIENTES PARA LAS MUESTRAS .....	53
2.4.2	MÁSCARA RESPIRADORA- FILTROS PARA ÁCIDOS Y VAPORES .....	53
2.4.3	GUANTES DE PROTECCIÓN.....	54
2.4.4	LABORATORIO .....	54
2.4.5	VALIDEZ Y CONFIABILIDAD .....	54
2.4.6	PROCEDIMIENTOS EMPLEADOS .....	55
2.4.7	UBICACIÓN GEO-REFERENCIADA.....	55
2.4.8	GOOGLE EARTH .....	55
2.4.9	MUESTRA COMPUESTA.....	55
2.4.10	CUSTODIA Y VIGILANCIA DE LA MUESTRA.....	56
2.4.11	ANÁLISIS DE MUESTRAS EN EL LABORATORIO .....	56
2.5	MARCO LEGAL .....	56
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....</b>		<b>61</b>
3.1	CONGRUENCIA METODOLÓGICA.....	61
3.1.1	DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES .....	61
3.1.2	HIPÓTESIS .....	65
3.2	ENFOQUE Y MÉTODOS .....	66
3.3	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	67
3.3.1	POBLACIÓN .....	68
3.3.2	MUESTRA.....	69
3.3.3	UNIDAD DE ANÁLISIS.....	70
3.3.4	UNIDAD DE RESPUESTA .....	71
3.3.4.1	SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS .....	71
3.4	TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS .....	74

3.4.1	TÉCNICAS .....	74
3.4.2	HERRAMIENTAS.....	75
3.5	FUENTES DE INFORMACIÓN.....	76
3.5.1	FUENTES PRIMARIAS.....	76
3.5.2	FUENTES SECUNDARIAS .....	77
3.6	LIMITANTES DE LA INFORMACIÓN.....	78
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS</b>	.....	<b>79</b>
4.1	COMPARACIÓN ENTRE UNIDAD DE ANÁLISIS .....	79
4.2	ANÁLISIS DE RESULTADOS DE AGUAS RESIDUALES.....	81
4.2.1	DETERMINACIÓN DEL COLOR .....	81
4.2.2	DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SEDIMENTADOS .....	82
4.2.3	DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS .....	83
4.2.4	DETERMINACIÓN DE MATERIAL FLOTANTE Y ESPUMA.....	83
4.2.5	DETERMINACIÓN DE GRASAS Y ACEITES .....	84
4.2.6	DETERMINACIÓN DE LA TURBIDEZ .....	85
4.2.7	DETERMINACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD Y DUREZA .....	85
4.2.8	DETERMINACIÓN DE COLIFORMES.....	86
4.2.9	DETERMINACIÓN DE NITRÓGENOS.....	87
4.2.10	DETERMINACIÓN DE FÓSFORO, MAGNESIO Y OTROS QUÍMICOS.....	88
4.2.11	ANÁLISIS DE DETERMINACIÓN DE DBO.....	89
4.2.12	ANÁLISIS DE DETERMINACIÓN DE DQO .....	89
4.2.13	DETERMINACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO.....	90
4.2.14	DETERMINACIÓN DEL pH .....	91
4.3	ANÁLISIS DE LAS ESTACIONES DEL AÑO.....	92
4.3.1	DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA .....	92
4.3.2	DETERMINACIÓN DE LOS SULFUROS Y SULFATOS .....	93
4.4	ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL .....	94
4.4.1	BARRERAS VIVAS.....	94
4.4.2	EMBAULAMIENTO.....	96
4.4.3	BENEFICIOS.....	98
4.4.4	INVERSIÓN DEL PROYECTO .....	100

4.5	CASO DE ESTUDIO TÍPICO EN SAN PEDRO SULA .....	101
4.5.1	COSTO DE ALTERNATIVA DE MITIGACION.....	104
4.6	ANÁLISIS FINANCIERO .....	105
4.6.1	INVERSIÓN INICIAL DEL PROYECTO.....	105
4.6.2	PLAN DE INVERSIÓN.....	106
4.6.3	ESTRUCTURA DE CAPITAL .....	106
4.6.4	WACC DEL PROYECTO .....	107
4.6.5	FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO .....	107
4.6.6	VALOR POR CUOTA DE FINANCIAMIENTO.....	111
4.6.7	VALOR POR CUOTA DE FONDOS PROPIOS.....	111
4.6.8	VALOR DE LA CUOTA POR IMPLEMENTACIÓN DE ALTERNATIVAS ...	111
4.6.9	TASA INTERNA DE RETORNO Y VALOR PRESENTE NETO.....	112
4.7	OBJETIVOS.....	113
4.8	COMPROBACIÓN DE LAS HIPÓTESIS.....	114
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>115</b>
5.1	CONCLUSIONES .....	115
5.2	RECOMENDACIONES .....	116
<b>CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD .....</b>		<b>118</b>
6.1	TÍTULO DE LA PROPUESTA .....	118
6.2	INTRODUCCIÓN .....	118
6.3	PROPUESTA DEL PROYECTO .....	118
6.3.1	GESTIÓN DE LA INTEGRACIÓN.....	126
6.3.1.1	ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO.....	126
6.3.1.2	PLAN PARA LA DIRECCIÓN DEL PROYECTO .....	129
6.3.1.3	DIRIGIR Y GESTIONAR EL TRABAJO DEL PROYECTO .....	130
6.3.1.4	MONITOREAR Y CONTROLAR EL TRABAJO DEL PROYECTO .....	130
6.3.1.5	CONTROL INTEGRADO DE CAMBIOS.....	130
6.3.1.6	CIERRE DEL PROYECTO .....	132
6.3.2	GESTIÓN DEL ALCANCE.....	134

6.3.2.1	ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO .....	134
6.3.2.2	VALIDAR Y CONTROLAR EL ALCANCE .....	135
6.3.3	GESTIÓN DE LOS INTERESADOS.....	135
6.3.3.1	IDENTIFICAR LOS INTERESADOS.....	135
6.3.3.2	MATRIZ DE LA IDENTIFICACIÓN DE LOS INTERESADOS .....	135
6.3.3.3	MAPA DE PODER/INTERES DE LOS INTERESADOS.....	137
6.3.3.4	REGISTRO DE LOS INTERESADOS.....	138
6.3.3.5	PARTICIPACION DE LOS INTERESADOS .....	139
6.3.4	GESTIÓN DEL CRONOGRAMA .....	140
6.3.4.1	PLAN DE GESTIÓN DEL CRONOGRAMA .....	140
6.3.4.2	ESTRATÉGIA DEL MANEJO DEL CRONOGRAMA .....	142
6.3.5	GESTIÓN DE LOS COSTOS.....	142
6.3.5.1	PLAN DE COSTOS .....	142
6.3.5.2	PRESUPUESTO DEL PROYECTO .....	144
6.3.5.3	CONTROL DEL PRESUPUESTO .....	144
6.3.6	GESTIÓN DE LA CALIDAD .....	145
6.3.6.1	PLAN DE LA GESTIÓN DE LA CALIDAD.....	146
6.3.6.2	CONTROL DE CALIDAD .....	147
6.3.7	GESTIÓN DE LOS RECURSOS .....	148
6.3.7.1	PLAN DE GESTIÓN DE LOS RECURSOS .....	149
6.3.7.2	ADQUIRIR EL EQUIPO DEL PROYECTO.....	152
6.3.7.3	DESARROLLAR EL EQUIPO DEL PROYECTO .....	153
6.3.7.4	DIRIGIR Y CONTROLAR LOS RECURSOS.....	154
6.3.8	GESTIÓN DE LA COMUNICACIONES.....	154
6.3.8.1	PLAN DE COMUNICACIONES DEL PROYECTO.....	154
6.3.8.2	GESTIONAR Y MONITOREAR LAS COMUNICACIONES.....	157

6.3.9	GESTIÓN DE LOS RIESGOS .....	159
6.3.9.1	IDENTIFICAR LOS RIESGOS .....	159
6.3.9.2	ANÁLISIS Y MATRIZ DE RIESGOS .....	161
6.3.9.3	EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS.....	162
6.3.10	GESTIÓN DE LAS ADQUISICIONES .....	164
6.3.10.1	PLAN DE ADQUISICIONES .....	164
6.3.10.2	EFFECTUAR LAS ADQUISICIONES .....	165
6.3.10.3	CONTROLAR LAS ADQUISICIONES.....	166
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	.....	167
<b>ANEXOS</b>	.....	170
ANEXO 1.	TUBERIAS REFORZADAS .....	170
ANEXO 2.	TRANSPORTE DE TUBERIAS REFORZADAS .....	170
ANEXO 3.	DESCARGA CON GRUA DE TUBERIAS REFORZADAS .....	171
ANEXO 4:	CANAL CHOTEPE SECTOR SURESTE S.P.S.....	171
ANEXO 5:	EMBAULADOS CON TUBERIAS REFORZADA PREFABRICADA.....	172
ANEXO 6:	ANCHURA MINIMA DE ZANJA DE ACUEDO AL DIAMETRO DEL TUBO .	172
ANEXO 7:	CONCHAS DE ENCHUFE PARA TUBERIA.....	173
ANEXO 8:	DIMENSIONES RECOMENDADAS PARA CONCHAS DE ENCHUFE.....	173
ANEXO 9:	PROCEDIMIENTO PARA INSTALACION DE JUNTAS .....	174

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Volumen de aguas residuales en Centroamérica y República Dominicana .....	22
Tabla 2. Datos Básicos de Gestión 2015 en Honduras .....	27
Tabla 3: Categorías de aguas de acuerdo a nivel de contaminación .....	29
Tabla 4. Secuencia cronológica para construcción de P.T. en S.P.S. ....	30
Tabla 5. Normas de calidad para las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores .....	33
Tabla 6. Tablas FIDO (Frecuencia Intensidad y Duración del Olor).....	35
Tabla 7. Niveles permisibles o de inmisión para sustancias de olores ofensivos .....	37
Tabla 8: Normas técnicas de las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores .....	58
Tabla 9: Operacionalización de las variables .....	63
Tabla 10. Plan de diseño de la investigación. ....	68
Tabla 11. Unidad de análisis .....	70
Tabla 12. Unidad de Respuesta. ....	71
Tabla 13: Tabla resumen de alternativas .....	73
Tabla 14: Comparativo de costo de alternativas seleccionadas .....	73
Tabla 15: Parámetros fisicoquímicos de la norma técnica de aguas residuales .....	79
Tabla 16: Intensidad del olor.....	93
Tabla 17: Tipos de árboles para barreras vivas .....	94
Tabla 18: Resumen de Inversión. ....	100
Tabla 19: Presupuesto de Construcción de Vivienda.....	102
Tabla 20: Precio de Venta de Vivienda Típica .....	104
Tabla 21: Porcentaje de incidencia por sobrecosto de aplicación de alternativas.....	105
Tabla 22: Costos de Inversión del Proyecto.....	106
Tabla 23: Estructura de Capital.....	106
Tabla 24: Cálculo del WACC del Proyecto. ....	107
Tabla 25: Cálculo del Préstamo. ....	108
Tabla 26: Estado de resultados.....	112
Tabla 27: Valor Presente y Tasa Interna de Retorno .....	112
Tabla 28: Acta de Constitución.....	127
Tabla 29: Integración del proyecto.....	129
Tabla 30 : Solicitud de cambios del proyecto .....	131

Tabla 31: Identificación de los interesados del proyecto .....	137
Tabla 32: Registro de los interesados.....	138
Tabla 33: Matriz de gestión y participación de los interesados .....	139
Tabla 34: Cronograma de ejecución del proyecto.....	140
Tabla 35: Plan de Gestión de Costos.....	142
Tabla 36: Presupuesto detallado del Proyecto.....	144
Tabla 37: Plan de Gestión de la Calidad del Proyecto .....	146
Tabla 38: Matriz Control de Calidad de Actividades.....	148
Tabla 39: Perfil de los responsables.....	150
Tabla 40: Matriz RACI .....	151
Tabla 41: Criterios de Aceptación del Talento Humano.....	152
Tabla 42: Plan de Capacitación para mejorar Competencias del equipo del Proyecto .....	153
Tabla 43: Plan de Reconocimiento.....	153
Tabla 44: Plan de Gestión de las Comunicaciones del Proyecto. ....	154
Tabla 45: Matriz de Comunicaciones.....	157
Tabla 46: Registro de Riesgos.....	160
Tabla 47: Matriz Probabilidad e Impacto.....	161
Tabla 48: Evaluación de Riesgos .....	162
Tabla 49: Mapa de Calor .....	162
Tabla 50: Evaluación de los Riesgos.....	163
Tabla 51. Formatos Estándar a Utilizar.....	166
Tabla 52: Matriz de Adquisiciones .....	166

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proyección población del Valle de Sula 2016 .....	2
Figura 2: Descargas de aguas residuales SPS 2016-2020 .....	3
Figura 3: Crecimiento de la Población Cortés 2020-2025. ....	4
Figura 4. Valores de DBO permitidos, estimados en fuente de estudio y brecha .....	8
Figura 5. Manejo de las aguas residuales en la Unión Europea .....	13
Figura 6. Descarga de aguas residuales sin tratar a cuerpos receptores naturales.....	15
Figura 7. Destino de las extracciones mundiales de agua dulce. Consumo y producción. ....	16
Figura 8. Tratamiento de las aguas residuales de acuerdo a la riqueza de los países. ....	16
Figura 9. Porcentaje de aguas residuales no tratadas 2015 y aspiraciones al 2030.....	17
Figura 10. Caudal de aguas municipales tratadas en México (m <sup>3</sup> /s) .....	20
Figura 11. Brecha de tratamiento de origen municipal estimada al 2030 en México .....	21
Figura 12. Tratamiento de aguas residuales en Centroamérica y República Dominicana .....	23
Figura 13: Necesidades de saneamiento en el Distrito Central .....	25
Figura 14. Cobertura de los servicios de agua y alcantarillado para 21 localidades. ....	28
Figura 15. Mapa conceptual de las variables .....	41
Figura 16. Planta moderna de tratamiento de aguas residuales.....	47
Figura 17: Flujos de líquido incluyendo la distribución escalonada.....	49
Figura 18: Tecnología Oxifuch para la oxigenación de aguas.....	50
Figura 19: Barreras Vivas Instaladas como Rompe vientos .....	51
Figura 20: Barreras vivas como rompe vientos.....	51
Figura 21: Ilustración típica de un embaulado .....	52
Figura 22. Diagrama de variables y dimensiones. ....	62
Figura 23. Estructura de la investigación .....	67
Figura 24. Población o área de estudio. ....	69
Figura 25. Puntos de toma de muestra .....	70
Figura 26. Técnicas .....	75
Figura 27. Fuentes de información primaria .....	77
Figura 28. Fuentes de información secundaria.....	77
Figura 29: Color aparente y verdadero del agua residual.....	81
Figura 30: Sólidos sedimentados.....	82

Figura 31: Sólidos suspendidos.....	83
Figura 32: Material flotante y espuma .....	83
Figura 33: Determinación de grasas y aceites.....	84
Figura 34: Determinación de Turbidez del agua residual .....	85
Figura 35: Determinación de Conductividad y dureza del agua residual .....	85
Figura 36: Determinación de coliformes.....	86
Figura 37: Determinación de nitrógenos en las aguas residuales.....	87
Figura 38: Determinación de Fósforo y Magnesio en el agua residual.....	88
Figura 39: Determinación de elementos químicos encontrados.....	88
Figura 40: Demanda biológica de oxígeno .....	89
Figura 41: Demanda química de oxígeno .....	89
Figura 42: Determinación del oxígeno disuelto .....	90
Figura 43: Potencial de hidrógeno (pH) y la alcalinidad del agua residual .....	91
Figura 44: Esquema de escalas para el pH.....	91
Figura 45: Temperatura del agua residual.....	92
Figura 46: Determinación de sulfuros .....	93
Figura 47: Sección típica de barrera viva contra olores .....	95
Figura 48: Planta típica de barrera viva contra olores.....	95
Figura 49: Detalle en planta de embaulamiento aguas arriba. ....	97
Figura 50: Sección típica de embaulamiento más barrera viva.....	98
Figura 51: Desarrollo Habitacional Típico en una longitud de 100 mts de canal.....	99
Figura 52: Residencial Caso Tipo en S.P.S.....	101
Figura 53: EDT del proyecto.....	134
Figura 54: Matriz Poder/Interés .....	137
Figura 55: Organigrama .....	149
Figura 56: Estructura de Desglose de los Riesgos .....	160

# CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se abordan los elementos de la investigación que ayudarán a tener un enfoque más preciso de la situación, lo anterior con el objetivo de alcanzar un análisis completo del problema en cuestión, elementos como ser antecedentes, preguntas, objetivos y justificación del problema serán mencionados en esta parte de la investigación.

## 1.1 INTRODUCCIÓN

La constante exposición a malos olores constituye un problema siendo un tipo de contaminación atmosférica derivada generalmente de la actividad humana. Esta mala calidad del aire puede resultar en algunas ocasiones nociva para la salud y en el mejor de los casos representa una situación incómoda y desagradable para la población. San Pedro Sula sufre entre otros lugares este problema muy marcadamente a lo largo de los cuerpos receptores de la ciudad y en especial del canal Chotepe sector sureste, afectando de esta manera la comodidad de los habitantes que ya se ubican en las cercanías del canal, así como limitando el crecimiento de las zonas que aún no están desarrolladas y que no ven una solución inmediata a la situación.

El presente trabajo tiene el propósito de determinar las principales causas de los malos olores presentes en el canal Chotepe y orientar la investigación en resolver la futura venta de lotes inmobiliarios en la zona, teniendo como tiempo disponible el primer semestre del año 2020 para ejecutarlo. Realizando también un análisis a nivel macro de las causas, que permita dimensionar mejor el problema para luego poder identificar las alternativas que puedan existir y lo mitiguen principalmente en el sector sureste de la ciudad, de esta manera mejorar las condiciones de las zonas potencialmente en desarrollo del sector, así como mejorar la condición de las áreas ya habitadas.

Los recursos serán determinados a partir de la alternativa factible que pueda resultar del estudio y se adapte lo mejor posible al entorno en conjunto con la Municipalidad de SPS de una manera de vinculación a la sociedad sampedrana por parte de UNITEC. Para lograr los objetivos de estudio se identificarán los lugares de muestreo comprendidos entre la zona del puente de la colonia Independencia y Residencial Valle Escondido, tomando en cuenta los vientos, las estaciones del año y las distancias desde el canal Chotepe.

## 1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

San Pedro Sula fue fundada el 27 de junio de 1536 y está ubicada en el extremo suroeste del extenso y fértil Valle de Sula, una región que genera aproximadamente el 62 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB) y el 68 por ciento de las exportaciones de la nación.

Tiene una de las más altas tasas de crecimiento poblacional de Honduras, asentada en las tierras bajas del valle, tiene a menudo un clima agobiante que puede ser extremadamente caliente y húmedo.

La población de San Pedro Sula paso de 70 habitantes en 1714 a 375 en 1789, y de 1891 a 1949 paso de 5 mil a 21 mil habitantes. De acuerdo a los datos de la Dirección de Investigación de Estadística Municipal, Diem, en el año 1999 San Pedro Sula había alcanzado la cifra de 515,206 habitantes y 538,100 para el 2004, y una población estimada de 719,000 habitantes en 2010.

Para el 2018 la población del municipio es de 777,877 personas la cual está compuesta por 369,197 hombres y 408,680 mujeres. Con una población en el área urbana de 736,751 personas, y en el área rural de 41,126 personas. (INE , 2018)



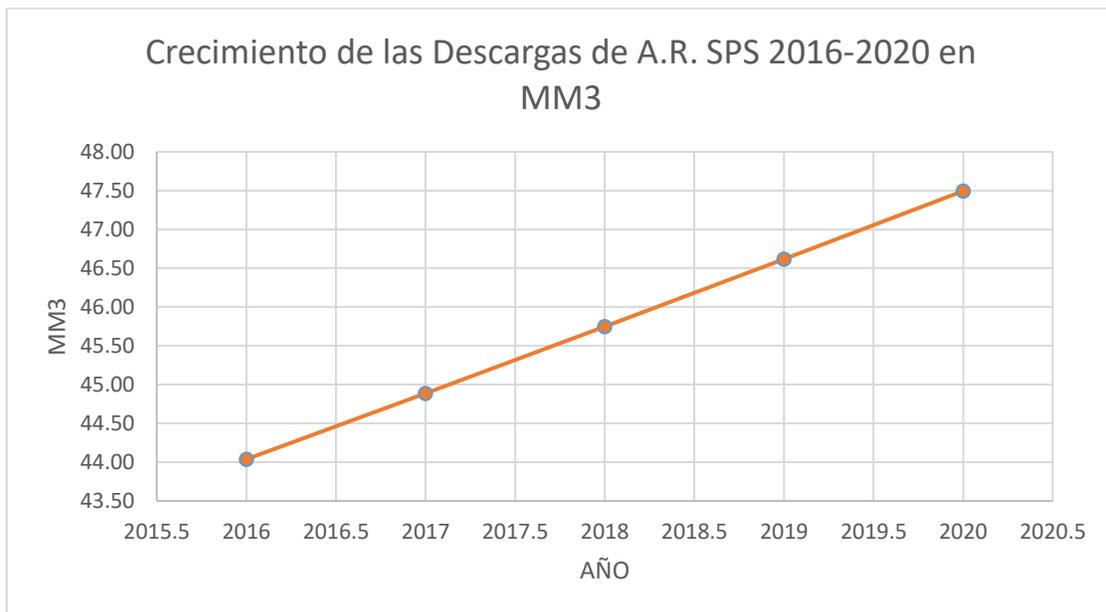
**Figura 1. Proyección población del Valle de Sula 2016**

Fuente: (INE, 2013)

De acuerdo a proyecciones de población Cortés 2013-2030, tomando la población para San Pedro Sula de la Figura 1, y utilizando índices de crecimiento de 1.93%, 1.92%, 1.90% y 1.88%

para el año 2017, 2018, 2019 y 2020 respectivamente, obtenemos la siguiente gráfica de crecimiento poblacional. (INE, XVII Censo de Población y VI de Vivienda, 2013).

Estos datos de crecimiento se obtienen de la proyección de población por departamento del censo citado, la cual nos muestra que la población de San Pedro Sula pasó de 754,061 habitantes en el 2016 a 813,263 habitantes en 2020, esto consecuentemente aumenta la cantidad de descargas de aguas residuales de la ciudad proporcionalmente al crecimiento de la población.



**Figura 2: Descargas de aguas residuales SPS 2016-2020**

Fuente: (Elaboración propia a partir de datos del INE, 2013)

La figura anterior nos muestra que San Pedro Sula ha descargado entre el 2016 y el 2020 un aproximado de 230 millones de metros cúbicos de agua residual sin tratar en la última media década a cuerpos receptores naturales, entre estos y principalmente el canal Chotepe.

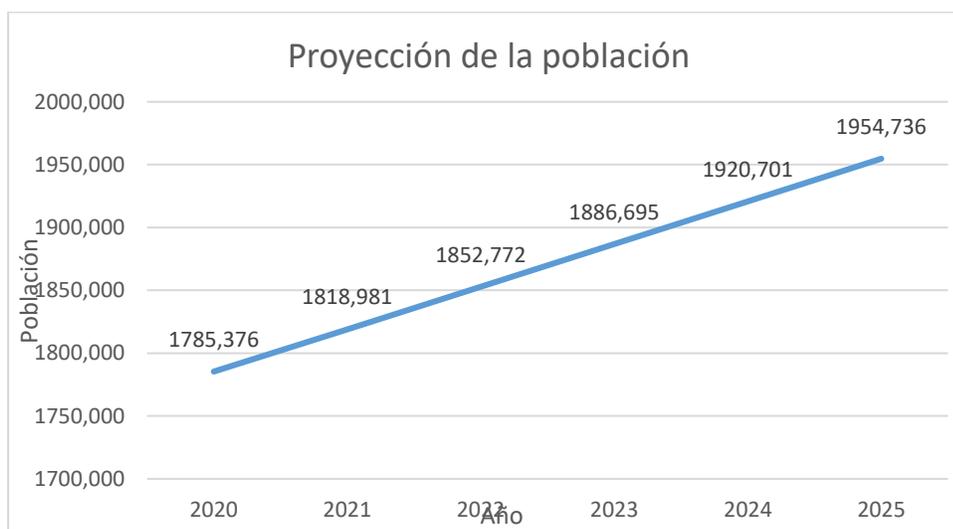
La ciudad ha sufrido durante décadas de un mal manejo de las aguas residuales. La falta de plantas de tratamiento, ha resultado en una contaminación ambiental que puede palpase en gran medida por la contaminación odorífera que se sufre a lo largo del canal Chotepe, que es uno de los principales cuerpos receptores de aguas residuales de la ciudad.

Por años se ha sufrido de la exposición al olor desagradable cuando se está ingresando a la ciudad por la zona sureste, justo sobre el puente de la Colonia Independencia, tomando en cuenta

que este es el ingreso a la ciudad de cualquier extranjero que aterrice en el Aeropuerto Ramón Villeda Morales.

El consumo promedio diario por persona por día de acuerdo a normas de diseño es de 200 litros por persona por día, en San Pedro Sula esto significa que se consumieron aproximadamente 160 millones de litros de agua diarios para los diferentes usos en el 2019. Lo que resulta en que el 80% de estas aguas se convirtieron en residuales, de esta manera se vertió un estimado de 128 millones de litros diarios como aguas residuales o servidas crudas a los diferentes cuerpos de agua, de los cuales el canal Chotepe es uno de los mayores receptores.

Tomando estos datos de consumo como referencia, podemos generar una gráfica de tendencia de crecimiento de la población para el departamento de Cortés, como se muestra a continuación.



**Figura 3: Crecimiento de la Población Cortés 2020-2025.**

Fuente: (Elaboración propia a partir de datos del INE, 2013)

De la gráfica anterior podemos observar que para el año 2025 la población para el departamento de Cortés rondará los dos millones de habitantes, de los cuales la gran mayoría se ubica en la ciudad de San Pedro Sula.

En el año 2000 la Municipalidad de San Pedro Sula concesionó a la compañía Aguas de San Pedro el servicio de agua de la Ciudad, tal contrato también incluye el Plan Maestro de

Alcantarillado Sanitario dentro del cual está el manejo de aguas residuales con las plantas de tratamiento.

Según noticias públicas en los diarios locales, en el mes de julio del año 2019 el alcalde de SPS, sostuvo una reunión con la empresa accionista mayoritaria de Aguas de San Pedro y anunciaron, que se invertirá en el sector sur de la ciudad aproximadamente 60 millones de dólares (1,470 millones), para la construcción de plantas de tratamiento en una primera fase.

Con el Plan Maestro de la Ciudad de San Pedro Sula se tiene planificado mejorar el sistema de alcantarillado y aguas residuales, para así culminar con las futuras Plantas de Tratamiento de la ciudad que darían fin al problema expuesto, sin embargo, se seguirá esperando la ejecución de la obra de infraestructura y su respectivo financiamiento. (Mi Ambiente, CESCO., 2018).

Honduras no cuenta con normas de calidad del aire para la protección a la salud de los impactos nocivos de los contaminantes atmosféricos. Estas normas son la base para el establecimiento de los objetivos de la política de calidad de aire de un país.

Dentro de los estudios previos al respecto se tienen algunos como ser: La Evaluación Físico Química y Eco toxicológica de la Parte Baja del Río Chamelecón. San Pedro Sula, Honduras, realizado por el Centro de Estudios y Control de Contaminantes CESCO en el año 2006. (Mi Ambiente, CESCO., 2018).

En Choluteca se realizó un Análisis de la contaminación del Río Choluteca y sus efectos sobre la población a su paso por Tegucigalpa por Beatriz Ponce de Montoya de la Escuela de Biología, Universidad Nacional Autónoma de Honduras, en el año 2008.

Este análisis proporcionó como una de sus conclusiones que los efectos principales que repercuten en la población son principalmente los malos olores en época de verano, cuando las aguas residuales se encuentran en mayor concentración contaminante por la falta de aguas en movimiento y por la evaporación de los líquidos quedando los sólidos en mayor proporción.

Respecto a estudios académicos previos relacionados al enfoque de nuestra investigación, en UNITEC se realizó en 2014 una Tesis de Postgrado llamada “Determinación de Contaminación

en la Microcuenca Campisa”, cuyo enunciado del problema era el desconocimiento de la contaminación en la microcuenca antes mencionada.

Una de las conclusiones de este estudio fue que las urbanizaciones de esta zona contribuyen a la contaminación debido a la falta de infraestructura para el tratamiento de aguas residuales, ya que los organismos proveedores de servicio de agua potable y alcantarillado sanitario solo se enfocan en proveer estos dos servicios y no implementan una planta de tratamiento o un plan de tratamiento para las aguas residuales que se generan. También en base a los análisis realizados a las muestras de agua de dicha zona de estudio se pudo determinar que existe contaminación en la microcuenca, pero esta se encontró dentro de los parámetros establecidos en la norma técnica de las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores y alcantarillado sanitario excepto para coliformes fecales. (Espinal & Flores, 2014).

También se llevó a cabo en la misma institución académica en 2014 una tesis llamada “Afecciones de los Pobladores de la Microcuenca Canal Campisa (MCC) y Riesgos Sanitarios”. El planteamiento del problema de dicho trabajo de investigación se basó que en la Microcuenca Canal Campisa (MCC), fluye agua que en su nacimiento presenta las características de un agua que puede ser utilizada para el consumo humano. Pero en el trayecto del canal, se observa que el aspecto del agua tiene un color negro con un olor fétido penetrante (propiedades físicas) y espuma por las características visibles del color y el olor del agua además del inexistente saneamiento ambiental se infiere que representa un riesgo para la salud de los moradores.

Una de las conclusiones de este trabajo de investigación fue que las afecciones más comunes de los pobladores de la MCC son del tipo respiratorio, intestinal y cutáneo. Específicamente: gripe y sintomatología de tos y diarrea. Los más afectados son los menores de cinco años de edad y personas de la tercera edad. El hecho de presentarse estas afecciones al menos de una a dos veces en el año, condiciona que por lo menos a causa de ello, los pobladores han tenido y tendrán gastos en medicamentos e incapacidad laboral lo cual afecta al impulso de la economía del país, la automedicación no ayuda a la situación ya que los virus y bacterias se vuelven resistentes a las fórmulas farmacológicas.

Los pacientes con tendencia a la automedicación no completan terapias antimicrobianas lo cual genera resistencia en los microorganismos y se enmascaran enfermedades agudas donde las primeras alertas son los síntomas leves de tos y diarrea que de no dar el debido abordaje agudizan las enfermedades. (Levy & Torres Garza, 2014).

Similares condiciones y problemas como los encontrados en estos trabajos de investigación priman a lo largo del canal Chotepe, que desde 1994 presentaba según algunos estudios realizados como lo indica la revista CAS 7 – 2007 del Centro de Estudios y Control de Contaminantes CESCOO, que el estudio realizado en 1994 del “Plan Maestro sobre el control de la Erosión y Sedimentación en la Cuenca Piloto, Choloma” se clasificaron 5 categorías de acuerdo al nivel de contaminación relativo, (SECOPT-JICA 1994), en la realización de su artículo Evaluación Físico Química y Eco toxicológica de la Parte Baja del Río Chamelecón. San Pedro Sula, Honduras. (Mi Ambiente, CESCOO., 2018).

Problemas de contaminación que con el crecimiento de la población es de esperarse que el nivel de contaminación también haya incrementado, puesto que desde entonces y hasta la fecha la ciudad aún no cuenta con un tratamiento para todas las aguas residuales que se generan. Uno de los indicadores del grado de contaminación de este canal han sido los malos olores que se generan a lo largo de su recorrido y principalmente en el sector sureste, puesto que en esta zona el canal casi ha hecho todo su recorrido y por ende recogida de las aguas residuales sin tratar de casi toda la ciudad.

### 1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Se detalla el problema a investigar dando a conocer las preguntas y objetivos a desarrollar para llegar a las soluciones esperadas demostrando a través del método científico.

#### 1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

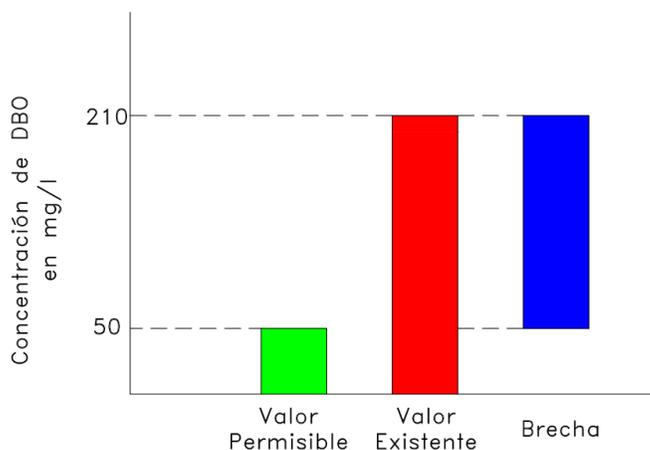
Las descargas de las aguas residuales domésticas e industriales, de todo el sistema de alcantarillado sanitario sin tratar de la ciudad de San Pedro Sula y de diferentes vertidos adicionales de otros cuerpos receptores, van a desembocar al cuerpos receptor en estudio, es decir al canal Chotepe, el cual es un canal abierto artificial de alivio para río Chamelecón, con el objetivo del control de inundaciones, sin embargo se acumulan las descargas de las aguas residuales con las aguas que vienen desde el río Chamelecón y avanza a lo largo de su línea de conducción,

provocando una contaminación medioambiental, de entre las cuales es una muy característica y palpable, por muchos años, son los malos olores que se generan al estar cerca de las aguas del canal Chotepe con mayor intensidad en tiempos de verano.

Estos malos olores dependiendo de los vientos, distancias, cerca del cuerpo receptor, afectan principalmente poblaciones existentes del sector sureste de la ciudad como ser: Col. Villa Olímpica, Col. San Cristóbal, Col. Independencia, Complejo Deportivo Olímpico y algunas recientes como Res. Valle Escondido donde se tienen problemas de venta de las viviendas y terrenos de la residencial así con problemas de inundaciones cuando las aguas aumentan de volumen, especialmente en tiempo de invierno. De igual manera este problema limita el desarrollo de terrenos existentes en este sector y potencialmente urbanizables, que no ven a corto plazo una solución a la situación actual.

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es uno de los indicadores más importantes en la medición de la contaminación en aguas residuales y generadores de malos olores. Se analizan los parámetros de descarga para un cuerpo receptor y logrando determinar las alternativas de mitigación y control.

El valor permitido de DBO para cuerpos receptores de acuerdo con lo establecido en las Normas Técnicas de las Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y Alcantarillado (NTNCRA) es 50 mg/l, los valores arriba de esta cantidad dificultan la vida y también comienza a generar malos olores. (Secretaría de Salud Pública, 1996)



**Figura 4. Valores de DBO permitidos, estimados en fuente de estudio y brecha**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de valores permitidos de acuerdo a (Secretaría de Salud Pública, 1996)

Siendo el valor de 210 mg/l, encontrado en la muestra de la demanda biológica de oxígeno, lo que indica que existe una brecha de 160 mg/l, que debe ser analizada dentro del enunciado del problema. La relación que existe entre la DBO y los olores característicos al agua residual se deben principalmente a la relación que existe con el sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) ya que este se produce por la reducción biológica de sulfatos y la descomposición de la materia orgánica.

### 1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Para formular el problema orientando la investigación en que al resolver la situación de la contaminación del aire se logre vender los lotes o terrenos de las urbanizaciones existentes o las futuras del sector sureste o colindantes al canal Chotepe. Presentamos a continuación una serie de preguntas de investigación las cuales nos llevaran a un buen resultado. ¿Cuáles son las alternativas para desarrollar acciones de mitigación y control de los malos olores generados en el canal Chotepe que permitan mejorar las condiciones del sector sureste de la ciudad?

### 1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- 1) ¿Cuáles son las causas de los malos olores en el canal Chotepe?
- 2) ¿Cuál es el grado de contaminación del agua del cuerpo receptor en estudio?
- 3) ¿Cuáles son los efectos secundarios de los malos olores en los alrededores?
- 4) ¿Qué alternativas existen para mitigar el problema en las zonas habitadas y las potencialmente en desarrollo del sector sureste?

## 1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

Se detalla a continuación la descripción de los objetivos que nos permitirán dar respuesta a nuestras preguntas e investigación.

### 1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer alternativas y acciones de mitigación y control de los malos olores generados en el canal Chotepe que permitan mejorar las condiciones del sector sureste de la ciudad.

#### 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Identificar las causas de los malos olores en el canal Chotepe.
- 2) Determinar el grado de contaminación del agua del cuerpo receptor en estudio.
- 3) Establecer los efectos secundarios de los malos olores en los alrededores.
- 4) Determinar las alternativas que existen para mitigar el problema en las zonas habitadas y las potencialmente en desarrollo del sector sureste.

#### 1.5 JUSTIFICACIÓN

Durante muchos años se ha tenido la experiencia de pasar cerca del canal Chotepe siendo los malos olores una característica del sector, generando un alto grado de contaminación atmosférica producto de las descargas de aguas residuales sin tratar de San Pedro Sula. Este estudio tendrá implicaciones prácticas, que nos permitirá generar alternativas de mitigación, que a su vez permitirán ejecutar más proyectos de vivienda con nuevas urbanizaciones, además orientándose a resolver la futura venta de lotes inmobiliarios en la zona mejorando el valor de los terrenos del sector, que le darán más desarrollo a la ciudad y mejor calidad de vida a la población sureste afectada por el problema. También aportará un valor teórico ya que existe poco o casi ningún estudio que apoye la solución a este tipo de problemas, ya que la solución definitiva es la construcción y funcionamiento de las plantas de tratamiento de la ciudad.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se abordará la teoría que fundamenta los sustentos que darán soporte al estudio y así poder tener una base sobre la cual desarrollar la investigación. Se analiza el estado actual desde el nivel macro hasta un análisis interno de la situación acerca del tema en cuestión.

### 2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

A continuación, se muestra un análisis de la situación actual haciendo una investigación del macro-entorno, micro-entorno y del panorama interno acerca del tratamiento de aguas residuales, generadores de malos olores que son la base de nuestro tema de investigación e importancia.

#### 2.1.1 ANÁLISIS DEL MACRO-ENTORNO

Aguas residuales, en julio del año 2018, el Tribunal de Justicia de la Unión Europea (TJUE) dictaba una sentencia que obligaba a España a pagar 12 millones de euros por el incumplimiento de la Directiva 91/271/CEE sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas. Un año después, esta multa ya se ha hecho efectiva y su importe continuará aumentando presumiblemente hasta el año 2023, cuando se estima que todos los núcleos urbanos objeto de la denuncia se hayan ajustado finalmente a la normativa. (Cerem Business School, 2019)

La Directiva 91/271/CEE establecía que las aglomeraciones urbanas de más de 15,000 habitantes debían cumplir unos requisitos mínimos en cuanto a la recogida y tratamiento de sus aguas residuales urbanas, con el objetivo de evitar el vertido sin control a ríos y mares. Estos requerimientos debían hacerse efectivos antes del año 2001, básicamente mediante la construcción de colectores y estaciones de depuración de aguas residuales (EDARs). (Cerem Business School, 2019)

Además de los 12 millones de euros, que corresponden a los 17 incumplimientos detectados en 2017, se ha impuesto también una sanción coercitiva que obliga al Estado español a pagar de forma semestral 10.95 millones de euros mientras que se mantengan los incumplimientos. Con esta sanción complementaria la Comisión Europea pretende forzar a España a adherirse de una vez por todas a las directrices de la directiva medioambiental. Cada semestre se realizará una revisión,

pudiendo reducirse el importe de la multa en función del número de depuradoras que hayan comenzado a funcionar.

Las sustancias presentes en las aguas pueden ser de tipo mineral u orgánico. Ocasionalmente ocasionan un cambio en el aspecto de las masas de agua, así como malos olores, pero además presentan un potencial tóxico e infectivo importante, tanto para la fauna y flora, como para las personas que consuman o utilicen esas aguas con fines recreativos

La Directiva 91/271/CEE establece las medidas necesarias que los Estados miembros de la Unión Europea han de adoptar para garantizar que las aguas residuales urbanas reciben un tratamiento adecuado antes de su vertido (Cerem Business School, 2019).

La Comisión Europea ha presentado el Séptimo Informe sobre la Implementación de la Directiva sobre tratamiento de aguas residuales urbanas (91/271/CEE) en el que se establece que el 91% de la carga contaminante de las aguas residuales de las grandes ciudades europeas recibe un tratamiento riguroso (European Unión, 2013).

Estos resultados muestran grandes mejoras en el tratamiento de aguas en comparación con informes anteriores donde este porcentaje se encontraba en el 77%.

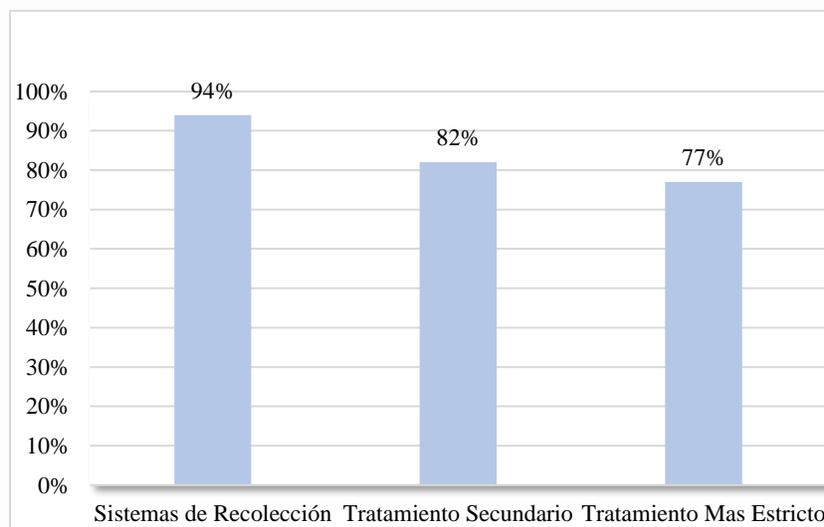
Austria, Países Bajos y Alemania son los países donde se cumplen todas las normas de tratamiento establecidas por la Unión Europea en detrimento de los países recientemente incorporados a la Unión, que partían con clara desventaja (European Unión, 2013).

**Sistemas de recolección:** La mayoría de los Estados miembros de la UE recolectan sus aguas residuales a niveles muy altos con una tasa promedio de cumplimiento igual al 94% (frente al 92% alcanzado en el 2007). Unos 15 Estados miembros incluso alcanzan el cumplimiento del 100%. Todos los Estados miembros han mantenido o mejorado los resultados anteriores, sin embargo, todavía hay países donde no hay o solo una recolección parcial de aguas residuales. Cinco Estados miembros todavía tenían tasas de cumplimiento inferiores al 30% en 2009/2010 (European Unión, 2013).

**Tratamiento secundario:** En 2009/2010, un total del 82% de las aguas residuales en la UE recibió un tratamiento secundario que cumple con las disposiciones de la Directiva, cuatro puntos

porcentuales más que en el Informe anterior. Cuatro Estados miembros alcanzaron el 100% de cumplimiento y otros seis Estados miembros tuvieron niveles de cumplimiento del 97% y superiores. Sin embargo, las tasas de cumplimiento en los Estados miembros de la UE-12 se están quedando atrás significativamente, ya que solo el 39% de sus aguas residuales reciben un tratamiento secundario adecuado. Solo CZ, HU, LT y SK lograron resultados de cumplimiento entre 80-100% (European Unión, 2013).

Tratamiento más estricto: Este tipo de tratamiento de aguas residuales, también conocido como tratamiento terciario, complementa el tratamiento secundario cuando es necesario y está dirigido principalmente a la eliminación de nutrientes para combatir la eutrofización o reducir la contaminación bacteriológica que podría afectar la salud humana (como el agua potable). Zonas o aguas de baño). Hubo una tasa de cumplimiento general del 77%. Sin embargo, hubo retrasos particulares en la implementación de un tratamiento más estricto en los Estados miembros de la UE-12, donde solo el 14% de las aguas residuales se tratan adecuadamente. En el lado positivo, cuatro países alcanzaron el 100% de cumplimiento (European Unión, 2013).



**Figura 5. Manejo de las aguas residuales en la Unión Europea**

Fuente: (European Unión, 2013).

La gráfica anterior muestra los porcentajes de atención en cuanto a sistemas de recolección, tratamiento secundario y tratamiento más estricto en el manejo de las aguas residuales en la Unión Europea para el año 2010.

Hay 585 grandes ciudades identificadas en este informe, cada una de las cuales produce aguas residuales equivalentes (o más altas) a una población de 150,000. La carga de contaminación producida solo por estas grandes ciudades es el 45% de la carga total recolectada. De estas 585 grandes ciudades, aproximadamente el 91% de la carga de contaminación recibe un tratamiento más estricto (el mejor tratamiento disponible). Esta es una mejora en comparación con el informe anterior donde solo el 77% de la carga de contaminación relevante recibió dicho tratamiento.

Sin embargo, el grado de cumplimiento varía significativamente entre las grandes ciudades /grandes descargadores. Para dar un ejemplo, solo 11 de las 27 ciudades capitales de los Estados miembros de la UE podían reclamar el "pleno cumplimiento" en 2010, incluso con los requisitos de tratamiento más estrictos, cuando corresponda. Estas Ciudades son Ámsterdam, Atenas, Berlín, Bratislava, Copenhague, Helsinki, Madrid, Paris, Estocolmo, Viena y Vilnius.

Según los datos del informe, en 15 estados miembro de la Unión Europea, las tasas de cumplimiento promedio son del 88% para el tratamiento secundario y mayores para los sistemas de recolección y el tratamiento más estricto (97 y 90% respectivamente) (European Unión, 2013).

Utilización de barreras vivas contra malos olores. Los árboles previenen la erosión, capturan CO<sub>2</sub>, conservan energía, brindan sombra, cobijan a una multitud de criaturas, embellecen el paisaje, reducen la escorrentía de las tormentas... y ahora una última virtud se acaba de agregar a la lista: combaten los malos olores. Así ocurre con los árboles que rodean las granjas avícolas de una localidad estadounidense, que se han revelado como unos eficaces "filtros vegetales". Dichas granjas –sobre todo las de mayores dimensiones, donde se hacían decenas de miles de pollos– constituyen una importante fuente de fetidez (Francescutti, 2008).

A resultas de la expansión urbana, muchas de ellas han quedado situadas en las cercanías de zonas residenciales, cuyos vecinos se ven expuestos a emanaciones de amoníaco y partículas malolientes, un continuo motivo de quejas y protestas contra esas instalaciones. Ante esa situación, George Malone, un investigador de la Universidad de Delaware (Estados Unidos), se preguntó si se podría mitigar las molestias rodeando a los establecimientos de una "cortina" arbórea. Dicho y hecho: él y su equipo convencieron a algunas granjas de Delaware de que les dejaran plantar tres filas de árboles a su alrededor (Francescutti, 2008).

Durante los seis años de duración del experimento, los expertos hicieron mediciones sistemáticas de los parámetros a controlar, con el resultado de que los niveles de polvo proyectado fuera del perímetro de las explotaciones se redujeron en un 56 por ciento y los gases amoniacales en un 53 por ciento, se afirma en las conclusiones presentadas esta semana en la cita anual de la Sociedad de Química Americana (Francescutti, 2008).

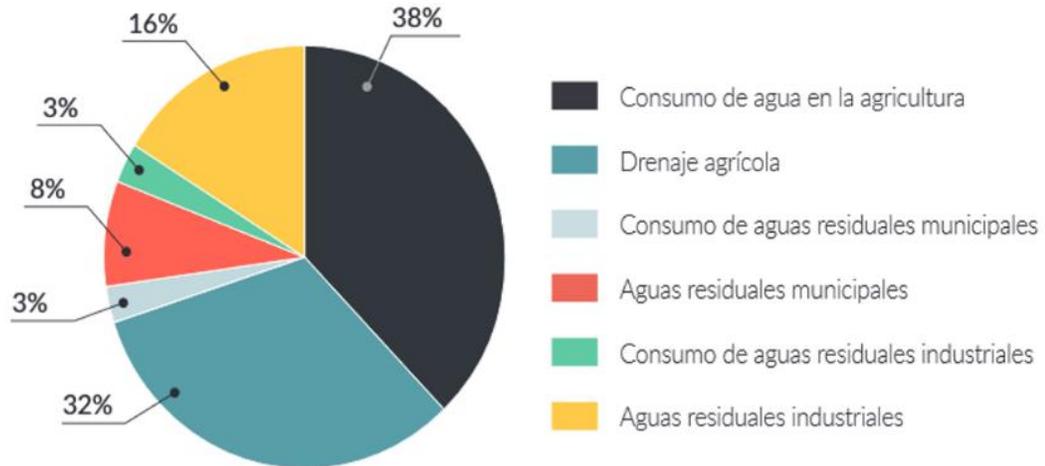
En la siguiente figura podemos apreciar muy bien el tipo caso de descarga de aguas residuales sin tratar a cuerpos receptores naturales, esto es una imagen representativa de la situación actual en América y algunas otras partes del mundo.



**Figura 6. Descarga de aguas residuales sin tratar a cuerpos receptores naturales**

Fuente: (Pimentel, 2017)

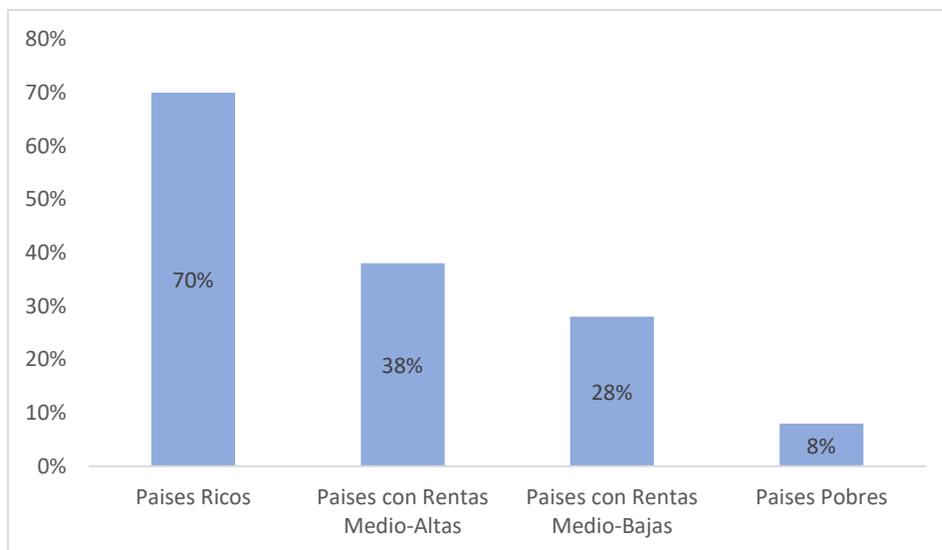
Según el Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas 2017: La base de datos AQUASTAT de la FAO calcula que cada año se extraen en el mundo unos 3.928 km<sup>3</sup> de agua dulce. Se estima que el 44% de dicha agua (1.716 km<sup>3</sup> al año) se consume principalmente en la agricultura a través de la evaporación en las tierras de cultivo irrigadas. El 56% restante (2.212 km<sup>3</sup> al año) se libera en el medio ambiente como aguas residuales en forma de efluentes municipales e industriales y agua de drenaje agrícola, figura 7. (ONU, 2017)



**Figura 7. Destino de las extracciones mundiales de agua dulce. Consumo y producción.**

Fuente: (UNESCO, 2017)

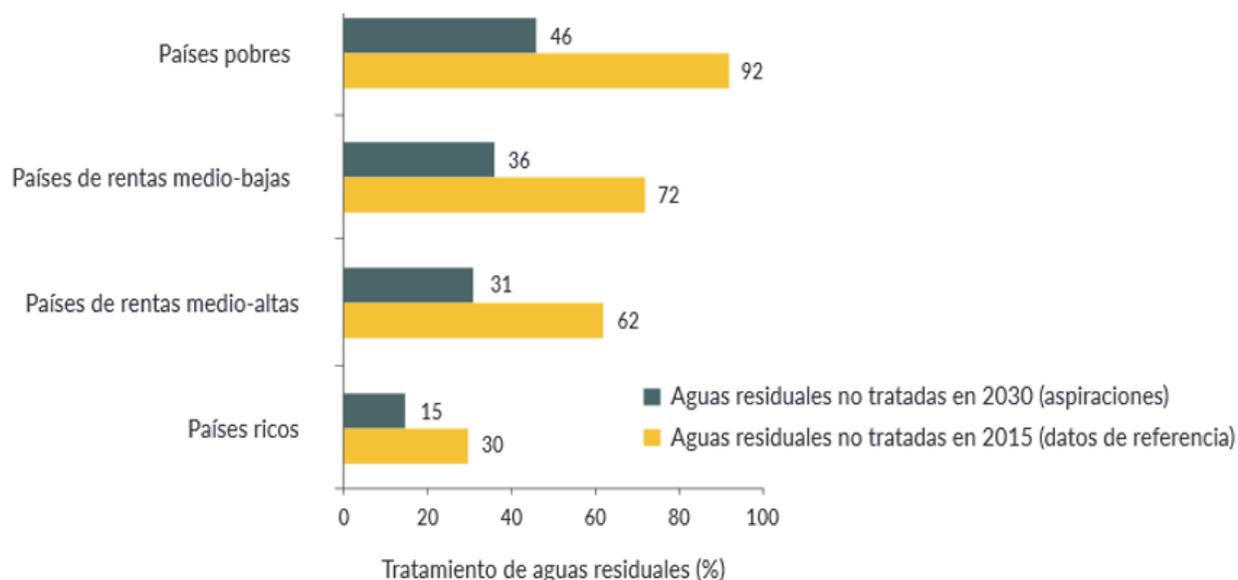
Por término medio, los países ricos tratan aproximadamente el 70% de las aguas residuales que generan, mientras que dicha proporción se reduce al 38% en los países con rentas medio-altas y al 28% en los países con rentas medio-bajas. En los países pobres solo recibe tratamiento un 8% de las aguas residuales industriales y municipales. Esto exaspera la situación de los pobres, especialmente en los barrios marginales, donde se hallan directamente expuestos a las aguas residuales no tratadas como resultado de la falta de recursos hídricos y de saneamiento. (ONU, 2017).



**Figura 8. Tratamiento de las aguas residuales de acuerdo a la riqueza de los países.**

Fuente: Elaboración Propia a partir de los datos de la ONU 2017

Debido a las diferencias en los niveles actuales de tratamiento de las aguas residuales, en general, los esfuerzos necesarios para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionados con la gestión de las aguas residuales, supondrá una carga económica mayor para los países con rentas bajas y medio-bajas (ver figura 9). (ONU, 2017)



**Figura 9. Porcentaje de aguas residuales no tratadas 2015 y aspiraciones al 2030**

Fuente: (ONU, 2017).

### 2.1.2 ANÁLISIS DEL MICRO-ENTORNO

Los ríos de América Latina, entre los más contaminados del mundo: La gestión de aguas es especialmente preocupante en las ciudades, donde vive el 80% de la población y una gran parte en asentamientos cercanos a fuentes contaminadas.

Pregunta: ¿Qué es más claro que el agua? Respuesta: Casi todo lo demás. Esa es una realidad cada vez más cierta para Latinoamérica donde tres cuartas partes de las aguas fecales o residuales vuelven a los ríos y otras fuentes hídricas, creando un serio problema de salud pública y para el medio ambiente, según advierten expertos del Banco Mundial.

También hay serias implicaciones ecológicas. Latinoamérica es una de las regiones más biodiversas del mundo y es dueña nada menos que de un tercio de las fuentes de agua del mundo.

La contaminación del agua atenta contra ese orden. ¿Cómo responder a este tamaño de desafío? La experta en agua y saneamiento, Carmen Yee-Batista, dice que la respuesta es multifacética pues se necesita reformar la producción del agua, invertir en infraestructura y regular el uso del territorio, es decir, dónde se puede vivir y dónde no.

También afirma que la situación es aún más compleja porque el “70% de las aguas residuales de la región no son tratadas. Sacamos el agua, la usamos y la devolvemos a los ríos completamente contaminada”, señala. (Yee-Batista, 2013)

Tal es el caso de la recuperación del río Bogotá, que recibe las aguas sucias que descargan los ocho millones y medio de habitantes que viven en la capital colombiana y no tiene la capacidad de asimilar tanta contaminación.

Actualmente, se trabaja en el tratamiento de las aguas residuales, en ampliar el río para que tenga más capacidad de almacenamiento, en reasentar a las personas que viven allí y en la recuperación ambiental de las riveras. (ONU para la Alimentación y la Agricultura, 2014)

En México, de acuerdo al Banco Interamericano de Desarrollo, el agua ha sido reconocida como un asunto estratégico y de seguridad nacional y se ha convertido en elemento central de las actuales políticas ambientales y económicas, así como un factor clave del desarrollo social.

Lograr que todos los cuerpos receptores de las aguas superficiales y subterráneos del país recuperen su salud, aporten caudales para satisfacer las necesidades de la población y contribuyan al crecimiento económico y calidad de vida de la población; requiere que se mantengan limpios, sin descargas de aguas residuales urbanas, industriales y agrícolas que los contaminen y afecte más allá de su capacidad natural de asimilación y dilución. (BID, 2013)

Los beneficios de contar con agua de calidad son innumerables, por esta razón, en México se ha creado un marco normativo que se encarga de regular las descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores a través de las siguientes normas:

Norma Oficial Mexicana NOM-001-Semarnat-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas o bienes nacionales. Publicada el 6 de enero de 1997.

Norma Oficial Mexicana NOM-002-Semarnat-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en la descarga de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. Publicada el 3 de junio de 1998.

Norma Oficial Mexicana NOM-003-Semarnat-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios públicos. Publicada el 21 de septiembre de 1998.

Norma Oficial Mexicana NOM-004-Semarnat-2001, que establece las especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes en lodos y bio-sólidos para su aprovechamiento y disposición final. Publicada el 15 de agosto de 2003.

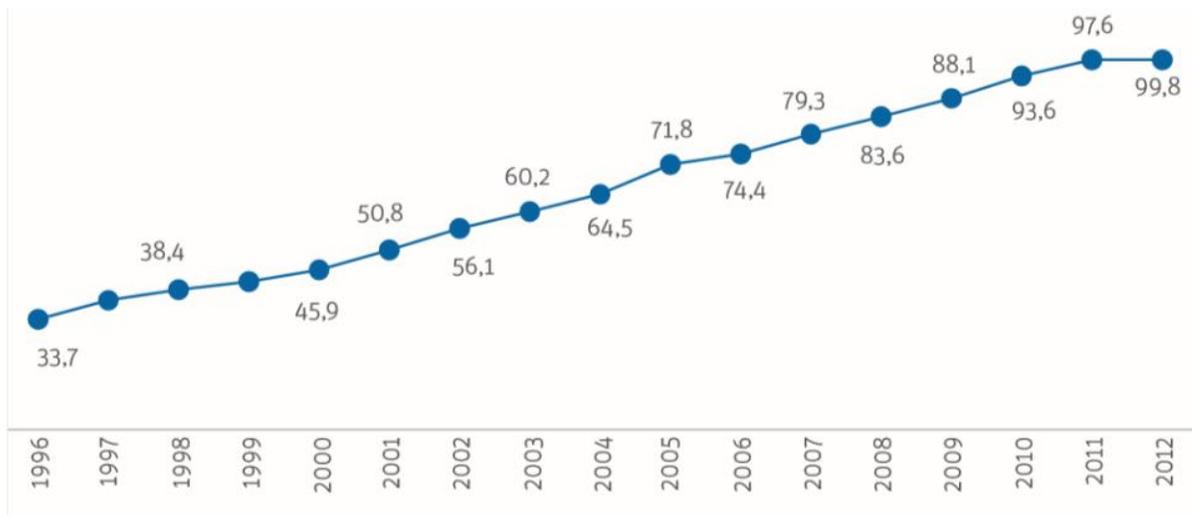
Más adelante, en el marco de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, el Gobierno de México se comprometió a lograr una cobertura de tratamiento del 60% del volumen total de aguas residuales colectadas en los sistemas de alcantarillado del país, lo que plasmó en el Programa Nacional Hídrico 2007-2012. (BID, 2013).

#### Situación de la cobertura en México y su evolución:

El tratamiento de aguas residuales se ha convertido en una prioridad dentro de las agendas políticas en México. En el sexenio 2000-2006 se lograron avances importantes al incrementar el porcentaje de agua residual tratada del 23% al 36.1%.

En este mismo sentido, de acuerdo a los objetivos planteados en el PNH 2007-2012, el caudal de aguas residuales tratado se incrementó en 11.4%, llegando a un 47.5%, lo que representa un caudal tratado de 99.8 m<sup>3</sup>/s, con lo que se logró duplicar la cobertura del año 2000 al 2012.

Bajo un panorama global, se puede afirmar que las metas establecidas por el Gobierno de México en materia de tratamiento de aguas residuales, han estado muy cercanas a cumplirse año tras año, en parte por el bajo incremento que ha habido en los volúmenes colectados en la red de alcantarillado municipal y a la entrada en operación de nuevas plantas de tratamiento.



**Figura 10. Caudal de aguas municipales tratadas en México (m³/s)**

Fuente: (BID, 2013)

Perspectiva México 2030: Se generan 6.7 miles de millones de metros cúbicos de aguas residuales al año, y se espera que este volumen aumente a 9.2 miles de millones de metros cúbicos en 2030. En 2012 la cobertura nacional de tratamiento de aguas residuales fue de 47.5%, lo que significa el 52.5% de las aguas residuales colectadas.

De acuerdo al PROMARNAT39 se espera que para el año 2018 la cobertura sea de 63%. Con la infraestructura existente hasta finales de 2012, se espera que para el año 2015 se traten alrededor de 4.03 miles de millones de metros cúbicos al año (128 m³/s), equivalentes al 58.2% de las aguas residuales colectadas. (BID, 2013)

Ante este escenario en materia de tratamiento de aguas residuales, el PNH 2013-2018 ha identificado que el principal problema de calidad del agua en el país será la falta de infraestructura en este ámbito, por lo que dicho programa delinearé las estrategias y metas para enfrentar ese desafío.

De acuerdo al mismo informe, para el año 2030 se requerirá infraestructura para dar tratamiento a 7.1 miles de millones de metros cúbicos al año (225 m³/s) de aguas residuales colectadas, lo que significa cubrir una brecha de 3.07 miles de millones de metros cúbicos en 18 años. En 2030 se plantea cubrir al 100% el tratamiento de las aguas colectadas en los sistemas municipales de alcantarillado.

A continuación, se muestran gráficamente los valores mencionados:



**Figura 11. Brecha de tratamiento de origen municipal estimada al 2030 en México (mmm3).**

Fuente: (BID, 2013).

Esta brecha de tratamiento estará integrada principalmente por insuficiencia de capacidad instalada, capacidad instalada sin operación por falta de red de alcantarillado y agua residual tratada de manera ineficiente. Así mismo, al año 2030 se estima que la actividad industrial generará un volumen de agua residual cercano a 2.1 miles de millones de metros cúbicos. La brecha de tratamiento será del orden de 1.8 miles de millones de metros cúbicos.

En la región Centroamericana y República Dominicana, habitan 52, 186,061 personas con densidades poblacionales que varían desde 45.7 Hab/Km<sup>2</sup> en Nicaragua, hasta una elevada densidad poblacional de 294 habitantes/km<sup>2</sup> en El Salvador. Estos son factores que influyen al momento de analizar la situación de la recolección y tratamiento de las aguas residuales domésticas, así como el manejo de las excretas (FOCARD-APS, 2013).

En cuanto a la distribución espacial de la población, es importante conocer su distribución entre el ámbito rural y urbano, lo cual indica que el 41.73% (21.7 millones de personas) se ubican en el área rural y el 58.27% (30.4 millones de personas) en las zonas urbanas. Cobertura en saneamiento (FOCARD-APS, 2013).

El saneamiento en Centroamérica y República Dominicana refleja que el 92.07% (48.04 millones de personas) de la población tienen accesos a servicio de alcantarillado y evacuación sanitaria de excretas. Sin embargo, aproximadamente 4, 138, 355 personas, equivalente al 7.93%

carecen de un sistema básico de saneamiento. La población que tiene acceso a un sistema de alcantarillado representa el 32.42% (16, 916,232 personas), las cuales generalmente se localizan en las zonas urbanas (FOCARD-APS, 2013).

Al analizar el volumen estimado de las aguas residuales producidas en la región por los sistemas de alcantarillado, contra la capacidad de la región de dar tratamiento a las aguas residuales, se concluye que aproximadamente el 68.7% (712.48 millones de M3/año) de las aguas residuales son descargadas a un cuerpo receptor sin ningún tratamiento (FOCARD-APS, 2013).

En la tabla siguiente se muestran los volúmenes de aguas residuales producidas por país; en Panamá no fue posible obtener información institucional sobre los volúmenes de agua residuales producidas, sin embargo, por razones de evaluación regional se tomó información desarrollada por la División de Tierras y Aguas de la FAO, el cual estima un caudal de retorno de aguas residuales domésticas de 157.6 millones m3/año (FOCARD-APS, 2013).

**Tabla 1. Volumen de aguas residuales en Centroamérica y República Dominicana**

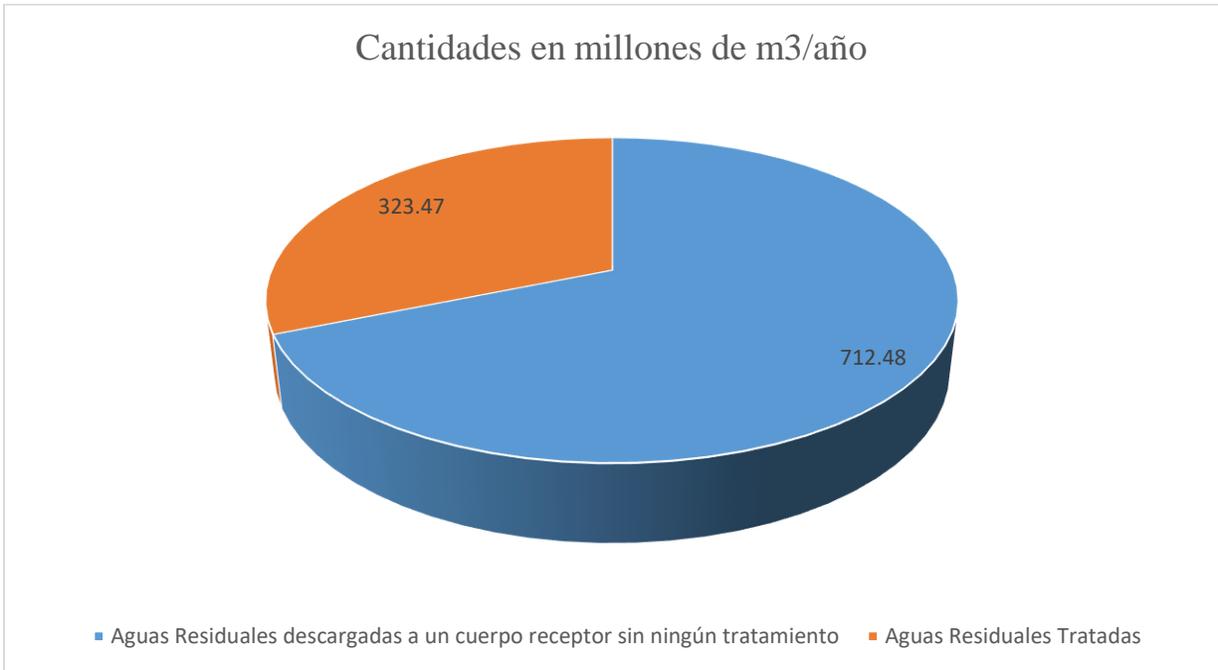
País	Volumen de Aguas Residuales producidas en millones de m3/año	Porcentaje del Total
Guatemala	238.00	23.0%
El Salvador	184.94	17.9%
Panamá	157.60	15.2%
Honduras	152.61	14.7%
República Dominicana	144.37	13.9%
Costa Rica	86.09	8.3%
Nicaragua	72.34	7.0%
TOTAL	1035.95	100.0%

Fuente: (FOCARD-APS, 2013).

De la tabla anterior podemos observar que Honduras es el cuarto país productor de aguas residuales más grande de los siete países analizados para el año 2013.

Aunque algunos países manifiestan que tienen en agenda algunos proyectos y mejoras al sub sector de saneamiento, no reportan cifras oficiales de una planificación estratégica sobre el tema. Para efecto de expresar la necesidad de la región en cifras se ha desarrollado una estimación basada en cobertura y costos promedio por familia, la cual indica que se requieren de US\$ 7,706.50 millones de dólares americanos para alcanzar la universalidad de los servicios de recolección y

tratamiento de las aguas residuales y grises en la región. Esta estimación debe ser actualizada de acuerdo a los censos de población y los gastos de operación y mantenimiento de los sistemas existentes.



**Figura 12. Tratamiento de aguas residuales en Centroamérica y República Dominicana**  
Fuente: (FOCARD-APS, 2013).

La figura anterior nos muestra que el 68.77% (equivalente a 712.48 millones de m<sup>3</sup>) de todas las aguas residuales de Centroamérica y República Dominicana son vertidas en algún cuerpo receptor sin ningún tipo de tratamiento.

Esto aumenta, a parte de la contaminación que el agua residual en si genera, la contaminación con malos olores en las zonas afectadas.

En el Marco legal a nivel regional aún no se cuenta con un instrumento legal de carácter vinculante que regule la gestión de aguas residuales y excretas; pues se han manejado de forma implícita en los temas de saneamiento y recurso hídrico.

Similar situación se evidencia a nivel nacional, la República de Honduras ha reconocido constitucionalmente el derecho humano al saneamiento, en los demás países no se encuentra expresamente esa garantía. Con excepción de Nicaragua y Honduras que poseen leyes de aguas

recientemente aprobadas, los países tienen leyes desactualizadas para atender el sector saneamiento y disperso en leyes de salud y ambiente, esto favorece el clima de incumplimiento legal, conflictos institucionales y falta de coordinación por parte de las instancias competentes (FOCARD-APS, 2013).

### 2.1.3 ANÁLISIS LOCAL

Reconociendo que la variabilidad estacional y la disponibilidad de agua en cantidad y calidad para satisfacer las demandas por el recurso hídrico es uno de los problemas críticos que enfrenta la sociedad, la Red de Agua y Saneamiento de Honduras (RASHON) y la Representación de la OPS/OMS en Honduras, realizaron en la ciudad de Tegucigalpa del 17 al 18 de Julio, el “Taller uso de aguas residuales tratadas como parte de la gestión integrada de los recursos hídricos”.

A nivel mundial, el uso del agua residual tratada en países desarrollados y en desarrollo se ha convertido en parte esencial de la planificación y manejo integrado del recurso hídrico, sin embargo, en la mayoría de los países en vías de desarrollo su uso se dificulta debido a la insuficiencia o inexistencia de sistemas de tratamiento de agua.

Aunque los beneficios del uso de las aguas residuales tratadas han sido reconocido y promovido a nivel mundial, existen vacíos relacionados con el conocimiento, la evaluación y el monitoreo del riesgo y sus impactos en la salud, el ambiente y en el conocimiento de las tecnologías e innovaciones tecnológicas para la gestión de riesgos y la relación costo-beneficio.

Se suma a lo expresado la falta de políticas que permitan el desarrollo de este tipo de estrategias, las debilidades de los marcos normativos e institucionales y los vacíos de directrices y criterios técnicos apropiados a las realidades de las condiciones locales.

A fin de contribuir a reducir las brechas mencionadas, la OPS/OMS y la RASHON ofrecieron a la comunidad profesional hondureña, responsable de la planificación, toma de decisiones, academia y la gestión de los recursos hídricos, el presente taller que contó con la participación de representantes de la RASHON, Universidades de Agricultura de Catacamas, UNAH, Politécnica de Ingeniería, Católica y José Cecilio del Valle; FHIS, SANAA, Comité Técnico de Calidad del Agua (CALAGUA), ERSAPS, Secretaría de Salud, SERNA, SAG y OPS/OMS. (OPS, 2012).

## EL DISTRITO CENTRAL URGE DE OBRAS DE SANEAMIENTO

**Servicio** La capital solo posee una planta de tratamiento y solo presta atención al 17% de la población, por lo que los capitalinos hacen uso de otros sistemas para el drenaje de las heces fecales

**Distribución de tuberías de aguas negras en el DC**

■ **Tuberías secundarias**

**1,500**  
kilómetros instalados

■ **Tuberías principales**

**60**  
kilómetros instalados

■ **Abonados del Sanaa**

**117 mil usuarios**

■ **Plantas de tratamiento en la capital**

1 (San José de la Vega)

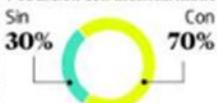
**Sectores que atiende la planta de tratamiento:**

La Vega  
Los Llanos  
Residencial Plaza  
Residencial alemán  
Kennedy  
Monterrey

**Métodos utilizados por la población para las aguas residuales**

Plantas de tratamiento  
Pozos sépticos  
Letrinas

**Población con alcantarillado**



**Tipos de conexión al sistema de saneamiento en viviendas**

Viviendas con inodoro conectadas al sistema de alcantarillado **182,760**

Vivienda con inodoro con foso séptico **24,403**

Inodoro con descarga a quebrada, río o laguna **1,023**

Letrina con pozo **42,711**

Letrina con cierre hidráulico **4,706**

Viviendas que no poseen sanitarios **4,303**

**Sectores del DC con mayor cantidad de conexiones al sistema de alcantarillado**

Tegucigalpa  
Comayagüela  
Amarateca  
Santa Rosa  
Támara  
Villa Nueva

**Sectores del DC con menor cantidad de conexiones al sistema de alcantarillado**

Aldea Coa Arriba  
Aldea Santa Cruz Arriba  
La Sabana  
Guangoloto  
San Juan de Río Grande

**Figura 13: Necesidades de saneamiento en el Distrito Central**

Fuente (El heraldo, 2017).

### Historia del Sistema de Agua y saneamiento en Honduras

- 1961 Creación del SANAA
- 1990 creación de la AHJASA (Asociación Hondureña de Juntas Administradoras de Agua y Saneamiento)
- 1995 instalación del primer alcantarillado simplificado en Honduras en la ciudad de Tegucigalpa
- 1995 transferencia del servicio y acueducto del SANAA al municipio de Puerto Cortés
- 1998 Huracán Mitch
- 2000 concesión privada de los servicios de agua y saneamiento en San Pedro Sula
- 2003 ley Marco de 2003, según la cual en el año 2008 el SANAA debería haber transferido la gestión de los servicios de Agua y Saneamiento, así como los acueductos a las municipalidades respectivas y transformarse a sí misma en una dependencia que brinde asistencia técnica a las Municipalidades y Juntas. La nueva estructura del sector, contemplada en la ley de 2003, se encuentra aún en proceso de puesta en marcha; las nuevas instituciones todavía son débiles y continúan tratando de adaptarse a sus nuevas labores y fortalecer el papel que la ley les confiere.
- 2004 creación del ERSAPS y del CONASA

- 2006: El gobierno emitió un Plan Estratégico para la Modernización del Sector Agua Potable y Saneamiento (PEMAPS)] a fin de fortalecer la descentralización de los servicios.
- 2008: El Congreso Nacional reforma el artículo No. 48 de la Ley Marco de Agua Potable y Saneamiento, posponiendo la entrega de 19 acueductos pendientes de traspaso a los Municipios, al año 2013. Decreto No.112-2008, publicado en el Diario Oficial La Gaceta No. 31,744.
- 2008: En octubre, el SANAA traspasa el acueducto de Siguatepeque a Aguas de Siguatepeque, una unidad administrativa desconcentrada de la municipalidad.
- 2009: En noviembre, el SANAA traspasa el acueducto de Comayagua a Servicios Aguas de Comayagua, una unidad administrativa desconcentrada de la municipalidad.
- 2017: Se prevé el traspaso del acueducto del Distrito Central a la Alcaldía Municipal del Distrito Central (Administración Nasry Asfura).

Según la Secretaría de Finanzas (SEFIN) un presupuesto de 862 millones de Lempiras (43 millones USD) ha sido aprobado para inversiones en agua potable y saneamiento en Honduras en 2013, correspondiente a siete dólares por persona y por año. Según la misma SEFIN, se invirtieron US\$ 262 millones en el sector de agua potable y saneamiento entre 1997 y 2006. (Ente Regulador de los servicios de agua potable y saneamiento, 2015)

Es probable que estas cifras sean una subestimación. Sin embargo, según estas cifras se invirtieron en promedio US\$ 4 per cápita por año.

La inversión oscilaba entre US\$ 1.1 y US\$ 4.6, excepto en 2001 que fue excepcionalmente alto, llegando a US\$ 16.9 per cápita. Este nivel muy alto se debió a las inversiones después del Huracán Mitch. Por otra parte, en el 2006 fue sólo de US\$ 0.2 per cápita según SEFIN. El nivel promedio de inversión anual es parecido al de Costa Rica y México, pero más bajo que en Argentina, Perú y Colombia.

Las necesidades de inversiones superan las inversiones históricas. Únicamente para lograr ofrecer un servicio a nivel de los 850 barrios con que cuenta el Distrito Central de Tegucigalpa, es necesario contar con más de 365 millones de dólares (Unos 6,935 millones de lempiras), de acuerdo a la Unidad Ejecutora en Barrios en Desarrollo del Sanaa.

Cobertura de Alcantarillado De esta muestra de ciudades, únicamente La Másica y San Pedro de Tutule carece de sistema de alcantarillado sanitario; sin embargo, en las ciudades de La Ceiba, Comayagua, Danlí y La Paz, el servicio de alcantarillado es prestado directamente por la municipalidad respectiva por lo que no se cuenta con la información referente al número de conexiones atendidas.

Para el resto de las ciudades la cobertura del servicio de alcantarillado reportada por los prestadores principales en promedio es del 49%, únicamente JAPOE, y SERMUPAS alcanzan coberturas de servicio superiores al 70%.

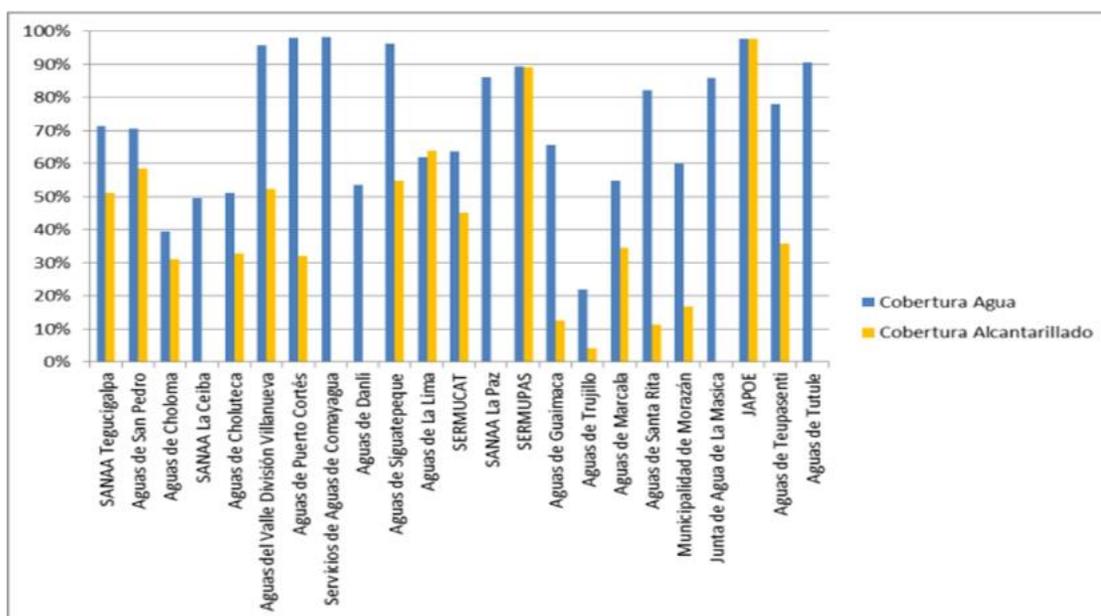
El déficit de cobertura de alcantarillado resulta alto, sin embargo, muchas de las conexiones sin este servicio, resuelven el problema de saneamiento mediante disposición in situ, de las cuales no se tiene información que permita precisar su cobertura. (Ente Regulador de los servicios de agua potable y saneamiento, 2015)

**Tabla 2. Datos Básicos de Gestión 2015 en Honduras**

Datos Básicos de Gestión 2015 en Honduras								
Ciudad	Ente Encargado por región	Número de acometidas de alcantarillado	Número de Muestras de Agua residual a la salida de la planta analizadas.	Número de muestras efluentes de la planta de agua residual que satisfacen la Norma.	Número de muestras de vertidos analizados.	Número de muestras de vertidos que satisfacen la norma.	Número de empleados en el sistema de alcantarillado	Longitud de tuberías de alcantarillado Km
Distrito Central	SANAA División metropolitana	116,169	1097	766	0	0	178	2000
San Pedro Sula	Aguas de San Pedro	90,328	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	61	1132
Choloma	Aguas de Choloma	19,041	4	2	0	0	27	358
La Ceiba	SANAA La Ceiba	0	0	0	0	0	0	0
Choluteca	Aguas de Choluteca	8,603	36	36	36	36	21	60
Villanueva	Aguas del Valle División de Villanueva	11,177	0	0	0	0	12	50
Puerto Cortés	Aguas de Puerto Cortés	5,455	2	2	2	2	19	115
Comayagua	Aguas de Comayagua	0	0	0	0	0	0	68
Danlí	Aguas de Danlí	0	0	0	0	0	0	0
Siguatepeque	Aguas de Siguatepeque	6,502	0	0	0	0	2	42
La Lima	Aguas de La Lima	9,065	0	0	0	0	6	11
Catacamas	SERMUCAT	4,268	0	0	0	0	8	108
La Paz	SANAA La Paz	0	0	0	0	0	0	0
El Paraíso	SERMUPAS	4,222	0	0	0	0	8	76
Guaimaca	Aguas de Guaimaca	657	0	0	0	0	1	3
Trujillo	Aguas de Trujillo	151	0	0	0	0	0	s.d.
Marcala	Aguas de Marcala	1,438	10	0	0	0	1	5
Santa Rita	Aguas de Santa Rita	294	0	0	8	8	3	15
Morazán	Municipalidad de Morazán	593	1	0	0	0	2	2
La Másica	Junta de agua de La Másica	0	0	0	0	0	0	s.d.
Jesús de Otoro	JAPOE	1,574	0	0	0	0	0	0
Teupasenti	Aguas de Teupasenti	635	0	4	0	0	3	35
San Pedro de Tutule	Aguas de Tutule	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: (Ente Regulador de los servicios de agua potable y saneamiento, 2015)

En la tabla anterior se puede observar que en San Pedro Sula no existen plantas de tratamiento y no satisfacen la norma establecida con las descargas de aguas residuales.



**Figura 14. Cobertura de los servicios de agua y alcantarillado para 21 localidades.**

Fuente: (Ente Regulador de los servicios de agua potable y saneamiento, 2015)

En Honduras se han realizado varios estudios acerca de ríos contaminados en diferentes regiones y cuencas que abastecen poblaciones pequeñas y grandes.

La Secretaria de Recursos Naturales (SERNA) ahora Mi Ambiente, en apoyo al Centro de Estudios y Control de contaminantes CESCO en el 2007 publicó su revista de Contaminación, Ambiente y Salud donde se encuentran varios artículos que mencionan algunos estudios relacionados a nuestro tema en investigación como ser: Identificación de las Fuentes de Contaminación Ambiental en los Sectores Noreste y Sureste de Tegucigalpa, M.D.C. y otro estudio acerca de la Evaluación Físico Química y Eco-toxicológica de la Parte Baja del Río Chamelecón, San Pedro Sula, Honduras.

Según la revista CAS, los recursos hidrológicos de Honduras están siendo afectados por las descargas de efluentes industriales y domésticos. En las diferentes ciudades del país este es un fenómeno común a observar ya que la mayoría no cuentan con sistemas de tratamiento de aguas servidas, y las industrias descargas sus efluentes sin tratamiento a los cuerpos receptores (Sandoval, 2018, p. 56).

Según el Acuerdo No. 058 de la Secretaría de Salud Pública emite las “Normas técnicas de las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores y alcantarillado sanitario” para que sean aplicadas a toda la región hondureña.

#### 2.1.4 ANÁLISIS INTERNO

Desde un tiempo atrás, hace más de 26 años se ha venido monitoreando la contaminación del Río Chamelecón, siendo nuestro sitio de estudio actual para la realización de la investigación que nos permitirá, determinar la Mitigación y Control de Malos Olores en el Canal Chotepe en San Pedro Sula, sector sureste donde se descargan casi todas las Aguas residuales de la ciudad y que varios kilómetros aguas abajo se une al caudal del Río Chamelecón donde termina contaminando el 70 % de sus aguas.

En la zona norte se desarrolló un estudio “Plan Maestro sobre el control de la Erosión y Sedimentación en la Cuenca Piloto, Choloma” se clasificaron cinco categorías de acuerdo al nivel de contaminación relativo.

**Tabla 3: Categorías de aguas de acuerdo a nivel de contaminación**

No.	Categoría	Ubicación
1	Agua prístina	Río Majaine, Río La Jutosa, Río Piedras y Río Santa Ana, ubicados en la región alta de la Montaña del Merendón.
2	Agua muy Buena	Río Blanco y Río Choloma.
3	Agua Buena	Río Chamelecón en Chamelecón.
4	Agua Moderadamente Contaminada	Laguna Jucutuma, Ticamaya, Lama y El Carmen.
5	Agua Contaminada	Río El Sauce, Río Chotepe y Canal San Roque.

Fuente: (Mi Ambiente, CESCO., 2018)

La tabla anterior muestra según conclusiones de este estudio realizado en 1994 por la Secretaria de Comunicaciones, Obras Públicas y Transporte, junto con la Agencia de Cooperación Internacional del Japón, según lo menciona en la revista CAS 7 del Centro de Estudios de Control de Contaminantes, que en términos generales en relación a los resultados obtenidos, el Río Chamelecón todavía presenta una relativa capacidad para soportar la influencia de las actividades humanas en su recorrido por la ciudad de San Pedro Sula y zonas aledañas. Sin embargo, estudios más dirigidos deben ser realizados, para prevenir que en una futura esta situación cambie dramáticamente para este cuerpo de agua.

Y según las recomendaciones de este estudio, se debe “Evaluar el estado de calidad de agua superficial del Rio Chamelecón utilizando otras técnicas ambientales como la aplicación de evaluaciones ecológicas rápidas y determinar los criterios que incluyan la época seca. Se deben establecer sitios de monitoreo más cercanos entre sí. Finalmente, para continuar evaluando la calidad del trabajo que se realiza, en los procesos de investigación, deben integrarse otras pruebas de control de calidad y poder así tomar las medidas preventivas y correctivas necesarias.

Un estudio de la UNAH-VS confirma alta contaminación en los ríos, los biólogos de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras en el Valle de Sula realizaron una investigación sobre la calidad del agua en tres de las subcuencas tal como: Manchagua, Rio Piedras y Santa Ana de la Zona de Reserva del Merendón. Se midieron parámetros físicos, químicos y biológicos, cuyos resultados mostraron que en la parte baja de esos ríos, es decir en la zona urbana hay una fuerte concentración de coliformes fecales por tanto esas aguas no pueden ser utilizadas por la alta contaminación.

A continuación, se muestra la secuencia cronológica de acontecimientos para la construcción de las plantas de tratamiento en San Pedro Sula.

**Tabla 4. Secuencia cronológica para construcción de P.T. en S.P.S.**

Fecha del reportaje	Tema de la noticia	Texto o comentario
29 de mayo de 2019	Predio para planta de Chotepe está invadido desde hace varios años.	Hay 2000 viviendas lo cual imposibilita la construcción de dicha infraestructura la cual sería una solución definitiva para el problema de los malos olores.
09 de oct. de 2019	Amplían plazo para la licitación de las plantas de tratamiento.	La planta será construida en un sitio técnicamente estratégico en el sureste de la ciudad, pero no se han desalojado el predio y por tanto no se puede licitar.
09 de dic. de 2019	Alcaldía y ASP empantanadas por plantas de tratamiento.	La municipalidad asegura que entregó el terreno y consta en acta corporativa. La compañía concesionaria responde que de haber sido así las obras allí estarían.
24 de Feb de 2020	ASP amenaza con demandar a la Alcaldía de San Pedro Sula.	Aguas de San Pedro insta a la Municipalidad a desalojar a familias que ocupan predio donde se construirá la planta de tratamiento de aguas negras. Da un plazo de 30 días para dirimir el conflicto o se expone a una demanda de 500 millones de lempiras.
25 de feb. 2020	Exhortan al diálogo a la Alcaldía y a ASP para evitar demanda.	Se debe llegar a un acuerdo por el beneficio de la sociedad sampedrana y de todo el Valle de Sula.

Fuente: Elaboración propia.

## 2.2 TEORÍA DEL SUSTENTO

A continuación, se presentan en detalle las teorías y temas en que se fundamentará la investigación, ya que existen diferentes tipos de contaminantes en el agua, los cuales se atribuyen a las descargas industriales, agrícolas y domésticas. Utilizamos para la evaluación de algunas de las alternativas de mitigación y control de malos olores basándonos en el tratamiento del agua residual, raíz del problema, el libro de Tratamiento Biológico de las Aguas Residuales de Eduardo Ronzano Llorca, este libro aborda temas como ser ingeniería ambiental, tratamiento del agua, aguas residuales, contaminación del agua y calidad del agua, mismos que apremian su análisis para nuestro estudio, además se utilizó el libro de Ingeniería de Aguas residuales tratamiento, vertido y reutilización Volumen 1, McGraw Hill Interamericana.

Siendo alguna definición de la contaminación del agua como la acción y efecto de introducir materias o formas de energía de modo directo o indirecto, que impliquen una alteración perjudicial a su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica.

La presencia de contaminación genera lo que se denominan “ecosistemas forzados”, es decir ecosistemas alterados por agentes externos, desviados de la situación de equilibrio previa obligados a modificar su funcionamiento para minimizar la tensión a la que se ven sometidos.

### 2.2.1 AGUAS RESIDUALES

En esta sección abordaremos la terminología referente a las aguas residuales, tal como su definición como los principales parámetros que miden su grado de contaminación y a su vez su capacidad de generación de malos olores como un efecto colateral del no tratamiento y buen manejo de dichas aguas.

#### 2.2.1.1 DEFINICIÓN

Las aguas residuales son aguas procedentes de procesos productivos o del consumo humano. Previo a varios tratamientos pueden convertirse en aguas regeneradas susceptibles de reutilización si alcanzan los criterios de calidad adecuados para cada tipo de uso.

### 2.2.1.2 DIMENSIONES DE AGUAS RESIDUALES

Se presentan algunas dimensiones que dentro de las aguas residuales que se componen de una mezcla de aguas negras, aguas grises y aguas industriales, los cuerpos receptores pueden recibir esta agua de dos maneras como se mencionan a continuación:

Aguas Residuales Crudas: Aguas residuales sin ningún tratamiento.

Aguas Residuales Tratadas: aguas residuales que provienen de sistemas de tratamiento y que, por tanto, han recibido algún grado de tratamiento. Esto no necesariamente implica que dicho tratamiento ha sido a satisfacción de la norma nacional de descarga y reutilización de aguas residuales vigente.

### 2.2.1.3 MODELOS DE AGUAS RESIDUALES

Dentro de las aguas residuales existen algunos modelos que al final conforman las descargas hacia los cuerpos receptores en ocasiones sin tratamiento, siendo algunos que mencionaremos a continuación:

Aguas residuales domésticas: Aquellas procedentes de zonas de vivienda y de servicios generadas principalmente por el metabolismo humano y las actividades domésticas como tal.

Aguas residuales industriales: aguas residuales que provienen de sistemas de tratamiento y que, por tanto, han recibido algún grado de tratamiento.

Aguas urbanas: Hacen referencia a aquellas aguas que tienen aguas residuales domésticas y aguas residuales industriales. También aquellas aguas que incluyen las aguas de corriente pluvial. (Reglamento Nacional de Descarga y Reutilización de aguas residuales, 2009)

### 2.2.1.4 MEDICIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Se presentan algunos de los parámetros que permiten evaluar la calidad del agua residual o su grado de contaminación, y que por ende puedan estas ser entre otras cosas, generadoras de malos olores.

**Demanda Biológica de Oxígeno (DBO):** Es la medida del oxígeno disuelto, usado por los microorganismos en la oxidación bioquímica de la materia orgánica biodegradable.

**Demanda Bioquímica de Oxígeno (DQO):** Es la cantidad de oxígeno equivalente a la materia orgánica que puede ser oxidada en un medio ácido a través de un oxidante fuerte (Secretaría de Salud Pública, 1996).

**Sulfatos (S):** En aguas residuales la cantidad de sulfatos es un factor muy importante para la determinación de problemas que puedan surgir por olor, dichos problemas son el resultado de la reducción de los sulfatos a sulfuro de hidrógeno, también conocido ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S). Al producirse H<sub>2</sub>S se tienen serios problemas de mal olor.

**Potencial Hidrógeno (pH):** La medida de pH es un indicador muy importante en el tratamiento de las aguas residuales, independientemente de si hacemos tratamientos biológicos o físico químicos, es necesario conocer y en ocasiones ajustar el pH de entrada del agua a tratar, así como a lo largo de todo el proceso, ya que nos indica en cierto grado la dificultad del tratamiento a realizar.

Para poder realizar el correcto control del pH a lo largo del tratamiento es necesario identificar qué tipo de afluente tenemos y cuál es el rango de valores de pH en que se mantiene normalmente. Esto es importante porque el pH nos permite también identificar el ingreso de cargas contaminantes fuera de lo rutinario, y de esta forma tomar las acciones preventivas que consideremos correctamente.

**Tabla 5. Normas de calidad para las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores**

PARÁMETRO	VALOR PERMISIBLE
Demanda Biológica Oxígeno	0-50 mg/l
Demanda Química Oxígeno	0-200 mg/l
Sulfatos	0-400 mg/l
Temperatura	Menor de 25 grados Celsius
Coliformes Fecal	5000 / 100ml
Grasas y aceites	10.00mg/l
Fenoles	0.50 mg/l
Detergentes	2.00mg/l
Potencial Hidrógeno (pH)	6-9

Fuente: (Reglamento Nacional de Descarga y Reutilización de aguas residuales, 2009)

La tabla 5 muestra algunos de los parámetros de medición más importantes en el agua residual y que están relacionados con el mal olor, así mismo los valores permisibles de acuerdo a norma.

## 2.2.2 CONTAMINACIÓN ODORÍFICA

A continuación, se describen algunas de las características y definiciones relevantes de los malos olores, y en nuestro caso a los derivados de las aguas residuales, mencionando así los parámetros relacionados con la misma.

### 2.2.2.1 DEFINICIÓN

La norma UNE-EN 13725: 2004 para la “Determinación de la concentración de olor por olfatometría dinámica”, define el olor como “la propiedad organoléptica perceptible por el órgano olfativo cuando inspira sustancias volátiles”. La contaminación debida al olor, que es una de las diferentes maneras de contaminación del aire, es un problema complejo (Irish Standard, 2004).

Debido a su naturaleza "difusa", los olores han sido clasificados como contaminantes "sin criterio" por la Agencia de Protección Ambiental por sus siglas en inglés (EPA). Una sustancia de olor ofensivo es aquella que, por sus propiedades organolépticas, composición y tiempo de exposición, puede causar efectos desagradables y generar una respuesta.

### 2.2.2.2 DIMENSIONES DE CONTAMINACIÓN ODORÍFICA

El Sulfuro de Hidrógeno ( $H_2S$ ) es el constituyente más característico de los gases producidos en los sistemas anaerobios y uno de los principales compuestos responsables de la generación de malos olores en plantas de tratamiento de agua residual. Es por ello que la mayoría de los sistemas de control de olores y trabajos de investigación en el tema se refieren al tratamiento del ácido sulfhídrico (OPS, 2012).

### 2.2.2.3 MODELOS DE LA CONTAMINACIÓN ODORÍFICA

La OMS define cuatro características para los olores: la intensidad, entendida como la fuerza de la sensación percibida; la calidad, que es el carácter diferenciador de un olor, lo que

permite identificarlo; la aceptabilidad, como el grado de gusto o disgusto de un olor; el umbral del olor, como la concentración mínima de un estímulo odorífico capaz de provocar una respuesta.

La caracterización de los olores se puede realizar mediante dos técnicas esencialmente: sensoriales y analíticas. Las técnicas sensoriales se basan en la percepción de los olores por el olfato humano. También incluyen la determinación del carácter de un olor (mapeo) y el nivel de agrado o desagrado de un olor (tono hedónico).

Las técnicas analíticas son métodos tradicionales de análisis químico para medir la concentración de compuestos específicos presentes en un olor. (OPS, 2012).

#### 2.2.2.4 MEDICIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ODORÍFICA

Las tablas FIDO son herramientas que se basan en el estudio de cuatro parámetros: la frecuencia, la duración de la detección, la intensidad y el carácter agradable o desagradable del olor. Sirve para determinar si un olor se puede considerar molestia o no. Se utiliza en el Estado de Texas.

**Tabla 6. Tablas FIDO (Frecuencia Intensidad y Duración del Olor)**

INTENSIDAD DEL OLOR					
MF	F	M	D	MD	DISTANCIA DE LA FUENTE EN MTS
Muy Fuerte	Fuerte	Moderado	Débil	Muy Débil	

Fuente: (Texas Commission on Environmental Quality, 2016)

		FRECUENCIA				
		PUNTUAL	TRIMESTRAL	MENSUAL	SEMANAL	DIARIO
DURACION	1 minuto					
	10 minutos					
	1 hora					
	4 horas					
	> 12 horas					

Para el estudio realizado en las zonas más cercanas al canal Chotepe, se les preguntaron a las personas que habitan en esa área, las distancias de dónde se sentía el olor, si era durante todo el tiempo o tenían sus horarios más comunes, así determinamos la intensidad del olor al igual que la duración y la frecuencia. Logrando los siguientes resultados de campo.

<b>INTENSIDAD DEL OLOR</b>					
<b>MF</b>	<b>F</b>	<b>M</b>	<b>D</b>	<b>MD</b>	<b>DISTANCIA DE LA FUENTE EN MTS</b>
Muy Fuerte	Fuerte	Moderado	Débil	Muy Débil	
X	X				<b>50 o menos</b>
		X			<b>100</b>
			X		<b>150</b>
				X	<b>200</b>

La tabla anterior permite mediante consultas en las áreas afectadas, determinar en qué rango de intensidad y duración se encuentra el mal olor, producido en este caso, principalmente por el sulfuro de hidrógeno proveniente del agua residual del canal Chotepe.

El umbral de olor es la concentración de un componente oloroso, a la cual es percibido por el olfato humano. El dato de umbral de olor se usa en la evaluación del impacto a la salud por emisión de olores, particularmente en situaciones en las cuales un compuesto es conocido como predominante del efecto del olor. Para que la detección olfativa de una sustancia química, sea un elemento de seguridad, es importante que exista un margen de seguridad entre el umbral del olor y las concentraciones que puedan llegar a ser tóxicas en forma aguda o crónica.

En lo que respecta al ácido sulfhídrico, por su característica de dejarse de percibir a una concentración no será menor o igual a 150 ppm, no se puede considerar que presente un nivel de seguridad. Por esta razón, es importante enfatizar las actividades de Inspección, Vigilancia y Control a actividades económicas en las cuales se utilicen o emitan aquellas sustancias que no presenten adecuados niveles de seguridad (Pan American Health Organization: PAHO/WHO, 2012).

**Tabla 7. Niveles permisibles o de inmisi3n para sustancias de olores ofensivos**

SUSTANCIA	NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE	
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Tiempo de exposici3n
Sulfuro de Hidr3geno ( $\text{H}_2\text{S}$ )	7	24 HORAS

Fuente:

La tabla anterior nos muestra el valor permitido de sulfuro de hidr3geno en el aire a una exposici3n continua, para poder determinar este valor es necesario contar con herramientas que no estn disponibles en nuestro medio, por lo que para efectos de esta investigaci3n haremos uso únicamente de las tablas FIDO.

### 2.2.3 CUERPO RECEPTOR

Ampliaremos acerca de la definici3n, dimensiones y modelos de los cuerpos receptores de las aguas residuales tratadas y no tratadas, que son al final los encargados de soportar y transportar las aguas producidas por la actividad humana.

#### 2.2.3.1 DEFINICI3N

De acuerdo con las Normas Técnicas de las Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y Alcantarillado Sanitario, un cuerpo receptor es una masa de agua subterránea o superficial, lacustre, marina, riberena, represada o en libre movimiento, tal como ríos, quebradas, canales, lagos, lagunas, acuíferos, mares, embalses naturales o artificiales, estuarios, pantanos, y demás cuerpos de agua dulce, salobre o salada, o el suelo y subsuelo, mismos que puedan recibir, directa o indirectamente, el vertido de aguas residuales.

En este caso el canal Chotepe es un cuerpo receptor que recibe directamente la descarga de aguas residuales sin tratar de la ciudad de San Pedro Sula.

#### 2.2.3.2 DIMENSIONES DE CUERPOS RECEPTORES

Los cuerpos receptores, como bien lo dice su definici3n, pueden ser de naturaleza y dimensiones diferentes. En este caso de estudio mencionaremos a continuaci3n los que más se asemejan o los que de mejor similitud de comparaci3n tienen.

**Ríos:** Un río es una corriente natural de agua que fluye permanentemente y va a desembocar en otra, en un lago o en el mar. Cada río posee un cierto caudal, que no suele ser constante a lo largo del año. En los períodos con mayor cantidad de precipitaciones, el caudal aumenta. En cambio, cuando llueve poco o se experimentan elevadas temperatura, el caudal desciende e, incluso, en situaciones extremas el río puede secarse.

**Quebrada:** Como sustantivo, es un término que se utiliza para nombrar a la hendidura de una montaña, al paso estrecho entre elevaciones o al arroyo o riachuelo que atraviesa una quiebra. En algunos países de América del Sur con regiones andinas, como ser Chile, Bolivia y Argentina, el término quebrada sirve para dar nombre a estrechos valles que se encuentran encajonados por montañas cuyas laderas descienden de forma pronunciada en su superficie.

**Canal:** Un canal es un estrecho curso de agua, de origen natural o artificial. Son relativamente fáciles de reconocer ya que no tienen la amplitud ni el gran volumen de agua de los lagos o de los ríos, y sus aguas no son tan rápidas.

#### 2.2.3.3 MODELOS DE CUERPOS RECEPTORES

Los modelos de cuerpos receptores, igual que sus dimensiones, varían y pueden ser desde mares hasta acuíferos. Su modelación no es realmente una concepción única y variará acorde a cada caso de estudio.

#### 2.2.3.4 MEDICIÓN DE CUERPOS RECEPTORES

Las mediciones de un cuerpo receptor pueden hacerse de diferentes maneras, en el caso de los canales, por ejemplo, la medición de secciones, longitud, caudales y velocidad son fácilmente medibles puesto que son de fácil acceso físicamente, sin embargo, para un acuífero se requiere de técnicas más especializadas para definir su caudal, profundidad y áreas de recarga que requieren aparte de técnicas, equipos más especializados.

#### 2.2.4 ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL

Existen varias alternativas de control de malos olores generados por aguas residuales, solo que sin duda la mayoría de ellas se relacionan a aguas residuales controladas y/o en proceso de tratamiento en los que el agua y los sólidos se pueden manipular fácilmente.

#### 2.2.4.1 DEFINICIÓN

Cuando hablamos de alternativas de mitigación y control son aquellas acciones y mecanismos que contribuyen a eliminar los malos olores en las aguas residuales. No obstante, aquellas aguas cuyos caudales y contaminación no son controlados, deberán de analizarse de manera ligeramente diferente, en el sentido de que el control de la contaminación.

#### 2.2.4.2 DIMENSIONES DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL

A continuación, se definen algunas posibles alternativas a ser seleccionadas las cuales son utilizadas en los sistemas de aguas residuales ya sean en confinamiento o controlada como en plantas de tratamiento, así como en aguas residuales en movimiento.

**Aireación Prolongada:** Procede del tiempo de retención hidráulico relativamente largo, generalmente entre 16 y 24 horas. Habitualmente este proceso se utiliza en plantas de tratamiento donde las aguas residuales están controladas o confinadas, para un tamaño máximo de 20,000 habitantes y por simplificación funciona sin decantación primaria. (Ronzano & Dapena, 2002).

**Flujos de pistón:** En este caso se utiliza en plantas de tratamiento con aguas controladas, cuyo el depósito de aeración se divide en varios canales o celdas conectados en serie. Para que se pueda considerar un flujo de pistón de características próximas al flujo teórico, es necesario, en caso de utilizar canales, que la longitud total del recorrido sea por lo menos 30 veces la anchura. Si se disponen células o celdas independientes, conectadas en serie, debemos de proveer como mínimo 16. (Ronzano & Dapena, 2002).

**Distribución escalonada:** En este caso se utiliza en plantas de tratamiento donde las aguas residuales están controladas y si distribuimos el agua a tratar de forma escalonada, produciremos una modificación de flujo de pistón. En este caso, en lugar de que todo el caudal de agua entre en cabeza junto con los fangos, se distribuye a lo largo del recorrido del líquido mixto. Normalmente se limitan las entradas de agua hasta los primeros 2/3 del recorrido, de forma que la última fracción de agua a distribuir disponga de un tiempo de retención mínimo.

**Oxifuch:** Este es un caso que podría aplicarse ya que es para agua residual en movimiento dentro de tuberías especiales en un cuerpo receptor, mares etc., es una tecnología desarrollada por la empresa española Sewervac, dedicada a la innovación hidráulica y medioambiental, Oxifuch es

aplicada para mejorar la calidad del agua a través de la eutrofización de la misma. Consiste en dos tuberías prefabricadas circulares diseñadas para trabajar de manera sumergible (ver figura 18). La tubería inferior trabaja como peso muerto para mantenerla siempre sumergida, la tubería superior funciona como una tubería de oxigenación mecánica a través de la generación de doble columna de burbujas finas. (Sewervac, 2019).

**Barreras vivas:** Este caso se utiliza para áreas donde el agua es controlada y no controlada ya que permite el control de los olores que trae el viento, y la descomposición de materia orgánica. Es el establecimiento de una barrera arbórea de tipo rompe vientos en las áreas verde libres, a los costados del canal consiste en una o más hileras estratificadas de árboles y arbustos de denso follaje en dirección perpendicular al viento dominante y sembrados de tal forma que obligue a éste a elevarse sobre sus copas. Lo cual permite el control de los vientos, la minimización de dispersión olores ofensivos, la disminución de ruido, atenuación de partículas, recuperar o mejorar el paisaje y otras funciones como regular las condiciones del micro clima entre otras.

**Emballado de concreto:** Esta obra se considera una alternativa para conducir y controlar las aguas residuales y por lo tanto el mal olor en las áreas donde se construya, será una obra necesaria cuando la ciudad cuente con las plantas de tratamiento que deberá conducir por tubería las descargas hacia la ubicación de la estructura final.

#### 2.2.4.3 MODELOS DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL

Los modelos de las alternativas de mitigación y control de los malos olores dependerán de la situación y ubicación de donde se encuentren las aguas residuales ya sean confinadas como en una planta de tratamiento y en un cuerpo receptor.

#### 2.2.4.4 MEDICIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL

La medición de las alternativas será determinada de acuerdo a la necesidad y situación especial de acuerdo a la ubicación, intensidad y estado físico del agua residual.

### 2.3 CONCEPTUALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

En esta sección se analiza las definiciones fundamentales y las dimensiones e indicadores de las variables definidas de la investigación de manera clara y precisa.



**Figura 15. Mapa conceptual de las variables**

Fuente: Elaboración propia.

### 2.3.1 VARIABLE DEPENDIENTE

La variable dependiente representa el producto o resultado cuya variación se está estudiando o investigando.

#### 2.3.1.1 MALOS OLORES (SULFURO DE HIDRÓGENO)

Concepto de olor: De acuerdo a la norma UNE-EN 13725, el olor se define como “La propiedad organoléptica perceptible por el órgano olfativo cuando inspira sustancias volátiles”, por tanto las moléculas odoríferas son susceptibles de producir un olor que son fáciles de percibir en el olfato que pueden ser agradables o desagradables. (Cerem Business School, 2019)

La percepción de olor inicia en la emisión de una determinada sustancia o mezcla de sustancias que son transportadas y diluidas en el aire, llevando a la inmisión. Para luego ser

inhaladas por la respiración mediante el sistema olfativo, a través del cual el cerebro genera una respuesta que es la sensación de olor.

Generalmente cuando estos olores generan desagrado, la contaminación odorífera está todavía en imprecisión, aunque bien se ha constituido qué se entiende por malos olores y qué puede o no afectar a la comunidad en general, los olores no son algo que todas las personas perciban de la misma forma, es algo difuso e inespecífico.

Se trata de la sal, ya sea orgánica o mineral, que compone el ácido sulfúrico (un compuesto químico de fórmula  $H_2SO_4$ ). Puede decirse, por lo tanto, que las sales que forman un ácido sulfúrico reciben el nombre de sulfatos. Estas sales se componen de cuatro átomos de oxígeno que rodean un átomo de azufre ubicado en el centro.

Los sulfatos tienen un grado de afectación negativo respecto a los malos olores, puesto que en aguas residuales la cantidad de sulfatos es un factor muy importante para la determinación de problemas que puedan surgir por olor, dichos problemas son el resultado de la reducción de los sulfatos a sulfuro de hidrógeno, también conocido ácido sulfhídrico ( $H_2S$ ). Al producirse  $H_2S$  se tienen serios problemas de mal olor.

### 2.3.2 VARIABLES INDEPENDIENTES

Las variables independientes, también conocidas en un contexto estadístico como regresores, representan insumos o causas, es decir, razones potenciales de variación. En un experimento, cualquier variable que el experimentador manipule puede denominarse variable independiente. Modelos y experimentos prueban los efectos que las variables independientes tienen sobre las variables dependientes.

#### 2.3.2.1 AGUAS RESIDUALES

Por definición, las aguas residuales son aguas procedentes de procesos productivos o del consumo humano y pueden separarse en aguas residuales crudas que son aquellas que no han tenido ningún tipo de tratamiento, y aguas residuales tratadas que son las que provienen de alguna instalación de tratamiento previo. Su grado de afectación es negativo respecto a la variable

dependiente, puesto que a mayor cantidad de agua residual mayor cantidad de mal olor habrá presente.

#### 2.3.2.2 DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO (DBO)

La DBO es la medida del oxígeno disuelto usado por los microorganismos en la oxidación bioquímica de la materia orgánica biodegradable, y su grado de afectación respecto a la variable dependiente es negativo puesto que a mayor DBO menor cantidad de oxígeno contiene el agua y mayor cantidad de ácido sulfúrico habrá en la misma.

#### 2.3.2.3 DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)

La DQO es la cantidad de oxígeno equivalente a la materia orgánica que puede ser oxidado en un medio ácido a través de un oxidante fuerte e igual que la DBO, su grado de afectación es negativo respecto a los malos olores.

#### 2.3.2.4 OXÍGENO DISUELTO

El oxígeno disuelto (OD) es la cantidad de oxígeno gaseoso que está disuelto en el agua. El oxígeno libre es fundamental para la vida de los peces, plantas, algas, y otros organismos; por eso, desde siempre, se ha considerado como un indicador de la capacidad de un río para mantener la vida acuática, su grado de afectación es que a mayor oxígeno disuelto menor presencia de vida por ende mayor intensidad de malos olores.

#### 2.3.2.5 POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)

La medición de pH del agua nos permite saber el grado de acidez o alcalinidad que la misma pueda tener. La actividad biológica se desarrolla dentro de un intervalo de pH generalmente estricto. Un pH que se encuentre entre los valores de 6 a 9, no suele tener un efecto significativo sobre la mayoría de las especies, aunque algunas son muy estrictas a este respecto. Un aspecto importante del pH es la agresividad de las aguas ácidas, que da lugar a la solubilización de sustancias por ataque a los materiales.

De este modo, un efluente con pH adverso puede alterar la composición y modificar la vida biológica de las aguas naturales. También es más difícil de tratar por métodos biológicos, que sólo pueden realizarse entre valores de pH de 6,5 a 8,5.

Las aguas residuales urbanas suelen tener un pH próximo al neutro y su grado de afectación es negativo respecto a los malos olores en aguas residuales, puesto que entre más ácida sea el agua, mayor sulfuro de hidrógeno será liberado de las mismas.

#### 2.3.2.6 ESTACIONES DEL AÑO

En Honduras se presentan dos estaciones, la lluviosa y la seca debido a su ubicación tropical. Las estaciones en los países templados coinciden con los equinoccios y los solsticios, aunque ocurren en forma invertida, cuando es verano en el hemisferio norte, en el hemisferio sur es invierno, su grado de afectación depende de que si es verano el agua se consume y quedan los sólidos que provocan descomposición y generan malos olores, y en invierno hay un aumento de agua y genera desbordes de agua residuales, además las horas en que más olor se presenta es al mediodía.

#### 2.3.2.7 VIENTO

Los vientos Alisios del Nor-Este penetran casi constantemente por el Golfo de Honduras, atraviesan el territorio hacia el suroeste, modificándose por la topografía, dejan la mayor humedad en el Norte y se vuelven más inestables después del parteaguas continental hacia las costas del pacífico, donde llegan más secos. (Nacer en Honduras, 2010). El grado de afectación es que cuando más vientos se presentan mayor presencia de malos olores.

#### 2.3.2.8 DISTANCIA

La distancia es la longitud total recorrida por un objeto móvil en su trayectoria. Como tal, es una magnitud escalar, por lo tanto, es expresada en unidades de longitud, su grado de afectación es que entre más cerca al cuerpo receptor mayor intensidad de olor.

#### 2.3.2.9 CUERPO RECEPTOR

De acuerdo con las Normas Técnicas de las Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y Alcantarillado Sanitario, un cuerpo receptor es una masa de agua subterránea o superficial, lacustre, marina, ribereña, represada o en libre movimiento, tal como ríos, quebradas, canales, lagos, lagunas, acuíferos, mares, embalses naturales o artificiales, estuarios, pantanos, y demás cuerpos de agua dulce, salobre o salada, o el suelo y subsuelo, mismos que puedan recibir,

directa o indirectamente, el vertido de aguas residuales, su grado de afectación es que al no cumplir los parámetros permisibles se generaran malos olores en los alrededores.

#### 2.3.2.10 ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL

El crecimiento de la población mundial y el estilo de vida son las causas principales del aumento del volumen de aguas residuales.

Como consecuencia del tratamiento de estas aguas, se generan millones de toneladas de lodo que colmatan vertederos y generan contaminación, malos olores y problemas de insalubridad. Frente a ello, una de las alternativas más importantes es la transformación de ese lodo, que tiene un alto contenido de materia orgánica, en un recurso para la agricultura como abono para los cultivos.

Ahora, investigadores del departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Córdoba (UCO), en colaboración con la Universidad de Granada, han conseguido validar una nueva tecnología que transforma el lodo de estas aguas residuales de una forma más eficiente.

El sistema, probado a escala industrial, evita los malos olores que se generan durante el proceso. Además, reduce hasta en dos meses el tiempo necesario para estabilizar y sanear la materia orgánica del lodo y convertirla en fertilizante. Se trata de una tecnología incipiente que utiliza una serie de cubiertas móviles y semipermeables en cuyo interior se lleva a cabo el proceso de compostaje. Las cubiertas permiten el paso de moléculas como el dióxido de carbono, sin embargo, impiden que las atraviesen otras causantes del mal olor como el amoníaco. Esta tecnología, empleada por la empresa Biomasa del Guadalquivir, en la cual se ha llevado a cabo el estudio a escala industrial bajo la financiación de un proyecto Motriz, utiliza un sistema de aireación forzada en el interior de la cubierta.

Insuflar aire a las bacterias, según explica la investigadora del Área de Ingeniería Química de la Facultad de Ciencias de la UCO, Ángeles Martín, al insuflar aire se acelera la actividad de las bacterias aerobias, encargadas de descomponer la materia contaminante en otras moléculas más simples que posteriormente las plantas absorben a través de sus raíces.

De esta manera, el proceso se acelera aproximadamente dos meses con relación al procedimiento habitual de tratamiento de lodos en pilas al descubierto y un mes en comparación con otro método clásico que emplea túneles de concreto. Por otro lado, las cubiertas móviles permiten el seguimiento de la temperatura del proceso, la cual se eleva durante una primera etapa por encima del punto crítico de los 55 grados, temperatura necesaria para que la materia orgánica presente en el lodo se higienice.

Según subraya la investigadora, “tras haber analizado la relación entre los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que intervienen en el proceso, podemos determinar que se ha generado un compost de alta calidad y elaborar una herramienta que puede exportarse a otras plantas de tratamiento”.

Aguas residuales, este avance es relevante en el contexto actual, donde la normativa europea que regula el tratamiento de lodos de aguas residuales se ha endurecido a lo largo de los últimos años, “Mientras que antes se vertía prácticamente todo el lodo”, indica Martín, “las nuevas regulaciones, como la de agosto de 2018 en Andalucía, son más estrictas y obligan a higienizar y estabilizar el residuo, ya que un manejo incorrecto del mismo puede generar problemas de salud por contaminación microbiana y metales pesados”.

Según los datos del Registro Nacional de Lodos, tan solo en España se producen anualmente alrededor de 8.000.000 toneladas de lodo húmedo, por lo que gestionar estos residuos de forma eficaz para convertirlos en un recurso se ha constituido como una prioridad para el sector. (Universidad de Córdoba, 2020)

También existen varias otras alternativas de control de malos olores generados por aguas residuales, solo que sin duda la mayoría de ellas se relacionan a aguas residuales controladas y/o en proceso de tratamiento en los que el agua y los sólidos se pueden manipular fácilmente. No obstante, aquellas aguas cuyos caudales y contaminación no son controlados, deberán de analizarse de manera ligeramente diferente, en el sentido de que el control de la contaminación que estas generan posiblemente no sea el mismo que para las que como ya dijimos, están controlados sus caudales y calidad.



**Figura 16. Planta moderna de tratamiento de aguas residuales.**

Fuente: (EcoInventos, 2018)

El parámetro de contaminación orgánica más utilizado y aplicable a las aguas residuales superficiales es la DBO a los cinco días ( $DBO_5$ ). En esta determinación se mide la cantidad de oxígeno disuelto utilizado por los microorganismos en la oxidación bioquímica de materia orgánica. Esta medición es de suma importancia en el tratamiento de los líquidos residuales, ya que nos permite determinar la cantidad de oxígeno que será necesario para estabilizar biológicamente la materia orgánica presente.

Como consecuencia de esta descomposición orgánica y cuando existe deficiencia en el suficiente suministro de oxígeno, se forma el Sulfuro de Hidrógeno, que se trata de un gas incoloro inflamable y con un fuerte olor característico al huevo en descomposición. Este gas es uno de los principales responsables del mal olor en aguas residuales.

### 2.3.3 ALTERNATIVAS DE MITIGACION Y CONTROL DE OLORES

Para solucionar los problemas mencionados en la sección anterior se puede actuar de diversos modos en las plantas de tratamiento y cuerpos receptores de agua residual, entre los que podemos mencionar las siguientes alternativas.

#### 2.3.3.1 AERACIÓN PROLONGADA

El nombre de Aeración Prolongada procede del tiempo de retención hidráulico relativamente largo, generalmente entre 16 y 24 horas. Habitualmente este proceso se utiliza en plantas de tratamiento para un tamaño máximo de 20,000 habitantes y por simplificación funciona sin decantación primaria. (Ronzano & Dapena, 2002).

Cualquier método de aeración prolongada, antes de cualquier otra limitación que pudiese estudiársele a cada uno.

#### 2.3.3.2 FLUJOS DE PISTÓN

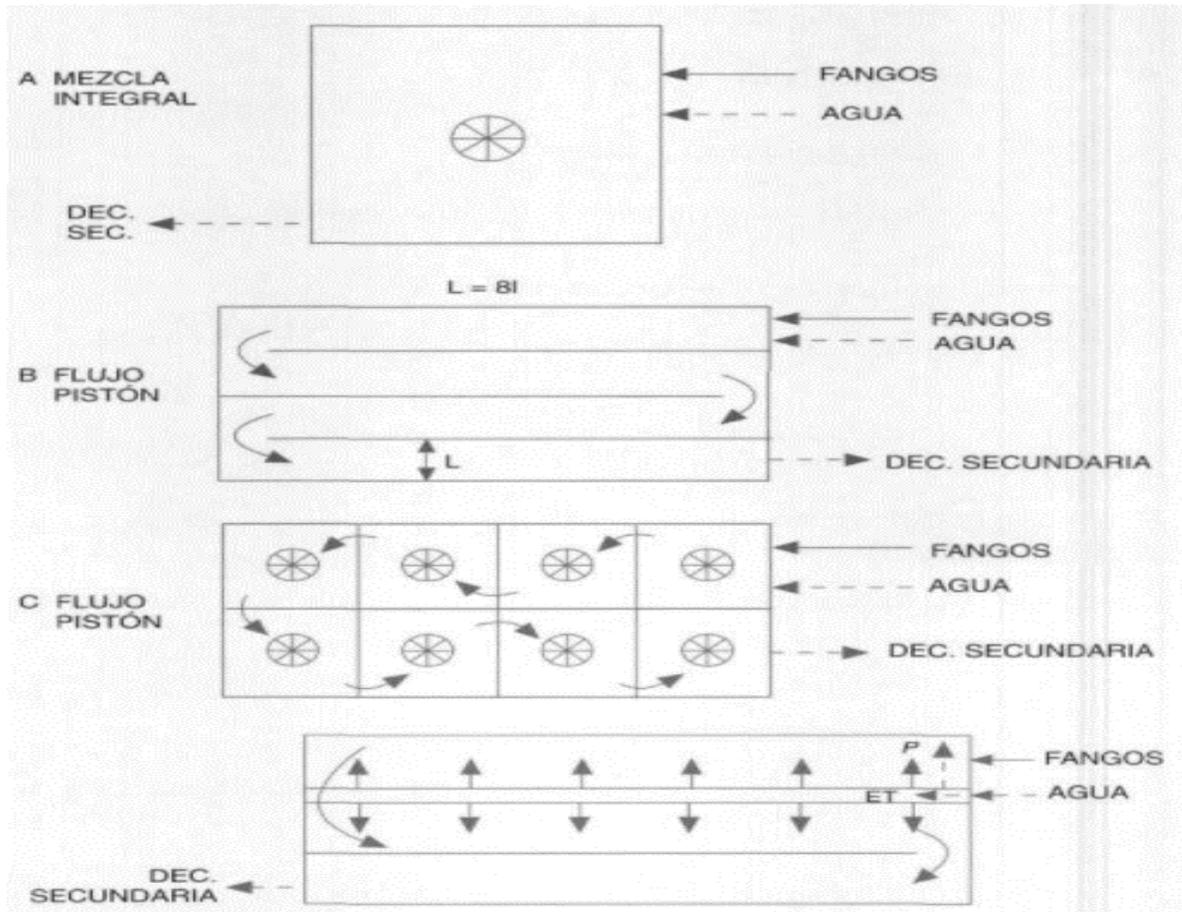
En este caso el depósito de aeración se divide en varios canales o celdas conectados en serie. Para que se pueda considerar un flujo de pistón de características próximas al flujo teórico, es necesario, en caso de utilizar canales, que la longitud total del recorrido sea por lo menos 30 veces la anchura. Si se disponen células o celdas independientes, conectadas en serie, debemos de proveer como mínimo 16. (Ronzano & Dapena, 2002).

De entre los métodos de flujo de pistón existen entre otros:

- Aireación con aire
- Aireadores superficiales

#### 2.3.3.3 DISTRIBUCIÓN ESCALONADA

Si distribuimos el agua a tratar de forma escalonada, produciremos una modificación de flujo de pistón. En este caso, en lugar de que todo el caudal de agua entre en cabeza junto con los fangos, se distribuye a lo largo del recorrido del líquido mixto. Normalmente se limitan las entradas de agua hasta los primeros 2/3 del recorrido, de forma que la última fracción de agua a distribuir disponga de un tiempo de retención mínimo.



**Figura 17: Flujos de líquido incluyendo la distribución escalonada**

Fuente: (Ronzano & Dapena, 2002).

Se compara el flujo de pistón y la distribución escalonada, desde el aspecto de la oxigenación, con la distribución escalonada se consigue el reparto de las necesidades de oxígeno a lo largo del recorrido del líquido, de manera más sencilla que con el flujo de pistón.

#### 2.3.3.4 OXIFUCH

Oxifuch es una tecnología desarrollada por la empresa española Sewervac, dedicada a la innovación hidráulica y medioambiental, Oxifuch es aplicada para mejorar la calidad del agua a través de la eutrofización de la misma.

Consiste en dos tuberías prefabricadas circulares diseñadas para trabajar de manera sumergible (ver figura 18). La tubería inferior trabaja como peso muerto para mantenerla siempre sumergida, la tubería superior funciona como una tubería de oxigenación mecánica a través de la generación de doble columna de burbujas finas. (Sewervac, 2019).

Dentro de los beneficios de esta tecnología podemos mencionar:

1. Aumento de la fauna.
2. Eliminación de componentes orgánicos.
3. Reducción de los volúmenes de lodo.
4. Eliminación termoclinas.
5. Reducción de algas y plantas.
6. Limita la presencia de nutrientes en los lodos.
7. Aumenta el oxígeno disuelto tanto en el sedimento como en las masas de agua.
8. Rotura tensión superficial.
9. Eliminación de olores.



**Figura 18: Tecnología Oxifuch para la oxigenación de aguas.**

Fuente: (Sewervac, 2019)

Dentro de los campos de aplicación de esta tecnología tenemos:

- 1 Ríos.
- 2 Lagos.
- 3 Embalses.
- 4 Balsas de riego.
- 5 Campos de Golf.
- 6 Acuicultura.
- 7 Tratamiento de olores en aguas residuales

### 2.3.3.5 BARRERAS VIVAS

Es el establecimiento de una barrera arbórea de tipo rompe vientos en las áreas verde libres, a los costados del canal consiste en una o más hileras estratificadas de árboles y arbustos de denso follaje en dirección perpendicular al viento dominante y sembrados de tal forma que obligue a éste a elevarse sobre sus copas, lo cual permite el control de los vientos, la minimización de dispersión olores ofensivos, la disminución de ruido, atenuación de partículas, recuperar o mejorar el paisaje y otras funciones como regular las condiciones del micro clima entre otras.

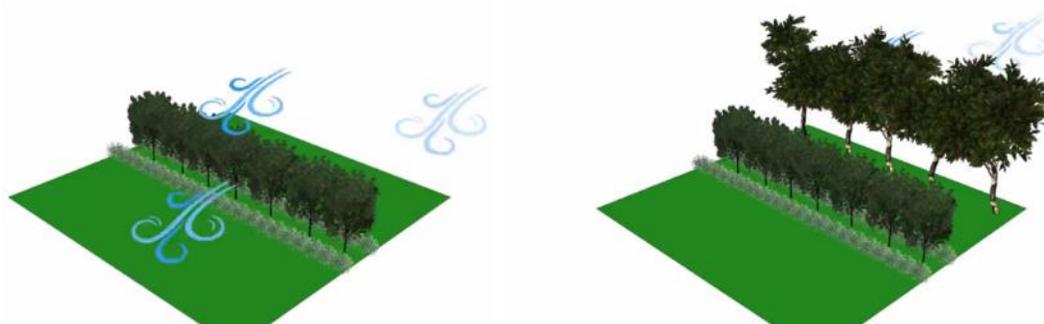
La efectividad de una barrera viva se logra con el tiempo. Hay que esperar que se desarrolle y cierre bien para que cumpla sus funciones. En el caso del crecimiento esto puede demorar entre 8 y 12 meses como mínimo para que se llene el follaje y se logre la barrera física deseada.



**Figura 19: Barreras Vivas Instaladas como Rompe vientos**

Fuente: Foto de archivo

Las cercas o barreras vivas además de servir de divisiones de las áreas, contribuyen al mejoramiento de la calidad del aire, instalando plantas nativas y de varias especies.



**Figura 20: Barreras vivas como rompe vientos**

Fuente: Fotos de archivo

Entre más altos sea la cortina de árboles mejor será el área protegida con una densidad prudente evitando distanciamientos muy largos entre las plantas para que no aparezcan corrientes turbulentas, a la vez sirven para el medio ambiente contribuyendo a la fauna del sector.

#### 2.3.3.6 EMBAULAMIENTO DEL CANAL

Esta obra consideramos aparte de poder controlar, claro está, el mal olor en las áreas donde se construya será una obra necesaria cuando la ciudad cuente con las plantas de tratamiento.

Pues los recorridos que el agua cruda y pretratado realice entre ciudad y planta y/o entre planta y planta, no deberá ser conducida a cielo abierto, pues esto aparte de contaminar el subsuelo, mantendrá el problema del mal olor en estas áreas.

Esta alternativa es muy factible de construir en verano, haciendo las previsiones de diseño del caudal en invierno que permitan que el flujo del agua no sea en ningún momento interferido.



**Figura 21: Ilustración típica de un embaulado**

Fuente: Elaboración propia, foto de archivo.

## 2.4 INSTRUMENTOS

En esta parte de la investigación se describirá los principales instrumentos que se utilizarán para la determinación de las variables de interés, tomando sus definiciones del Reglamento Nacional de Descarga y Reutilización de Aguas Residuales.

### 2.4.1 RECIPIENTES PARA LAS MUESTRAS

Los recipientes para las muestras generalmente están hechos de plástico o de vidrio, y se utilizan de acuerdo con la naturaleza de la muestra y sus componentes. Los recipientes de vidrio son inconvenientes para muestras destinadas a ser analizadas por metales traza; el vidrio libera silicio y sodio, a su vez, pueden adsorber trazas de metales contenidas en la muestra.

Por otra parte, los recipientes de plástico excepto los teflonados (politetrafluoroetileno, TFE)- deben descartarse para muestras que contengan compuestos orgánicos, estos materiales liberan sustancias del plástico (por ejemplo, ésteres de fatalito del plástico) y a su vez disuelven algunos compuestos orgánicos volátiles de la muestra.

Las tapas de los envases, generalmente de plástico, también pueden ser un problema, por lo que se debe usar empaques o septum de metal o TFE. Para situaciones críticas, es adecuada la inclusión de un blanco del recipiente para demostrar la ausencia de interferencias. Para el caso de estudio se usarán los de vidrio para todos los análisis de compuestos orgánicos y parámetros de interés, ya que casi todos se relacionan a la descomposición de materia orgánica.

Algunos otros factores para al seleccionar el contenedor de muestreo son: Alta resistencia a ser quebrados, sellado eficiente, buena resistencia a temperaturas extremas, tamaño, forma y masa que resulten prácticos, buen potencial para limpieza y reutilización, disponibilidad y costo.

### 2.4.2 MÁSCARA RESPIRADORA- FILTROS PARA ÁCIDOS Y VAPORES

El lugar de la toma de muestra estará contaminado con gases orgánicos ofensivos y/o nocivos para la salud. Un respirador es vital en ambientes enrarecidos y en áreas donde los niveles de agentes contaminantes son altos. Un respirador le ayuda a protegerse de los riesgos que le pueden causar daños, enfermedades e incluso la muerte.

### 2.4.3 GUANTES DE PROTECCIÓN

Para que los guantes de protección sean efectivos contra los agentes biológicos, deben usarse correctamente y efectuar un buen mantenimiento. Se deberán utilizar este tipo de guantes (UNE EN-374) en tareas que puedan suponer riesgo de exposición a agentes biológicos, entre otras:

1. Limpieza de baños.
2. Traslado, manipulación de basura, ropa usada.
3. Trabajos en fosas sépticas, aguas residuales.
4. Contacto con pacientes.
5. Manipulación de alimentos: carne, pescado.
6. Limpieza de sangre o fluidos corporales.
7. Actualmente de protección a la pandemia del Covid-19.

### 2.4.4 LABORATORIO

Un laboratorio es un lugar que se encuentra equipado con los medios necesarios para llevar a cabo experimentos, investigaciones o trabajos de carácter científico o técnico. En estos espacios, las condiciones ambientales se controlan y se normalizan para evitar que se produzcan influencias extrañas a las previstas, con la consecuente alteración de las mediciones, y para permitir que las pruebas sean repetibles.

Un laboratorio autorizado es aquel que ha obtenido la licencia de la Secretaría de Estado en el Despacho de Salud, para efectuar análisis de agua, y que cumple con lo establecido en el Reglamento de Registro nacional de Prestadores de Servicios Ambientales de la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente. (Reglamento Nacional de Descarga y Reutilización de aguas residuales, 2009)

### 2.4.5 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado de precisión o exactitud de la medida, en el sentido de que si aplicamos repetidamente el instrumento al mismo sujeto u objeto produce iguales resultados.

La validez se refiere al grado en que un instrumento mide la variable que pretende medir.

#### 2.4.6 PROCEDIMIENTOS EMPLEADOS

A continuación, mencionaremos algunos de los procedimientos a seguir para la obtención de las muestras de nuestro estudio, así mismo poder ubicar de la manera más precisa el lugar de estas muestras para su registro.

#### 2.4.7 UBICACIÓN GEO-REFERENCIADA

Es la ubicación geográfica cuyas coordenadas son conocidas con exactitud, por haber sido determinadas por cualquier procedimiento válido de georreferenciación, típicamente mediante el uso de aparatos de posicionamiento geográfico. Esta herramienta la utilizaremos para poder georreferenciar nuestra zona de estudio haciendo uso de Google Earth.

#### 2.4.8 GOOGLE EARTH

Es un programa informático que muestra un globo virtual que permite visualizar múltiple cartografía, con base en la fotografía satelital. El mapa de Google Earth está compuesto por una superposición de imágenes obtenidas por imágenes satelitales, fotografías aéreas, información geográfica proveniente de modelos de datos SIG de todo el mundo y modelos creados por computadora. Lo utilizaremos para poder ubicar nuestra zona de estudio.

#### 2.4.9 MUESTRA COMPUESTA

Una muestra compuesta es aquella conformada por dos o más muestras puntuales que se han mezclado en proporciones conocidas y apropiadas para obtener un resultado promedio de la composición de un AR en un período de tiempo dado. Tal muestra puede ser compuesta simple, cuando las muestras puntuales empleadas para hacerla se combinan en proporciones iguales; muestra compuesta ponderada, cuando las proporciones de las muestras puntuales reflejan las variaciones en los caudales o intervalos de tiempo en los cuales éstas se toman; y compuesta espacialmente ponderada, cuando las proporciones de las muestras puntuales de las cuales se compone reflejan variaciones asociadas a los puntos espaciales en los cuales se toman, como en diferentes puntos equidistantes a lo ancho de un río.

En este caso de estudio se utilizará la muestra compuesta simple puesto que se considera que la velocidad y tiempo en que serán tomadas las muestras son relativamente iguales.

#### 2.4.10 CUSTODIA Y VIGILANCIA DE LA MUESTRA

El proceso de control y vigilancia del muestreo, preservación y análisis es esencial para asegurar la integridad de la muestra desde su recolección hasta el reporte de los resultados; incluye la actividad de seguir o monitorear las condiciones de toma de muestra, preservación, codificación, transporte y su posterior análisis.

Este proceso es básico e importante para demostrar el control y confiabilidad de la muestra no sólo cuando hay un litigio involucrado, sino también para el control de rutina de las muestras. Se considera que una muestra está bajo la custodia de una persona si está bajo su posesión física individual, a su vista, y en un sitio seguro.

Para evitar adulteraciones de la muestra, se debe de sellar el recipiente que la contiene con cinta adhesiva para evitar su manipulación. También deberán de colocarse entre otras cosas dentro del reporte de muestreo la siguiente información:

- 1 Fecha y hora de la toma de muestra.
- 2 Localización del punto de muestreo.
- 3 Propósito de la muestra.
- 4 Tipo de muestra (simple o compuesta).
- 5 Número y volumen de la muestra y Firma del responsable.

#### 2.4.11 ANÁLISIS DE MUESTRAS EN EL LABORATORIO

Una vez obtenida la muestra a través del procedimiento establecido y transportada hasta su lugar de estudio, se procederá hacer las pruebas de laboratorio correspondiente y pertinente a nuestro enfoque de estudio.

Estos resultados serán posteriormente analizados, comparados e interpretados para emitir las conclusiones y recomendaciones que de ello emanen.

### 2.5 MARCO LEGAL

En relación al marco legal con la Ley General del Ambiente, la Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente, junto con el Centro de Estudios y Control de Contaminantes CESCO, la Ley General de Aguas dada el 24 de agosto del 2009, el Plan Maestro de San Pedro Sula y con la

normas técnicas de descargas de aguas residuales a cuerpos receptores se desarrolla la investigación de la regulación de las descargas de las aguas residuales en Honduras actualmente se rige de acuerdo al Acuerdo No. 058 de la Secretaría de Salud Pública dado en Tegucigalpa, M. C., 9 de abril de 1996.

El Presidente Constitucional de la República:

CONSIDERANDO: Que corresponde al Estado conservar el medio ambiente de adecuado para proteger la salud de las personas.

CONDIDERANDO: Que es atribución del Poder Ejecutivo adoptar las medidas de promoción, prevención y rehabilitación de la salud de los habitantes.

CONSIDERANDO: Que la protección de los recursos naturales y en especial la preservación del recurso hídrico, es uno de los principales objetivos del Estado para asegurar la salud y mejorar la calidad de vida de la población.

CONSIDERANDO: Que la contaminación del agua, es uno de los problemas que causa mayor impacto negativo a la salud de la población y al ambiente, por lo que resulta prioritario adoptar medidas para el control de la contaminación generada por las descargas de aguas residuales en los cuerpos receptores.

CONSIDERANDO: Que la contaminación de los cuerpos receptores favorece la proliferación de enfermedades de origen hídrico y reduce el número de fuentes disponibles para el abastecimiento de agua para consumo humano necesario para la presente y futura generación.

CONSIDERANDO: Que es necesario establecer las normas que regulen las descargas residuales especialmente a los cuerpos receptores y alcantarillados sanitarios. CONSIDERANDO: Que el Comité Técnico Nacional para la calidad del Agua elaboró dichas Normas Técnicas.

POR TANTO: En uso de las facultades de que esta investido y en aplicación de los Artículos 145, 245 Numerales 11 y 29 y 248 de la Constitución de la República.

Acuerda emitir las siguientes normas:

**Tabla 8: Normas técnicas de las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores**

CAPÍTULO	CONCEPTO	ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN
I	OBJETIVO	1	Las presentes Normas tiene por objeto:
			a. Regular las descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores y alcantarillado sanitario
			b. Fomentar la creación de programas de minimización de desechos, la instalación de sistemas de tratamiento y la disposición de aguas residuales para reducir la producción y concentración de los contaminantes descargados al ambiente.
II	COMPETENCIA	2	Su aplicación será competencia de la Secretaría de Estado en el Despacho de Salud Pública, de la Secretaría de Estado en el Despacho del Ambiente y la Secretaría de Estado en los Despachos de gobernación y Justicia.
III	CAMPO DE APLICACIÓN	3	Las presentes Normas son de OBSERVANCIA OBLIGATORIA en TODO EL TERRITORIO NACIONAL de la REPÚBLICA DE HONDURAS.
		4	Toda persona natural o jurídica, pública o privada que realice actividades que generen descargas, deberán cumplir las disposiciones descritas en estas normas. Cuando las descargas no cumplen las normas, deberán incorporarse las medidas correctivas que sean necesarias en un plazo no mayor de 18 meses, a partir de la vigencia del presente Acuerdo.
IV	DEFINICIONES	5	Para efectos de aplicación de las presentes normas se establecen las siguientes definiciones:
V	ESPECIFICACIONES	6	Cada descarga a un cuerpo receptor en forma directa o indirecta deberá cumplir con las características Físicas, Químicas y Bacteriológicas generales cuyos rangos y concentraciones máximas permisibles se especifican en la Tabla #1
		7	Se prohíbe la utilización de aguas superficiales y/o subterráneas de las redes públicas y aguas lluvias con el propósito de diluir la descarga al cuerpo receptor.
		8	Cuando los usuarios, aun cumpliendo con las normas de descarga produzcan concentraciones en el cuerpo receptor que excedan los criterios de calidad para su uso asignado, las Entidades Reguladoras podrán exigirles valores más restrictivos en la descarga.
		9	Los parámetros de calidad de las descargas al alcantarillado sanitario no deberán ser mayores que las concentraciones máximas permisibles que se especifican en la tabla #2.
		10	Cada organismo operador del alcantarillado sanitario y/o planta de tratamiento definirá los valores de parámetros no incluidos en la Tabla #2 como ser DBO, DQO, GRASAS Y ACEITES Y VOLUMEN MÁXIMO DE DESCARGA entre otros, para que la descarga final al cuerpo receptor cumpla con lo establecido en la tabla #1.

**Continua Tabla 8: Normas técnicas de las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores**

CAPÍTULO	CONCEPTO	ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN
		11	No serán descargados al alcantarillado sanitario los desechos que contengan gasolina, benceno, nafta, aceite, combustible u otro hidrocarburo, así como sustancias biosidas, radioactivas u otras sustancias nocivas, que constituyan un riesgo a la salud humana o que puedan dañar el alcantarillado o intervenir en los procesos de la planta de tratamiento.
		12	No serán descargados al alcantarillado sanitario las sustancias reactivas que pueden resultar en el escape de vapores o gases tóxicos con una cantidad que sola o en conjunto con otras descargas podría causar problemas a la salud y seguridad los trabajadores o un daño al sistema.
		13	No serán descargados al alcantarillado sanitario sangre, huesos u otros similares, ya sean en forma líquida o sólida.
		14	Se prohíbe la utilización de aguas superficiales y/o subterráneas, de las redes públicas y agua lluvia con el propósito de diluir la descarga al alcantarillado sanitario.
		15	Los usuarios que descargan al alcantarillado sanitario serán responsables de los deterioros ocasionados al sistema.
VI	MUESTREOS	16	La toma, almacenamiento, transporte y la preservación de muestras deberá hacerse en base a las regulaciones de la Secretaría de Estado en el Despacho de Salud Pública, y a falta de estas, según lo establecido en los métodos para el examen de Agua y Aguas servidas preparadas por la APHA, AWWA y WEF de los Estados Unidos de Norteamérica, última versión.
			Las muestras de agua que sirvan para determinar la calidad de la descarga o para verificar el cumplimiento de las normas de la misma, deberán ser tomadas en los puntos y analizados según los parámetros especializados por las Entidades Reguladoras, de manera que sean representativas.
VII	MÉTODOS DE ANÁLISIS	17	Con el propósito que los resultados sean repetitivos y comparables los análisis de Aguas Residuales para la determinación de los diferentes parámetros se realizan en los laboratorios autorizados por la Secretaría de Estado en el Despacho de Salud Pública y de acuerdo con las metodologías estandarizadas descritas en la tabla#3 de este documento.
		18	Estas metodologías serán actualizadas por lo menos cada cinco (5) años por lo que la Secretaría de Estado en el Despacho de Salud Pública, si así lo considera conveniente.
VIII	VIGILANCIA Y CONTROL	19	La Secretaría de Estado en el Despacho de Salud Pública ejercerá la vigilancia e indicará las medidas correctivas y de prevención para dar cumplimiento a las disposiciones de esta Normas y su respectivo reglamento. El organismo citado podrá solicitar la colaboración de otras entidades públicas y privadas para ejercer eficazmente la vigilancia. El control de procesos para cumplir con la Normativa será deber y atribución de los usuarios naturales o jurídicos, que realicen acciones que contaminen los cuerpos receptores y en general el medio ambiente.

**Continuación Tabla 8: Normas técnicas de las descargas de A. R. a cuerpos receptores**

CAPÍTULO	CONCEPTO	ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN
IX	SANCIONES	20	Según lo dispuesta en la Ley General del Ambiente, las Municipalidades del país previo informe técnico de la Secretaria de Estado en el Despacho de Salud pública o la Secretaría de Estado en el Despacho de Ambiente, podrán establecer sanciones a las infracciones que se produzcan en contravención con estas Normas, sin perjuicio de la aplicación de sanciones establecidas en otras leyes y reglamentos, evitándose vean todo caso la duplicación de sanciones por la misma infracción.
X	VIGENCIA	21	La presente Norma Oficial entrará en vigencia, desde la fecha de su publicación en el Diario Oficial "La Gaceta"

Fuente: Normas Técnicas Para Descargas de Aguas Residuales

De acuerdo a la Ley General de Aguas en el **CAPÍTULO III PROTECCIÓN HÍDRICA**  
**ARTÍCULO 43.- PROTECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO:** Las acciones de protección tienen como propósito conservar o incrementar los niveles de calidad y cantidad del agua, ante el efecto destructivo de los fenómenos naturales y las acciones humanas de degradación y contaminación del recurso. La Autoridad del Agua emitirá regulaciones y normas técnicas para el control de vertidos, la construcción de obras, y las actividades que puedan causar erosión, afloramiento y descarga de contaminantes, lixiviados y cualquier otro hecho que deteriore la cantidad y calidad de los cuerpos de agua. (Ley General de Aguas , 2009)

**ARTÍCULO 44.- VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES:** La Autoridad del Agua o Municipalidad podrán autorizar, de conformidad con las disposiciones ambientales y normas técnicas vigentes y únicamente en los espacios permitidos, el vertimiento directo o indirecto de aguas residuales en un cuerpo de agua, siempre y cuando estos vertidos no contengan insecticidas, fertilizantes y cualesquier otro producto o sustancia tóxica o contaminante. Con excepción de lo establecido en el párrafo anterior, es obligatorio el tratamiento de los vertidos de aguas residuales resultantes de actividades domésticas, agrícolas, ganaderas e industriales. La reutilización o reciclaje de aguas vertidas será autorizada bajo las mismas condiciones. No se permitirá descarga de aguas residuales en los nacimientos de las fuentes de agua y zonas de recarga, áreas próximas a las obras de captación de agua potable y zonas de infiltración o recarga. (Ley general de Aguas, 2009)

## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

Para determinar el tipo de investigación a utilizar en este trabajo se analizó el texto recomendado y se consolidó que existen tres tipos de investigación de acuerdo al planteamiento del problema e hipótesis estas son: la investigación cuantitativa, la cualitativa y la mixta la cual surge de la combinación de los dos enfoques anteriores (Sampieri H. F., 2010).

### 3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA

La matriz de congruencia es una herramienta que brinda la oportunidad de abreviar el tiempo dedicado a la investigación, su utilidad permite organizar las etapas del proceso de la investigación de manera que desde el principio exista una congruencia entre cada una de las partes involucradas en dicho procedimiento.

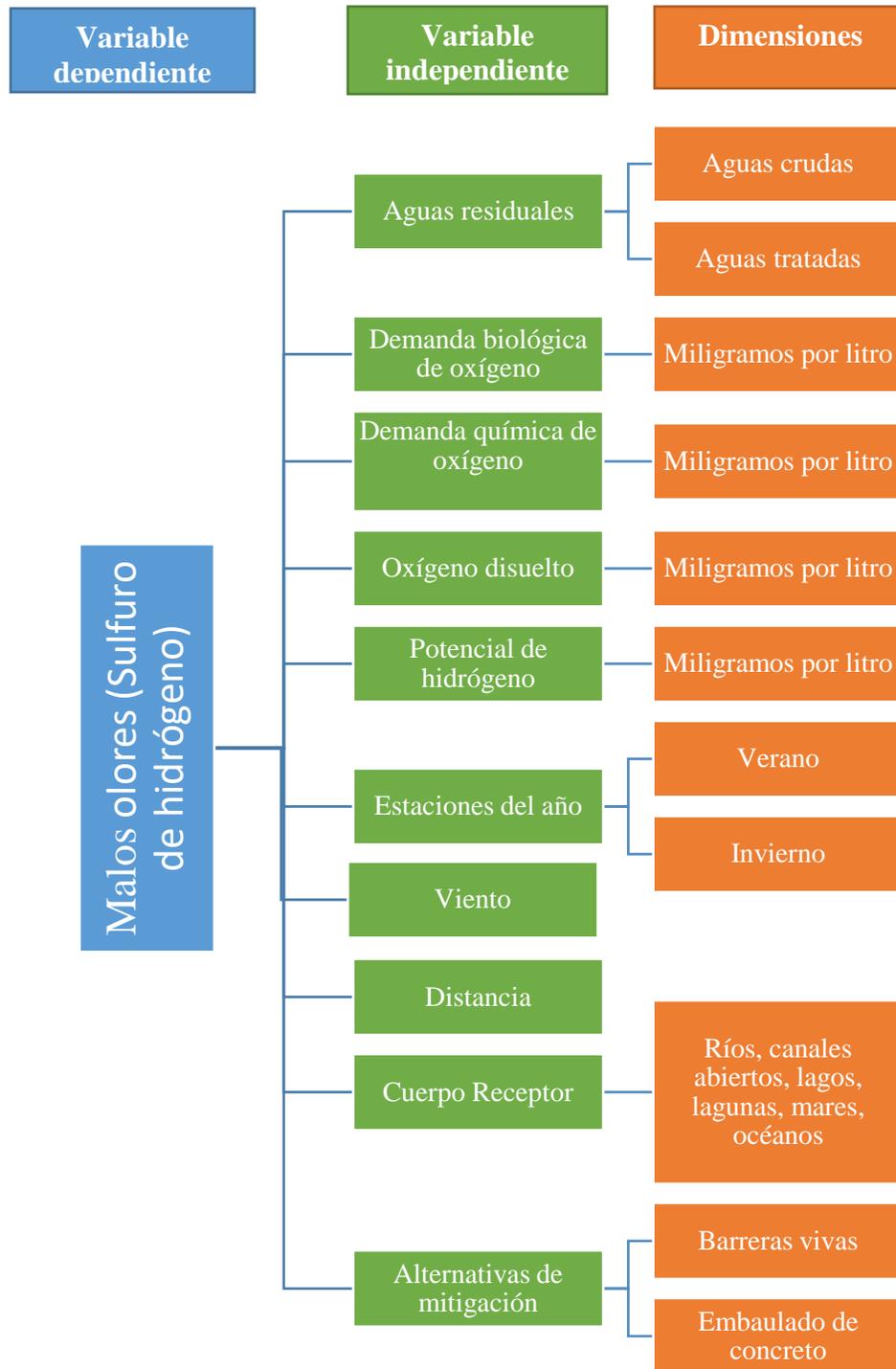
#### 3.1.1 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES

Al tener definidas las variables nos permite crear la estructura operacional de estas dividiéndolas entre independientes y dependientes que son parte de la investigación, donde se puede detectar la influencia cuantitativa y cualitativa a la variable dependiente que son los malos olores o el aumento del sulfuro de hidrógeno de las aguas residuales.

Una vez determinadas las variables en estudio es necesario implementar las dimensiones de cada una de ellas que afectan directamente a la investigación.

Una definición operacional constituye el conjunto de procedimientos que describe las actividades que un observador debe realizar para recibir las impresiones sensoriales, las cuales indican la existencia de un concepto teórico en mayor o menor grado.

En otras palabras, especifica qué actividades u operaciones deben realizarse para medir una variable. Una definición operacional nos dice que, para recoger datos respecto de una variable, hay que hacer esto y esto otro, además articula los procesos o acciones de un concepto que son necesarios para identificar ejemplos de éste. Así, la definición operacional de la variable “temperatura” sería el termómetro; e “inteligencia” se definiría operacionalmente como las respuestas a una determinada prueba de inteligencia. (Sampieri R. H., 2010).



**Figura 22. Diagrama de variables y dimensiones.**

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra más descriptivamente la operacionalización de las variables dependientes e independientes.

**Tabla 9: Operacionalización de las variables**

Variables Independientes	Definición		Dimensión	Indicador	Pregunta	Respuesta	Escala	Teoría de Investigación
	Conceptual	Operacional						
Aguas Residuales	Son los Líquidos de composición variada provenientes de usos domésticos, industriales, comerciales, agrícolas, pecuarios, minería o de otra índole.	Las aguas residuales son unos de los mayores contaminantes a nivel mundial, y sus efectos van desde la contaminación de subsuelos, cuerpos de agua como mares y ríos, hasta la contaminación del aire a través de olores ofensivos y nocivos.	Crudas y Tratadas	DBO/DQO/Sulfatos/PH/Oxígeno Disuelto	¿Cumple la muestra En base a norma con los Indicadores el A.R. descargada en el Canal Chotepe?	Los indicadores son un conjunto de parámetros que forman parte de la calidad y nivel de contaminación del agua residual	Cuantitativa de razón continua	Medición a través de pruebas de Laboratorios para su comparación
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)	Es la medida del oxígeno disuelto, usado por los microorganismos en la oxidación bioquímica de la materia orgánica biodegradable	Este parámetro es uno de los mejores indicadores del nivel de calidad del agua, pues este determina la vida dentro de la misma.	Mg/l	mg/l	¿Cuál es la cantidad de DBO permitida de acuerdo a norma en A.R.?	La cantidad permisible de acuerdo a normas es de (0 a 50 mg/l)	Cuantitativa de razón continua	Medición a través de pruebas de Laboratorios para su comparación
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Es la cantidad de oxígeno equivalente a la materia orgánica que puede ser oxidado en un medio ácido a través de un oxidante fuerte.	Este indicador del agua está relacionado directamente a la DBO y ninguna de las dos puede determinarse por separado.	Mg/l	mg/l	¿Cuál es la cantidad de DQO permitida de acuerdo a norma en A.R.?	La cantidad permisible de acuerdo a normas es de (0 a 200 mg/l)	Cuantitativa de razón continua	Medición a través de pruebas de Laboratorios para su comparación
Oxígeno disuelto	Es la cantidad de oxígeno disuelto en el agua.	El oxígeno disuelto se establece como la concentración actual (mg/L) o como la cantidad de oxígeno que puede tener el agua a una temperatura determinada. Se conoce como el porcentaje de saturación.	Mg/l	mg/l	¿Cuál es de acuerdo a norma la cantidad de oxígeno disuelto permitido en A.R.?	La cantidad permisible de acuerdo a normas es de (0 a 400 mg/l)	Cuantitativa de razón continua	Medición a través de pruebas de Laboratorios para su comparación
Potencial de Hidrógeno (pH)	El pH es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El pH indica la concentración de iones de hidrógeno presentes en determinadas disoluciones.	A mayor acidez en el agua, mayores problemas de sulfuros habrá presentes en esta.	Sin dimensión	ESCALA DEL 0 al 14	¿Cuál es de acuerdo a norma el pH permitido en A.R.?	El rango establecido de pH es de (6.00 a 9.00)	Cuantitativa de razón continua	Medición a través de pruebas de Laboratorios para su comparación

## Continuación de Tabla 9. Operacionalización de variables

Variables Independientes	Definición		Dimensión	Indicador	Pregunta	Respuesta	Escala	Teoría de Investigación
	Conceptual	Operacional						
Estaciones del año /Temperatura	Las estaciones del año afectan principalmente en el aumento o disminución de la temperatura en el agua.	Al aumentar la temperatura, disminuye la cantidad de oxígeno disuelto en el agua. Cuando el agua contiene todo el oxígeno disuelto a una temperatura dada, se dice que está 100 por cien saturada de oxígeno	Grados Centígrados	(°C)	¿Cuál es de acuerdo a norma la temperatura permitida en A.R.?	La norma no limita este parámetro, para aguas residuales, puesto que generalmente depende del clima. Pero de acuerdo a estándares, la temperatura debe oscilar en los 26°C	Cuantitativa de razón continua	Medición a través de pruebas de campo y/o Laboratorios para su comparación
Viento	Corriente de aire que se produce en la atmosfera al variar la presión.	Los vientos Alisios del Nor-Este penetran casi constantemente por el Golfo de Honduras.	Km/h	Km/h	¿Cuál es la velocidad del viento que afecta el sector?	Grado de afectación en la distancia y la velocidad del viento.	Cuantitativa de razón continua	Medición a través de pruebas de campo y/o Laboratorios para su comparación
Distancia	Distancia se denomina el espacio que hay entre dos cosas Se trata de la proximidad o lejanía que existe entre objetos.	La distancia influye respecto al grado de afectación de los olores en el espacio que lo circunda. A mayor distancia menos afectación y viceversa.	Sistema métrico	Metros lineales (ml)	¿Cuál es la distancia máxima desde el canal en que los olores son perceptibles	En estudio y evaluación	En estudio y evaluación	Medición de campo
Cuerpo Receptor	Un cuerpo receptor es una masa de agua subterránea o superficial, lacustre, marina, ribereña, represada o en libre movimiento, tal como ríos, quebradas, canales, lagos, lagunas, acuíferos, mares, embalses naturales o artificiales, estuarios, pantanos, y demás cuerpos de agua.	Las descargas a cuerpos receptores, debiesen de ser en todos los casos, cuerpos de agua controlados adecuada y eficientemente para evitar los efectos y daños colaterales al medio ambiente.	Ríos, Lagos, acuíferos, canales, Mares, pantanos, etc.	Área/caudal /longitud	¿Qué tipo de cuerpo receptor es el que se aborda en el caso en estudio?	Canal	Cuantitativa de razón continua	Medición de campo y mapeo digital
Alternativas de mitigación y control	Las alternativas de mitigación y control constituyen el conjunto de acciones de prevención, control y atenuación de impactos negativos.	En este caso de estudio, la alternativa constituye puede controlar los malos olores generados en el cuerpo receptor en estudio.	Barreras Vivas, aereación, Inyección de aire, embaulado.	El análisis de aplicabilidad	¿Existen alternativas viables de mitigación y control de malos olores en canal Chotepe?	En estudio y evaluación	En estudio y evaluación	Análisis de aplicabilidad

## Continuación de Tabla 9. Operacionalización de variables

Variable Dependiente	Definición		dimensión	Indicador	Preguntas	Respuestas	Escala	Teoría de Investigación
	Conceptual	Operacional						
Malos Olores en Aguas Residuales/Sulfuro de Hidrógeno (H <sub>2</sub> S)	La norma UNE-EN 13725: 2004 "Determinación de la concentración de olor por olfatometría dinámica", define el olor como "la propiedad organoléptica perceptible por el órgano olfativo cuando inspira sustancias volátiles".	En aguas residuales una medida de relación de variables del agua versus variables del mal olor es la obtenida a través del Ácido sulfhídrico y el Sulfuro de Hidrógeno (H <sub>2</sub> S)	mg/l (unidad de medida para el ácido sulfhídrico que es la solución acuosa del (H <sub>2</sub> S)	mg/l	¿Cuál es la cantidad de Ácido Sulfhídrico permitido de acuerdo a norma en A.R.?	La cantidad permisible de acuerdo a normas es de (0 a 0.25 mg/l)	Cuantitativa de razón continua	Medición y/o comparación de variables

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.2 HIPÓTESIS

Las hipótesis son las guías para una investigación o estudio. Las hipótesis indican lo que tratamos de probar y se definen como explicaciones tentativas del fenómeno investigado. Se derivan de la teoría existente (Williams, 2003) y deben formularse a manera de proposiciones. De hecho, son respuestas provisionales a las preguntas de investigación. (Sampieri R. H., 2010).

La transformación del sector sureste de la ciudad de San Pedro Sula va agregando plusvalía al sector, impulsado por el desarrollo de proyectos como ser convertir la 33 calle en un bulevar moderno y amplio que da plusvalía adicional al sector.

No obstante, muchos de estos terrenos en la zona se ven limitados a gozar de estas ventajas por su cercanía al canal Chotepe, por ende, al problema de sufrir de los malos olores que en este se generan.

Para poder gozar de los beneficios antes descritos, tomamos como premisa que, para resolver el problema a través de medidas de mitigación y control de olores, un sobre costo de hasta un 10% es compensado por la plusvalía ganada en el sector, pero a la que no se accesaría completamente, por ejemplo, en desarrollos urbanísticos, sino se resuelve el problema en cuestión.

Consecuentemente se plantea nuestra hipótesis de investigación de la siguiente manera:

Hi: La aplicación de alternativas de mitigación y control de malos olores generados en el canal Chotepe representa un porcentaje de sobre costo menor a un 10% sobre la inversión de las urbanizaciones afectadas.

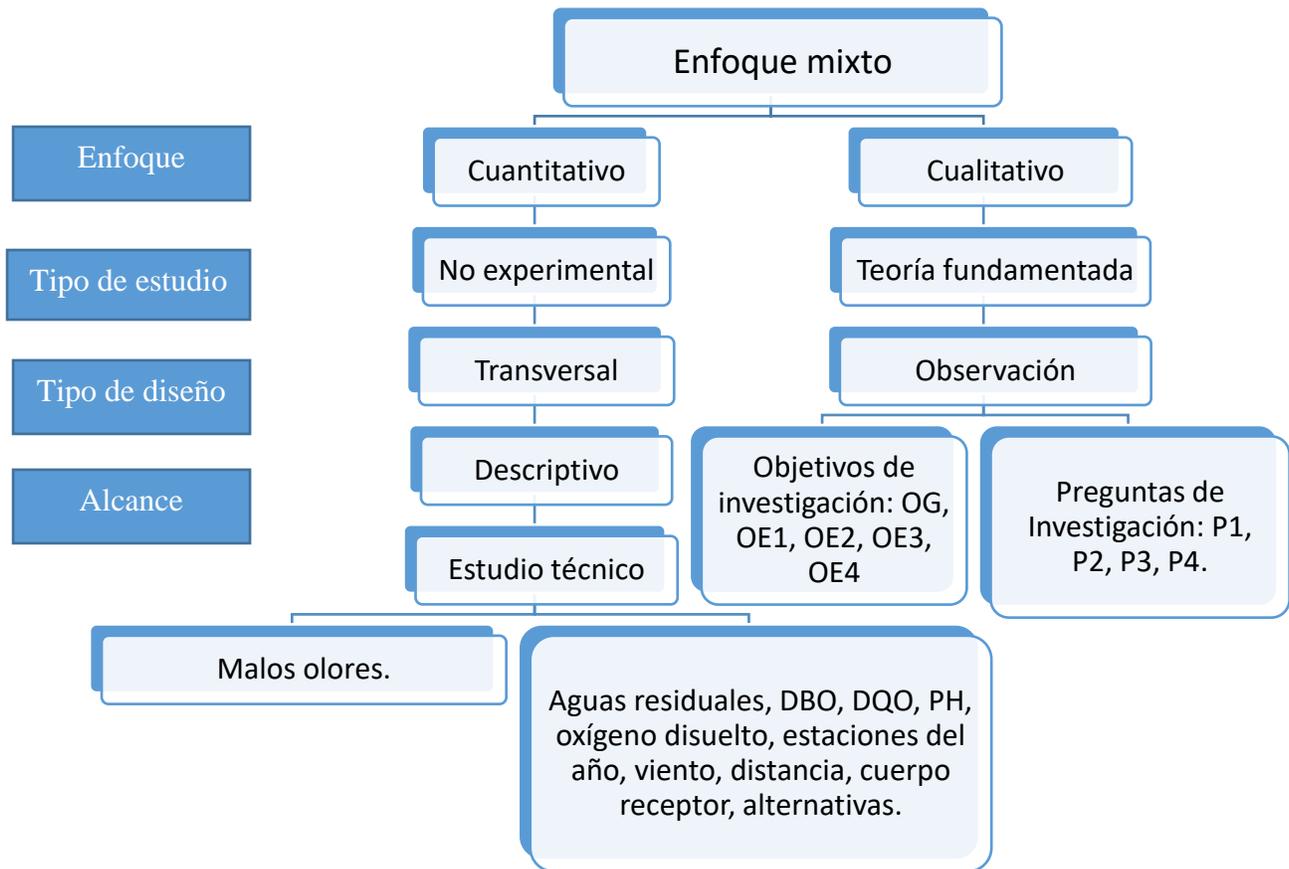
Ho: La aplicación de alternativas de mitigación y control de malos olores generados en el canal Chotepe representa un porcentaje de sobre costo mayor o igual a un 10% sobre la inversión de las urbanizaciones afectadas.

### 3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS

De acuerdo al estudio por realizar para comprobar o rechazar las hipótesis planteadas hacemos el siguiente enfoque de la investigación. Se entiende por métodos de investigación, aquellos procedimientos lógicos y rigurosos que siguen los investigadores para obtener conocimiento, debemos recordar que la palabra método también se puede definir como camino o ruta.

Toda investigación nace a partir de una situación observada o sentida, que genera una serie de inquietudes o preguntas que no se pueden responder de forma inmediata, sino que requiere establecer un proceso de desarrollo para dar solución al tema de investigación, por tanto tenemos un enfoque mixto es decir cuantitativo, con un estudio no experimental, un diseño transversal, descriptivo y con un alcance del estudio técnico de las variables dependientes e independientes y cualitativo, con un estudio basado en la teoría fundamentada, bajo un diseño de la observación con el cumplimiento de los objetivos y preguntas de investigación, con la comprobación de la hipótesis expuesta.

Se presenta un diagrama de la estructura de la investigación basada en el libro de Metodología de la investigación de Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado y Pilar Baptista Lucio, 4ta edición.



**Figura 23. Estructura de la investigación**

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

En el diseño de la investigación se detalla la estrategia a seguir para poder obtener la información requerida para los análisis y comparación de resultados basados en el enfoque del estudio, con las actividades, tiempo, responsables y los recursos a ser utilizados en la obtención de la información comprobar la hipótesis planteada y para llegar a las conclusiones y recomendaciones.

A continuación, se presenta la tabla del plan de diseño de la investigación.

**Tabla 10. Plan de diseño de la investigación.**

Estrategia	Actividades	Tiempo	Responsables	Recursos	
				Humanos	Materiales
Desarrollo para la ubicación para toma de muestra.	Establecer la ubicación georreferenciada del lugar de estudio, luego se procederá a la toma de una muestra compuesta de 2.0L de agua para el análisis de sus propiedades fisicoquímicas de interés al caso de estudio.	1 día	Silvia Osorto y Marlon Murillo	2 personas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recipiente</li> <li>• Google Earth</li> <li>• Mascarillas</li> <li>• Guantes</li> </ul>
Desarrollo de pruebas de las muestras obtenidas, estas se realizarán en el Laboratorio certificado.	Se lleva la muestra obtenida al laboratorio certificado para que se hagan las pruebas respectivas.	1 semana	Silvia Osorto y Marlon Murillo.	2 personas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorio Certificado</li> </ul>
Análisis y comparación de resultados.	Se comparan los resultados obtenidos en el laboratorio versus los parámetros establecidos en normas y luego se hace el análisis de afectación respecto al problema principal que son los malos olores.	1 semana	Silvia Osorto y Marlon Murillo	2 personas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadora</li> <li>• Microsoft</li> <li>• Manual de Normas Técnicas para descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores</li> </ul>
Conclusiones y recomendaciones.	De acuerdo a los resultados de la investigación se harán las conclusiones y recomendaciones necesarias orientadas al problema abordado.	3 días	Silvia Osorto y Marlon Murillo	2 personas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadora</li> <li>• Microsoft</li> <li>• Reporte de resultados</li> </ul>
Plan de Acción.	Se desarrollará un plan de acuerdo a la (s) alternativas que puedan resultar de la investigación para la mitigación del problema.	3 semanas	Silvia Osorto y Marlon Murillo	2 personas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadora</li> <li>• Microsoft</li> <li>• Manuales de diseño</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.1 POBLACIÓN

Se refiere al universo, conjunto o totalidad de elementos sobre los que se investiga o hacen estudios. En nuestro caso de estudio que nos referimos a los malos olores producto de las aguas negras.

La población o área de estudio del presente trabajo de investigación es un tramo del canal Chotepe en el sector sureste de la ciudad de San Pedro Sula, comprendido entre la Villa Olímpica y Residencial Valle Escondido una distancia de 5.05 Km.



**Figura 24. Población o área de estudio.**

Fuente: Elaboración propia con fotos de Google Earth

### 3.3.2 MUESTRA

Se refiere a una parte o subconjunto de elementos que se seleccionan previamente de una población para realizar un estudio. Para la muestra compuesta en estudio nos encontramos con los análisis de las aguas residuales.

Para el análisis de laboratorio, se tomará una muestra única, compuesta de dos litros (2.0L) que serán recolectadas en el puente sobre el canal Chotepe en el bulevar que conduce a La Lima, que contiene la mayoría de las descargas a lo largo del área de estudio definida en la sección 3.3.1.

Esta muestra será la base para análisis de resultados y comparación con parámetros establecidos en las normas correspondientes, siendo así la base para definir la relación entre las propiedades del agua y su capacidad o relación en la generación de malos olores.



**Figura 25. Puntos de toma de muestra**

Fuente: Elaboración propia con fotos de Google Earth

### 3.3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS

Para este caso de estudio se ha definido como unidad de análisis la calidad del agua residual y su relación con la generación de malos olores, tomando como punto base los parámetros de calidad establecidos en las normas.

**Tabla 11. Unidad de análisis**

CALIDAD DEL AGUA y MALOS OLORES	MALOS OLORES
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. DBO</li> <li>2. DQO</li> <li>3. PH</li> <li>4. Oxígeno disuelto</li> <li>5. Sulfuro de Hidrógeno</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. AERACIÓN PROLONGADA</li> <li>2. FLUJOS DE PISTÓN</li> <li>3. DISTRIBUCIÓN ESCALONADA</li> <li>4. OXIFUCH</li> <li>5. BARRERAS VIVAS</li> <li>6. EMBAULAMIENTO</li> </ol>

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.4 UNIDAD DE RESPUESTA

La unidad de respuesta, en este caso las alternativas de control, estarán determinadas por los resultados obtenidos del análisis de la calidad del agua, así mismo por la información que se pueda obtener de la literatura y nos ayude a encontrar cual es la opción y/o parámetros que puedan ser tratados más óptimamente y puedan solventar el problema que se tiene en investigación para ser abordado.

**Tabla 12. Unidad de Respuesta.**

CALIDAD DEL AGUA Y GENERACION DE OLORES.	ALTERNATIVAS DE MITIGACION
Resultados del análisis versus comparación de parámetros permisibles.	Selección de alternativas de mitigación y control de olores generados de acuerdo a la calidad del agua

Fuente: Elaboración propia.

#### 3.3.4.1 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

A continuación, se presenta el cuadro resumen de las diferentes alternativas que fueron citadas en el capítulo 2 y que existen para controlar los malos olores generados en aguas residuales debido a la reducción de oxígeno disuelto en la descomposición orgánica que da como resultado la generación de sulfuro de hidrógeno, el principal gas responsable de los olores. Estas alternativas están orientadas a poder mitigar ya sea en el agua o en el aire el problema en mención, en el agua básicamente a través de métodos que aumenten el nivel de oxígeno disuelto en el agua, y en el aire a través de métodos que permitan la eliminación y/o captura del gas.

Se presenta seguidamente un resumen de las alternativas para tener una apreciación más sencilla de cuales son y de estas cuales tienen aplicabilidad y cuáles no.

1. **ALTERNATIVA No.1 Aeración Prolongada**, estos métodos NO son aplicables a nuestro caso de estudio puesto que contamos con un cuerpo de agua de longitud extensa y de flujo continuo.
2. **ALTERNATIVA No.2 Flujos de Pistón**, debido a que el agua a distribuir necesita de un tiempo de retención mínima, esto la hace NO aplicable a nuestro caso, puesto que esto generaría una presa en el canal, y esto, antes de analizar cualquier otra limitación, la hace inaplicable.

3. **ALTERNATIVA No.3 Distribución Escalonada**, esta alternativa al igual que la alternativa No. 2, carece de las características generales para su aplicabilidad en nuestro caso de estudio.
4. **ALTERNATIVA No.4 Oxifuch**, Esta tecnología NO es recomendable para el cuerpo receptor de nuestro estudio entre otras cosas porque:
  1. No se cuenta con suficiente información sobre sus aplicaciones.
  2. Es una tecnología europea que además de su costo, cualquier soporte técnico implicaría gestiones que solo pudiesen incurrir en mayores costos.
  3. Se hizo una consulta vía correo electrónico a la empresa proveedora y la misma NO recomienda esta tecnología como solución a nuestro problema.
5. **ALTERNATIVA No.5 Barreras vivas**, su aplicabilidad radica, principalmente, en que es una barrera física rompe vientos y en que su costo y diseño son relativamente económicos, sumado a los beneficios estéticos y ambientales que se logran con su implementación. Por tal razón Si se considera una alternativa aplicable, no obstante, cabe resaltar que, al no existir suficiente soporte científico ni resultados experimentales sobre su efectividad, se considera como una alternativa de amortiguamiento contra olores, pero que para erradicar el problema completamente deberán de considerarse otras opciones.
6. **ALTERNATIVA No.6 Embaulado de concreto**, esta alternativa constituye una solución permanente, por lo menos a lo que se refiere el control de los malos olores, puesto que su implementación consiste en conducir de manera cerrada y controlada las aguas que generan el mal olor y así eliminar el problema en las zonas donde se aplique.

Por su puesto sus costos deberán de ser considerados en cualquier caso para el análisis de sobre costos que esto constituye ya sea en proyectos de urbanización o en comunidades ya existentes.

Aparte de sus beneficios respecto al problema, también debe de considerarse que su construcción es viable en épocas de verano y al contar con tuberías reforzadas prefabricadas su tiempo de ejecución es relativamente rápido.

Por tanto, su aplicación Si se considera factible y su beneficio respecto a la eliminación de olores es completa.

**Tabla 13: Tabla resumen de alternativas**

ITEM	ALTERNATIVA	Aplicabilidad/Viabilidad
1.00	AERACIÓN PROLONGADA	No Aplica
2.00	FLUJOS DE PISTÓN	No Aplica
3.00	DISTRIBUCION ESCALONADA	No Aplica
4.00	OXIFUCH	No Aplica
5.00	BARRERAS VIVAS	Si Aplica
6.00	EMBAULADO DE CONCRETO	Si Aplica

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la tabla 13, podemos concluir del análisis de alternativas, que las que aplican a nuestro caso de estudio serán las barreras vivas y el embaulado de concreto. Los beneficios y análisis de costos serán descritos en las secciones siguientes.

A continuación, se presentan los costos de las alternativas seleccionadas basadas en un análisis de 100 ml de obra para obtener el costo de referencia por ml de aplicación.

**Tabla 14: Comparativo de costo de alternativas seleccionadas**

COSTO DE ALTERNATIVAS			
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	COSTO	% DE INCIDENCIA
1.00	Diseño, Presupuesto y embaulado del canal	L 3,699,550.18	96%
2.00	Obras complementarias/barrera viva	L 41,500.00	1%
3.00	Imprevistos	L 100,000.00	3%
	<b>INVERSION</b>	<b>L 3,841,050.18</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 14 presenta el costo de las alternativas seleccionadas.

El embaulado de concreto es la alternativa que hará el control contra los olores, puesto que la función de esta es atrapar los gases y alejarlos junto con el flujo de agua de la zona o áreas donde se implementa. Una de las principales razones para considerar la implementación de barreras vivas como obra complementaria del embaulado concreto, es precisamente su bajo costo, y como ya se había mencionado también su fácil diseño, se puede apreciar en la tabla anterior que su incidencia es del 1% respecto al costo total de las alternativas.

Cabe destacar que, aunque las barreras vivas carecen de soporte sólido, teoría, y/o proyectos experimentales que sustenten su efectividad como barreras contra olores, si son barreras físicas tangibles que funcionan como cortinas y que además aportan estética y contribuyen a mejorar el ambiente con el desarrollo sostenible.

### 3.4 TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS

En la investigación disponemos de diversos tipos de técnicas y herramientas para la recolección y análisis de datos, las cuales se mencionarán a continuación.

#### 3.4.1 TÉCNICAS

Ubicación Geo-referenciada: Este procedimiento nos permitirá tener una ubicación exacta de la toma de muestras para su respectivo registro, esto una vez se esté llevando a cabo la toma. Muestra compuesta: La muestra compuesta se hará tomando en consideración las áreas representativas en el caso en estudio, será obtenida bajo los procedimientos normados y sus instrumentos respectivos.

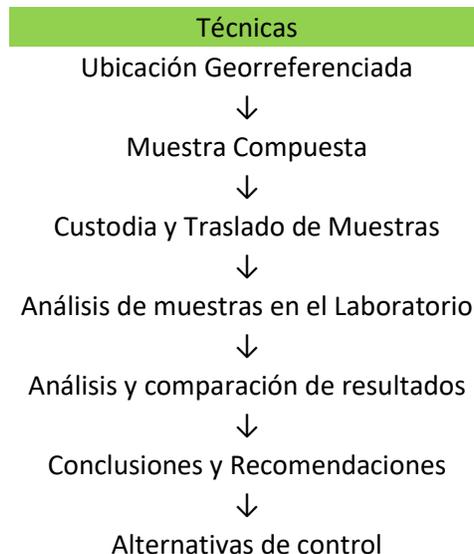
Custodia y traslado de la muestra: Este proceso es básico e importante para demostrar el control y confiabilidad de la muestra no sólo cuando hay un litigio involucrado, sino también para el control de rutina de las muestras.

Se considera que una muestra está bajo la custodia de una persona si está bajo su posesión física individual, a su vista, y en un sitio seguro. Para evitar adulteraciones de la muestra, se debe de sellar el recipiente que la contiene con cinta adhesiva para evitar su manipulación. También deberán de colocarse entre otras cosas dentro del reporte de muestreo la siguiente información:

1. Fecha y hora de la toma de la muestra.
2. Localización del punto de muestreo.
3. Propósito de la muestra.
4. Tipo de muestra (simple o compuesta).
5. Número y volumen de la muestra y Firma del responsable

Análisis de Muestras en el laboratorio: Una vez obtenida las muestras a través del procedimiento establecido y transportado hasta su lugar de estudio, se procederá hacer las pruebas de laboratorio correspondiente y pertinente a nuestro enfoque de estudio.

Análisis y comparación de resultados: Serán comparados los resultados con los parámetros establecidos en las normas de calidad de aguas residuales y su posterior evaluación para la propuesta de alternativas.



**Figura 26. Técnicas**

Fuente: Elaboración Propia

### 3.4.2 HERRAMIENTAS

Cuando hablamos de herramientas de investigación hacemos referencia a los distintos tipos de recursos y medios que nos sirven para facilitar la tarea de recopilar información sobre un hecho o tema específico.

De esta definición principal podemos deducir que existen varias clases de herramientas para cumplir esta función, dependiendo de dónde debemos buscar la información, es decir, en qué ámbito debemos investigar. A continuación, se mencionan herramientas que se utilizarán en la investigación.

1. **Recipientes para las muestras:** Los recipientes para las muestras generalmente están hechos de plástico o de vidrio. En nuestro caso de estudio se utilizarán recipientes de vidrio.
2. **Máscaras de protección:** El lugar de la toma de muestra estará contaminado con gases ofensivos y/o nocivos para la salud. Un respirador es vital en ambientes enrarecidos y en

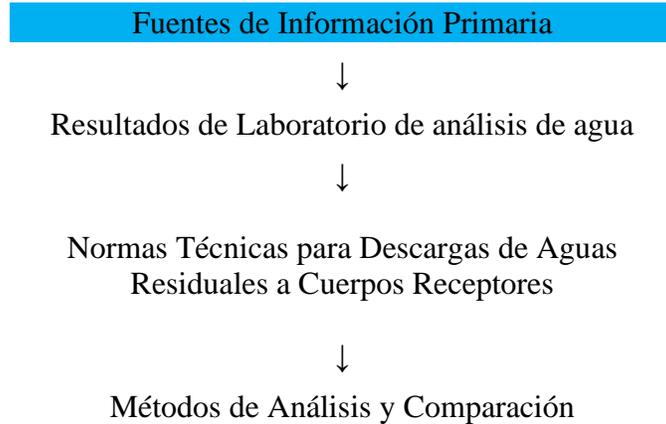
- áreas donde los niveles de agentes contaminantes son altos. Un respirador le ayuda a protegerse de los riesgos que le pueden causar daños, enfermedades e incluso la muerte.
3. **Guantes de protección:** Para que el guante de protección sea efectivo contra los agentes biológicos debe usarse correctamente y efectuar un buen mantenimiento. Se deberán utilizar este tipo de guantes (UNE EN-374) en tareas que puedan suponer riesgo de exposición a agentes biológicos, entre otros tipos de contaminantes.
  4. **Laboratorio certificado:** Es el laboratorio que ha obtenido Licencia de la Secretaría de Estado en el Despacho de Salud Pública, para efectuar análisis de agua. Este nos proveerá los resultados de los parámetros solicitados para su posterior análisis y comparación.
  5. **Microsoft office:** Esta herramienta nos ayudara a generar los reportes, análisis de comparación y toda la documentación pertinente a la investigación, nos facilita el proceso antes mencionado.
  6. **Herramientas de diseño:** Las herramientas de diseño nos permitirán generar las propuestas o alternativas que mejor se adapten al control o mitigación del problema en abordaje, estas serán seleccionadas una vez se cuente con los análisis y comparación de resultados que faciliten la selección de la alternativa.

### 3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN

Se denominan fuentes de información a diversos tipos de documentos que contienen datos útiles para satisfacer una demanda de información o conocimiento. Conocer, distinguir y seleccionar las fuentes de información adecuadas para el trabajo que se está realizando es parte del proceso de investigación.

#### 3.5.1 FUENTES PRIMARIAS

Una fuente primaria se refiere a las fuentes documentales que se consideran material proveniente de alguna fuente del momento, en relación a un fenómeno o suceso que puede tener interés en ser investigado o relatado, es decir, es la materia prima que se tiene para realizar un determinado trabajo.

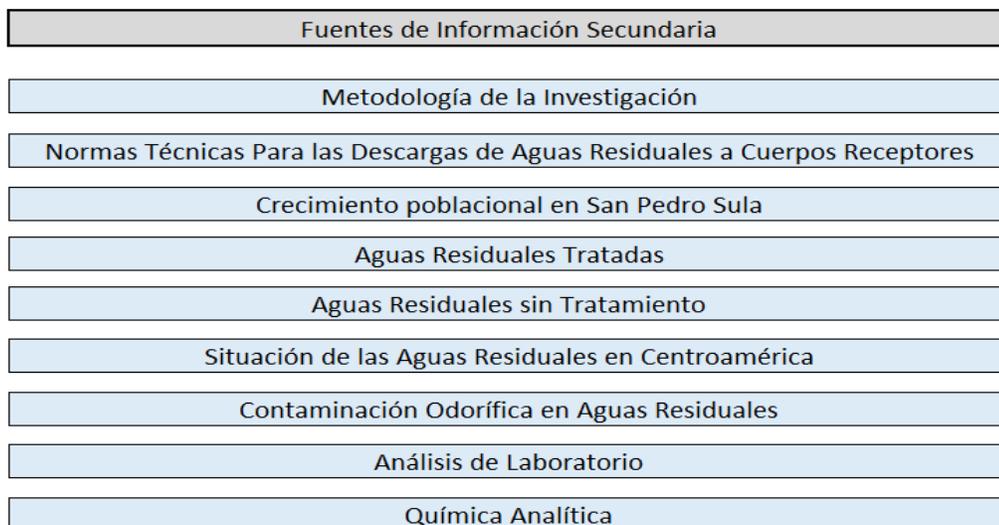


**Figura 27. Fuentes de información primaria**

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.5.2 FUENTES SECUNDARIAS

Las fuentes secundarias contienen información organizada, elaborada, producto de análisis, extracción o reorganización que refiere a documentos primarios originales. Son fuentes secundarias: enciclopedias, antologías, directorios, libros o artículos que interpretan otros trabajos o investigaciones. Las fuentes de información secundaria en este caso de estudio son todas aquellas que dan soporte, registro y datos con procedencia de estudios similares.



**Figura 28. Fuentes de información secundaria**

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.6 LIMITANTES DE LA INFORMACIÓN

Algunas de las limitantes a la información en este caso de estudio, básicamente se relacionan con que se cuenta con muy pocos estudios o casi ninguno en el país referente al tratamiento de malos olores en aguas residuales, principalmente en aquellos cuerpos receptores que no están controlados tanto en confinamiento como en tratamiento. Por otra parte, en nuestro medio se cuenta con pocos o casi ningún instrumento o técnica que permita la medición directa de los malos olores o contaminación en el aire, esto nos obliga a encontrar entonces una relación más o menos directa entre los parámetros del agua y los parámetros del aire, midiendo los primeros para estimar los segundos.

Otra de las limitantes fue la declaración de emergencia por la pandemia del COVID 19 que por la cuarentena la investigación ha tenido algunos elementos de lentitud a la información.

Nota Importante: Debido a la fecha en que se desarrolla esta investigación en el cual la pandemia del COVID 19 que afecta el mundo entero y que a la vez es un tiempo de cuarentena, contamos con la gran limitante de no poder realizar las muestras de campo respectivas, por ende, los datos que se analizan son temporales por mientras se completan los exámenes de laboratorio.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Como se explicó en el primer capítulo, el objetivo de esta investigación es determinar las causas de los malos olores en el canal Chotepe y encontrar las posibles alternativas de mitigación y control. Se obtuvo una muestra única del agua en el sector del puente entre el canal Chotepe y el Bulevar del Este que conduce a la Lima, sitio donde se presenta la acumulación de todas las descargas provenientes de la ciudad de San Pedro Sula para determinar el grado de contaminación en las aguas del cuerpo receptor del sector sureste.

La comparación y análisis de parámetros y resultados que se muestran a continuación están basados, en la caracterización del agua del canal Chotepe provista por la Gerencia de Ambiente, Dirección de Protección Control Ambiental, Municipalidad de San Pedro Sula, debido a la actual pandemia del COVID-19 se tomó una muestra única que proporciona una información de mucho valor y actual para esta y otras investigaciones de malos olores de la ciudad.

### 4.1 COMPARACIÓN ENTRE UNIDAD DE ANÁLISIS

Los resultados obtenidos de la muestra obtenida en el sitio indicado donde se acumulan la mayoría de las descargas donde se va acumulando los valores, se toman como referencia los parámetros Físico Químicos de la Norma Técnica ya establecida para analizar los valores.

**Tabla 15: Parámetros fisicoquímicos de la norma técnica de aguas residuales**

Parámetros	Valor o concentración Permisible	Muestra Única
<b>GRUPO A</b>		
Temperatura	< 25.00 grados centígrados	33.8
Color aparente	UCP	1060
Color verdadero	<200.00 UC	315
PH	6.00 a 9.00	7.61
Alcalinidad total	200mg/l	130
Acidez	mg/l	28
<b>GRUPO B</b>		
Sólidos sed.	1.00 ml/l/h	2
Sólidos susp.	100.00 mg/l	120
Material flotante y espuma	Ausente	Presente

**Continuación Tabla 15: Parámetros fisicoquímicos y resultados obtenidos**

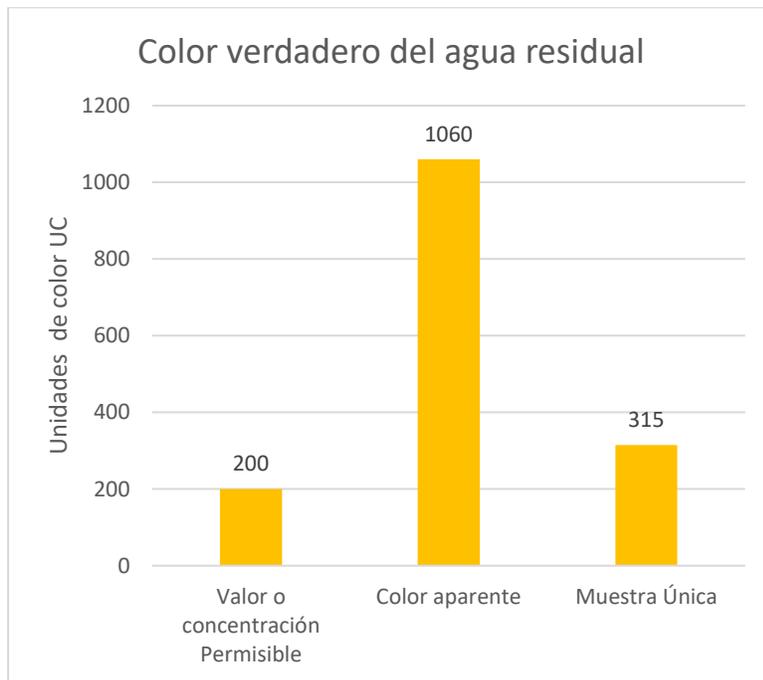
Parámetros	Valor o concentración Permisible	Muestra Única
<b>GRUPO C</b>		
DBO	50 mg/l	210
DQO	200.00 mg/l	313.3
Grasas y Aceites	10.00 mg/l	18
O. disuelto	Ppm o 3 mg/l	0.3
Turbidez	5 NTU	51.4
Conductibilidad	S/cm	1435
Dureza total	150 mg/l	190
<b>GRUPO D</b>		
Nitrógeno Total Kjeldahi	30.00 mg/l	19.27
Nitrógeno Amoniacal	20.00 mg/l	18.37
Nitrógeno orgánico	6.62 mg/l	menor 5.000
Fósforo Total	5.00 mg/l	6.1
Nitrógeno de nitratos	10 mg/l	0.016
Nitrógeno de nitritos	1 mg/l	0.029
Magnesio	30 mg/l	20.16
Sulfuros	0.25 mg/l	12.4
Sulfatos	400.00 mg/l	328.35
Aluminio	2.00 mg/l	0.9861
Hierro	1.00 mg/l	0.9341
Manganeso	2.00 mg/l	menor 0.2000
Zinc	2.00 mg/l	menor 0.2000
Cobre	0.50 mg/l	menor 0.2000
Níquel	2.00 mg/l	menor 0.2000
Plomo	0.50 mg/l	menor 0.2000
Cadmio	0.05 mg/l	menor 0.2000
Calcio	0.5 mg/l	42.4
Cloruros	0.5 mg/l	80
Cloro residual	0.5 mg/l	menor 0.2000
<b>Grupo F</b>		
Coliformes totales	NMP/100 ml	24196,000
Coliformes Fecal	NMP/100 ml	17329,000
Escherichia coli	NMP/100 ml	10162,000

Fuente: Datos de archivo de Gerencia de Ambiente, S.P.S.

## 4.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE AGUAS RESIDUALES

Todos los países que establecen este tipo de normas nacionales utilizan como parámetro principal de comparación las Guías de la OMS.

### 4.2.1 DETERMINACIÓN DEL COLOR



**Figura 29: Color aparente y verdadero del agua residual**

Fuente: Elaboración propia

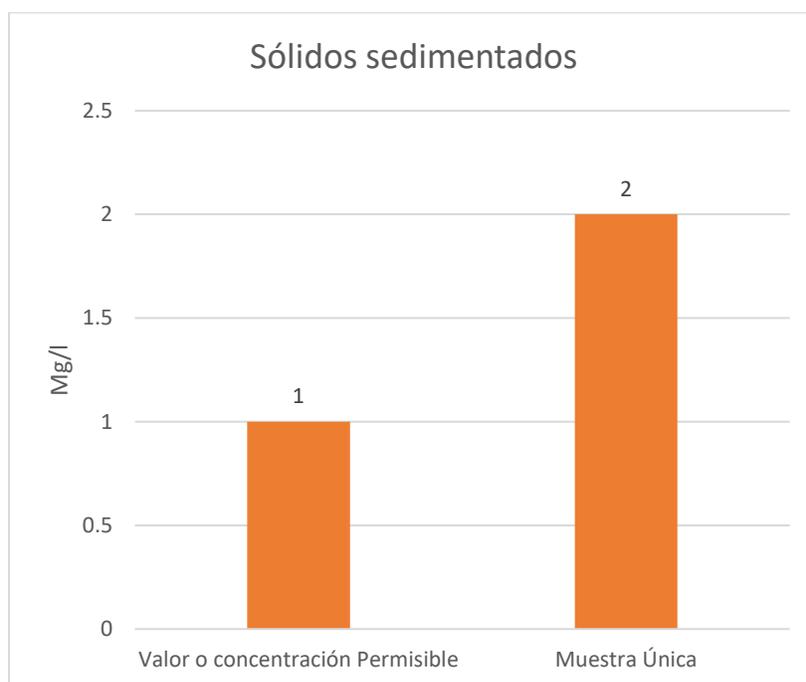
Los resultados obtenidos del color aparente y el verdadero de las aguas residuales, en las descargas al cuerpo receptor están con valores muy altos a los permisibles, siendo que lo permisible debe estar menor que 200 UC.

La unidad para medición del color que se usa como estándar, es el color que produce 1 mg/l de Platino en la forma de cloroplatinato. Las UC provienen de la disolución de materiales vegetales o minerales; debido a la presencia de materia orgánica en proceso de descomposición, como lignina y taninos; a óxidos de hierro, zinc y manganeso; a excretas de organismos vivos, algas verdes o verde-azules.

Escala de Hazen: Es una medida del color que le confieren al agua los materiales contaminantes. Su graduación va de: 0 - 5 -10 - 20 -30 - 40 - 50 - 70 - 100 - 150 Hazen.

El color de las aguas representa un indicio de una contaminación en el cuerpo receptor, además se puede observar el color negro aparente con un valor de 1060 UC, característico del canal Chotepe que lo diferencia a los demás cuerpos receptores que existen en la ciudad de san Pedro Sula.

#### 4.2.2 DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SEDIMENTADOS



**Figura 30: Sólidos sedimentados**

Fuente: Elaboración propia.

El dato obtenido de este parámetro según la norma para los sólidos sedimentables es 1.00 mg/l/h. siendo, aquellos que se presentan cuando los vertidos se encuentran en reposo por hora. En el análisis realizado se ha observado la cantidad superior de sólidos sedimentados a lo permitido en la norma técnica especialmente en tiempo de verano donde el agua se ha evaporado y los sedimentos aumentan provocando sulfuros y malos olores.

### 4.2.3 DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS

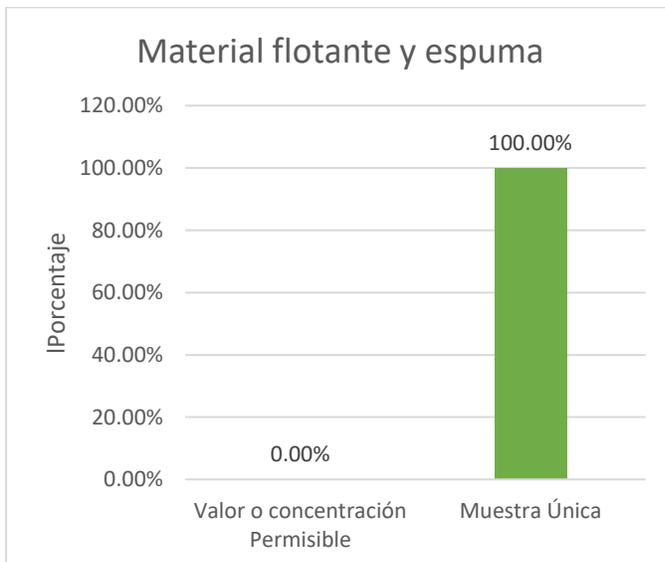


**Figura 31: Sólidos suspendidos**

Fuente: Elaboración propia

El dato obtenido en la muestra única se observa una gran cantidad de sólidos suspendidos muy arriba de los permisibles lo que indica la cantidad de agua residual cruda sin tratar se vierten en el cuerpo receptor.

### 4.2.4 DETERMINACIÓN DE MATERIAL FLOTANTE Y ESPUMA

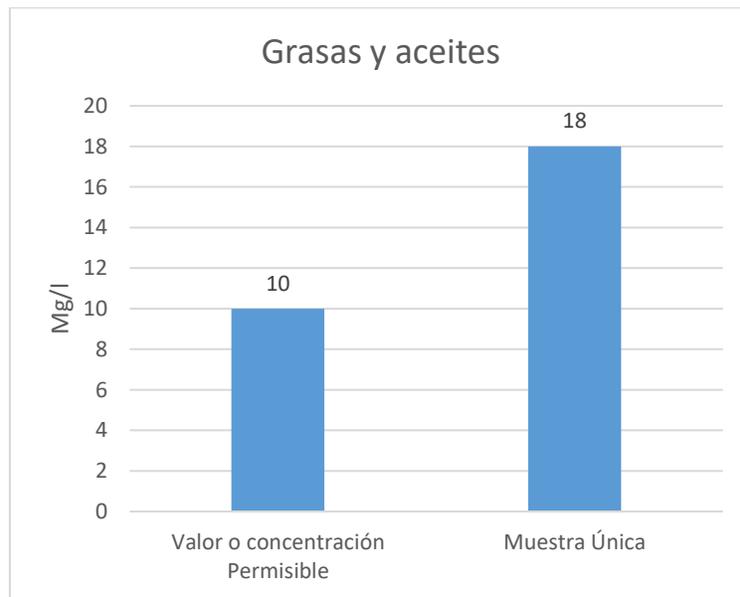


**Figura 32: Material flotante y espuma**

Fuente: Elaboración propia

En el canal Chotepe en el momento de las descargas se encuentra presencia de material flotante y espuma producto de la cantidad de contaminantes de distintas índoles debido a que la mayoría de los vertidos de la ciudad van a ser depositados a este cuerpo receptor.

#### 4.2.5 DETERMINACIÓN DE GRASAS Y ACEITES



**Figura 33: Determinación de grasas y aceites**

Fuente: Elaboración Propia

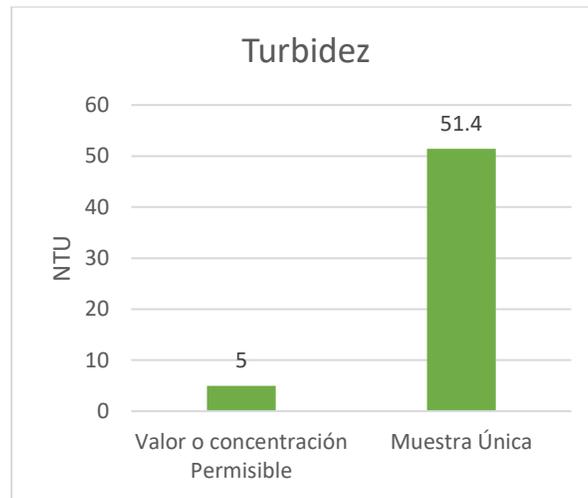
El dato obtenido demuestra que hay presencia de grasas y aceites en cantidades superiores a lo permisible indicándonos que no se cumple con la norma técnica, establecida para el cuidado de un cuerpo receptor.

Las grasas y aceites se conocen generalmente como lípidos, son todas aquellas sustancias de naturaleza lipídica, que al ser inmiscibles con el agua debido a que son no polares.

Por esa razón van a permanecer en la superficie del agua dando lugar a la aparición de natas y espumas. Los aceites y grasas procedentes de restos de alimentos o de procesos industriales (automóviles, lubricantes, etc.) son difíciles de metabolizar por las bacterias y flotan.

Los tipos de grasas y aceites más frecuentemente presentes en los sistemas de alcantarillado corresponden a aceites de tipo vegetal y grasas de tipo animal. En su mayoría flotan sobre el agua residual, aunque una parte de ellos es arrastrada con el fango por los sólidos sedimentables.

#### 4.2.6 DETERMINACIÓN DE LA TURBIDEZ

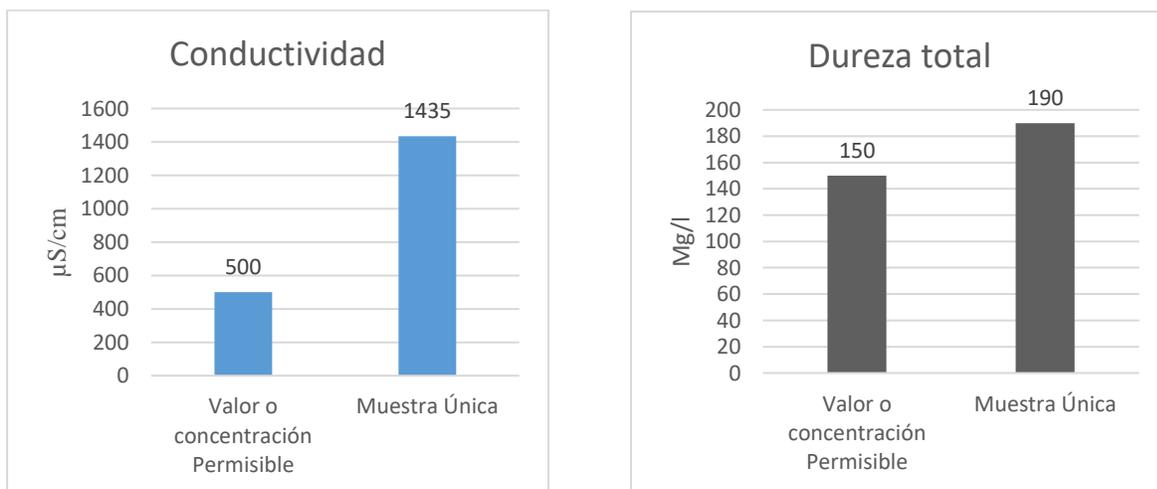


**Figura 34: Determinación de Turbidez del agua residual**

Fuente: Elaboración propia.

Las mediciones de turbidez se han considerado como un indicador de calidad general, se ha investigado que existe una fuerte correlación entre los niveles de turbidez y el valor de DBO. Así mismo se establece que la turbidez obstruye la luz, disminuyendo así el crecimiento de las plantas, huevos y larvas, que normalmente se encuentran en los niveles más bajos de un sistema acuático.

#### 4.2.7 DETERMINACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD Y DUREZA



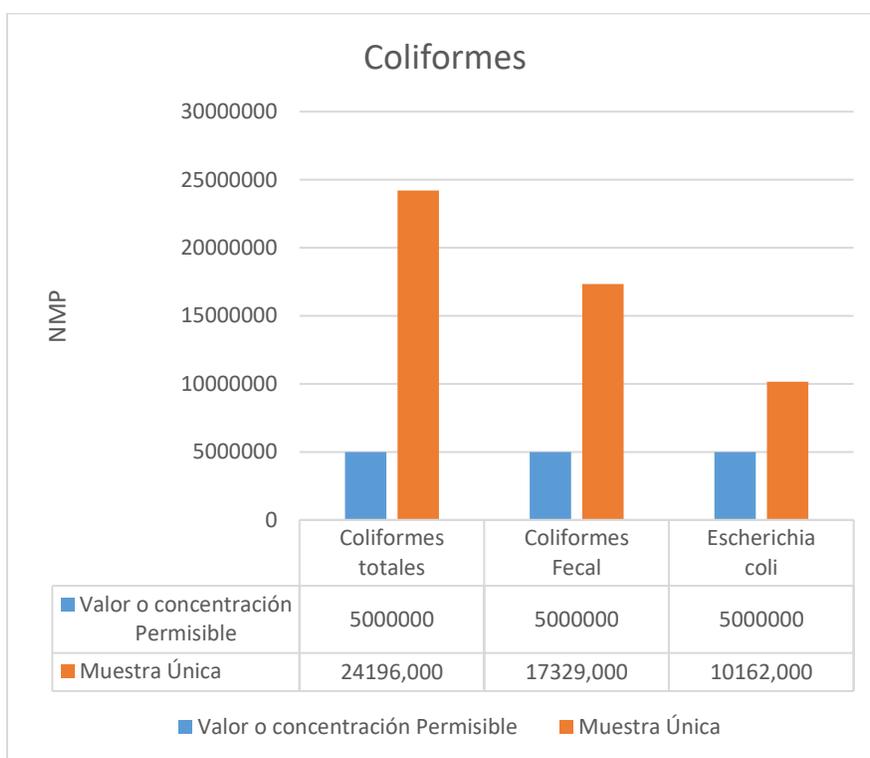
**Figura 35: Determinación de Conductividad y dureza del agua residual**

Fuente: Elaboración propia.

La conductividad es la capacidad de una solución, para transportar una corriente eléctrica. Las aguas residuales con sales, bases y ácidos pueden tener coeficientes de conductividad altos, así como, el valor obtenido de las aguas en el canal Chotepe con  $1435\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Se denomina dureza del agua a la concentración de compuestos minerales, que hay en una determinada cantidad de agua, en particular sales de magnesio y calcio. El agua denominada comúnmente como “dura” tiene una elevada concentración de dichas sales, siendo el resultado obtenido de  $190\text{ Mg}/\text{l}$  y el agua “blanda” las contiene en muy poca cantidad.

#### 4.2.8 DETERMINACIÓN DE COLIFORMES

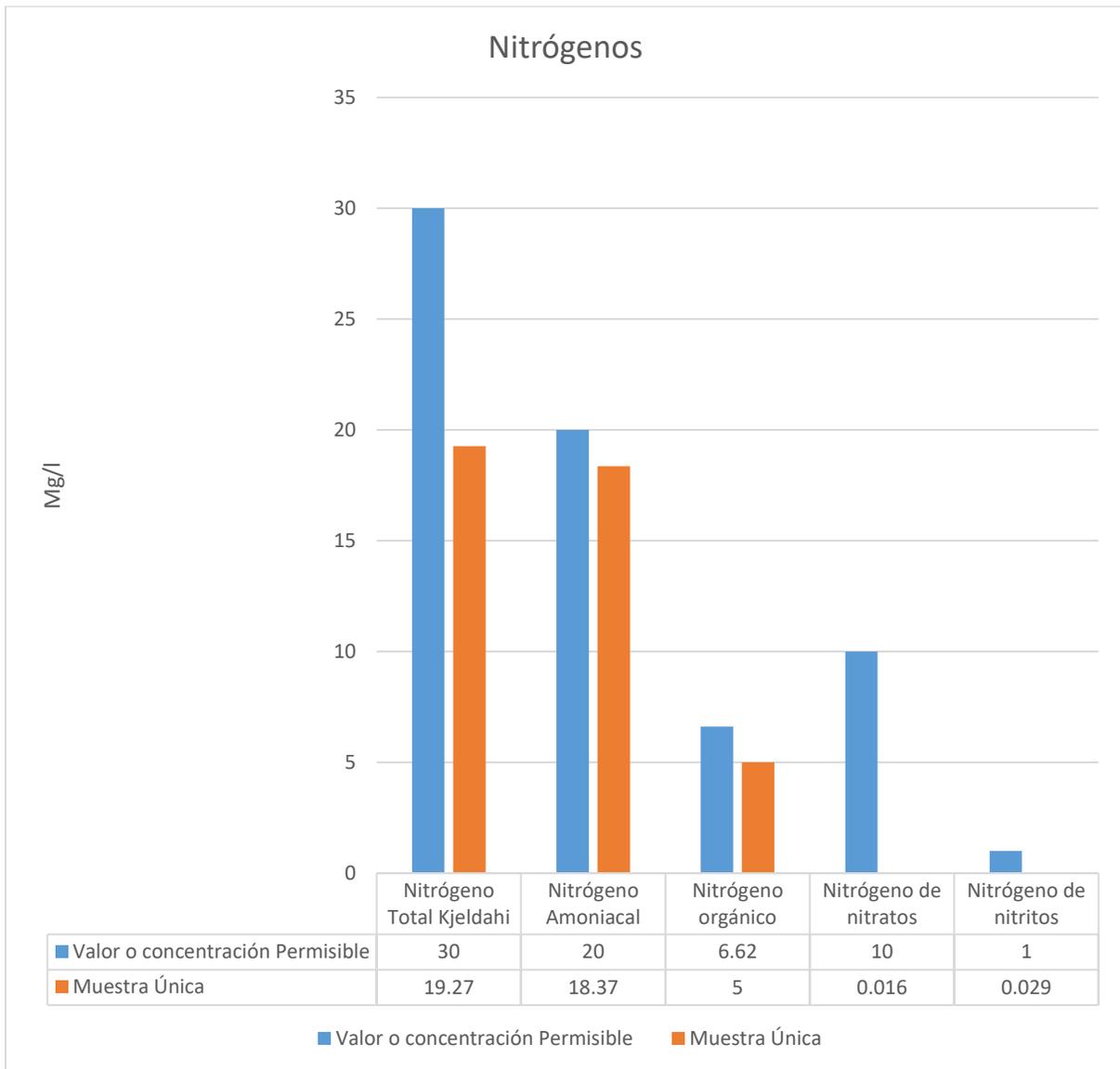


**Figura 36: Determinación de coliformes**

Fuente: Elaboración propia.

La presencia de coliformes en cantidades superiores a las permisibles, debido a que todas las aguas residuales de la ciudad llegan a este cuerpo receptor y que por años se ha tenido que soportar estos olores siendo su presencia más fuerte a ciertas horas y temporadas, así mismo estos valores altos de coliformes contribuyen a incrementar el problema de la contaminación del agua del canal.

#### 4.2.9 DETERMINACIÓN DE NITRÓGENOS

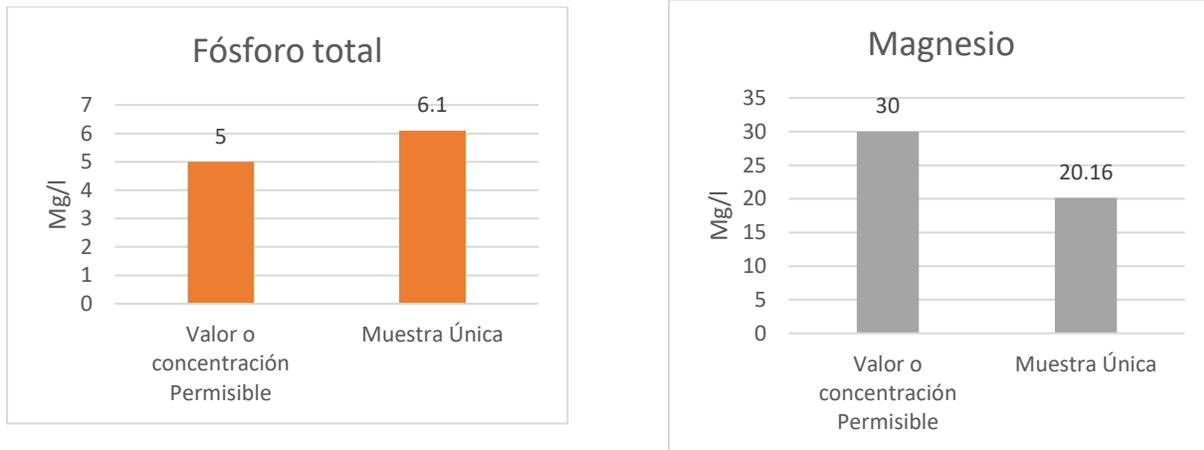


**Figura 37: Determinación de nitrógenos en las aguas residuales.**

Fuente: Elaboración propia.

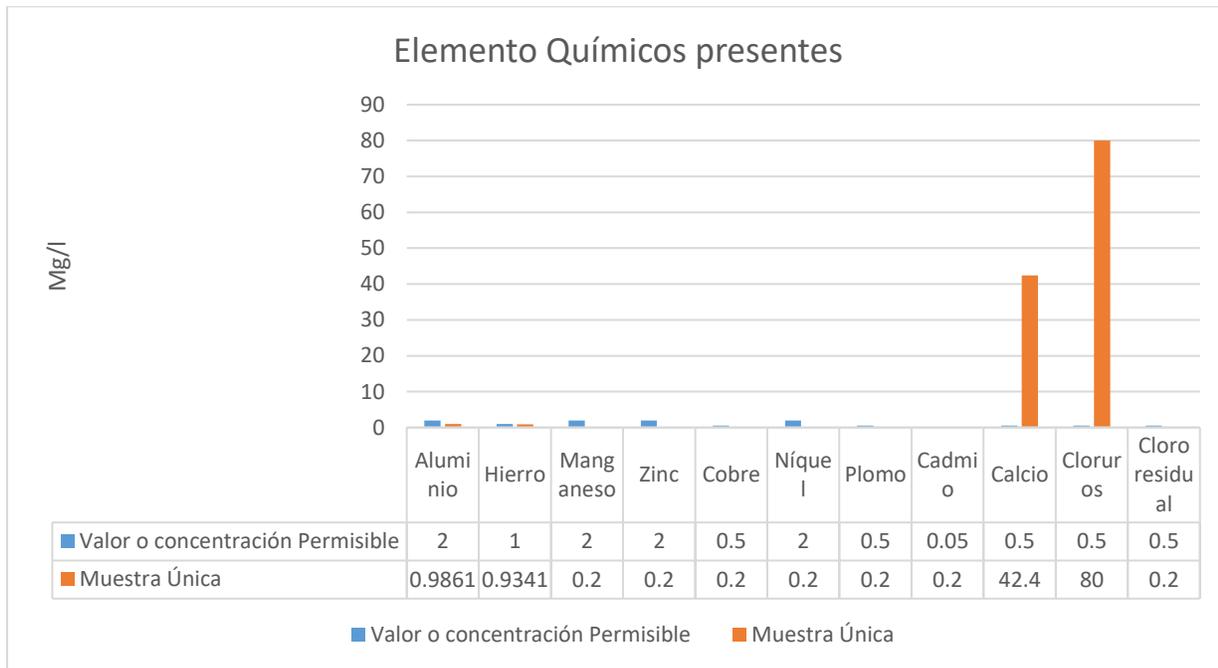
El exceso de nitrógeno en el agua hace que las algas crezcan rápido. Estas proliferaciones son llamadas florecimientos. Su aumento significativo deteriora la calidad del agua, los alimentos, los hábitats, y reduce el oxígeno que los peces y otras especies acuáticas necesitan para vivir. Observamos que para nuestra muestra los valores están ya muy cerca de los valores permisibles y a su vez generar más problemas de saturación o contaminación en el agua.

#### 4.2.10 DETERMINACIÓN DE FÓSFORO, MAGNESIO Y OTROS QUÍMICOS



**Figura 38: Determinación de Fósforo y Magnesio en el agua residual**

Fuente: Elaboración propia.

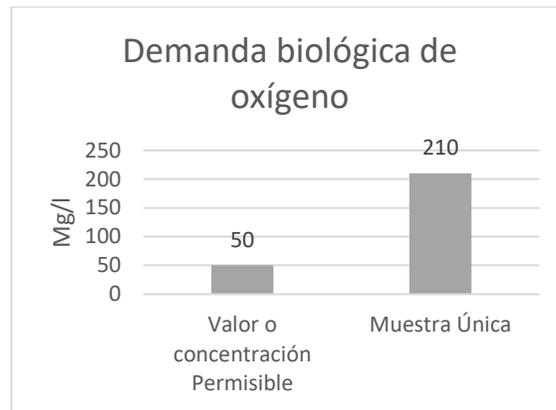


**Figura 39: Determinación de elementos químicos encontrados**

Fuente: Elaboración propia

La presencia de esta cantidad de elementos químicos por encima de la norma técnica ya establecida por Honduras para el control de las descargas hacia los cuerpos receptores da pauta para concluir el alto grado de contaminación lo que contribuye al daño ambiental de los alrededores.

#### 4.2.11 ANÁLISIS DE DETERMINACIÓN DE DBO



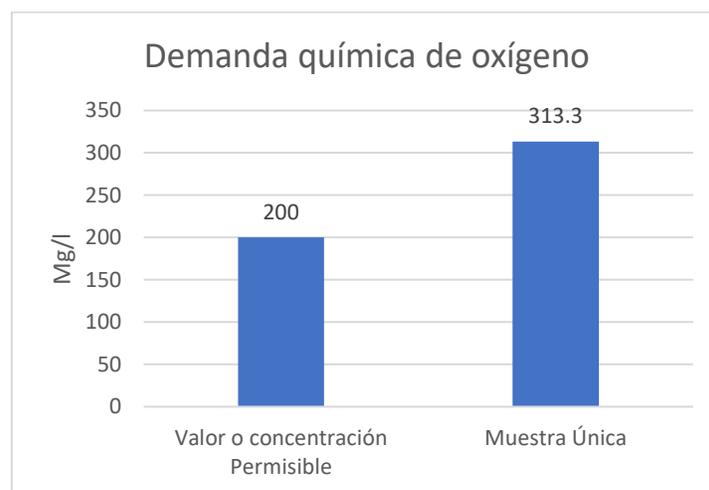
**Figura 40: Demanda biológica de oxígeno**

Fuente: Elaboración propia

Podemos observar que el resultado de la muestra indica un valor muy por arriba de los que establece la norma, esto quiere decir que contamos con una calidad de agua altamente contaminada.

Este parámetro es sin duda uno de los más importantes indicadores del grado de contaminación del agua, ya que este indica la cantidad de oxígeno que los microorganismos, especialmente bacterias consumen durante la degradación de las sustancias orgánicas contenidas en la muestra. Dicho esto, podemos concluir que la cantidad de oxígeno disuelto en el agua es un valor mínimo, sino casi nulo, y que la vida dentro de la misma es también nula.

#### 4.2.12 ANÁLISIS DE DETERMINACIÓN DE DQO



**Figura 41: Demanda química de oxígeno**

Fuente: Elaboración propia

El dato obtenido en la muestra indica un alto grado de grado de contaminación del agua, puesto que sus valores superan ampliamente el parámetro permitido de acuerdo a norma. La DQO permite, por su relación con la DBO, una estimación rápida de la degradabilidad del agua residual. El valor de la gráfica indica que el agua no tiene las condiciones para ser degradable.

#### 4.2.13 DETERMINACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO



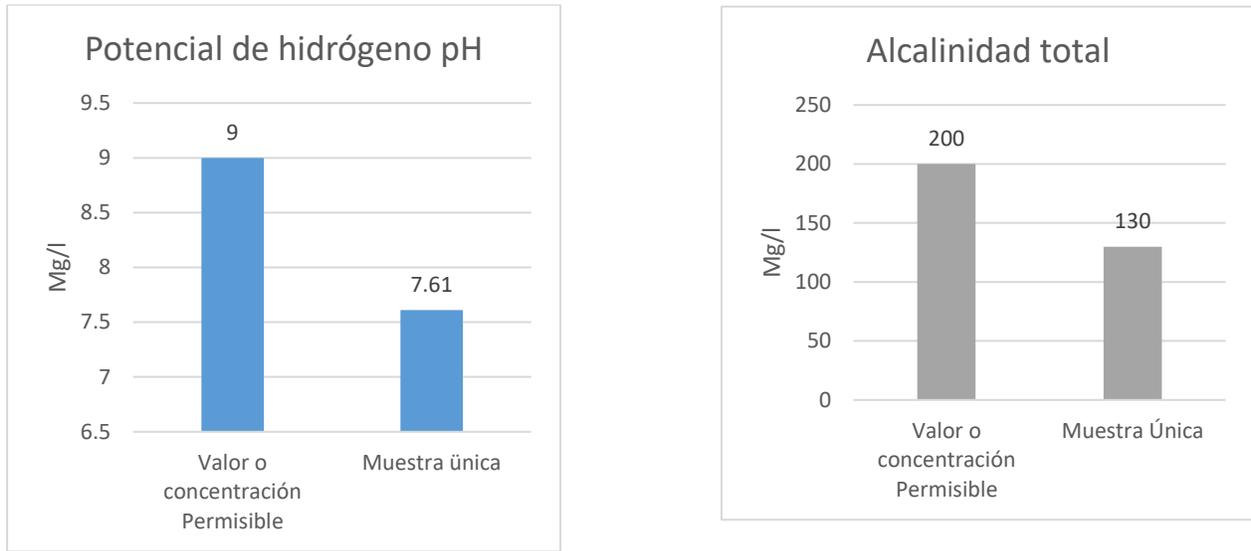
**Figura 42: Determinación del oxígeno disuelto**

Fuente: Elaboración Propia

En el análisis de resultados se obtuvieron valores menores al permisible de acuerdo a la norma técnica, el oxígeno disuelto mide la cantidad de oxígeno gaseoso disuelto ( $O_2$ ) en una solución acuosa.

El oxígeno se introduce en el agua mediante difusión desde el aire que rodea la mezcla, por aeración (movimiento rápido) y como un producto de desecho de la fotosíntesis. La cantidad ppm (partes por millón) o mg/l y si el valor está arriba de lo permisible permite la vida ya sea animal o vegetal, en el caso del canal Chotee no existe posibilidad de vida en esas aguas contaminadas. Observamos que para nuestra muestra existe una relación de 1 a 10 por debajo del valor permisible.

#### 4.2.14 DETERMINACIÓN DEL pH

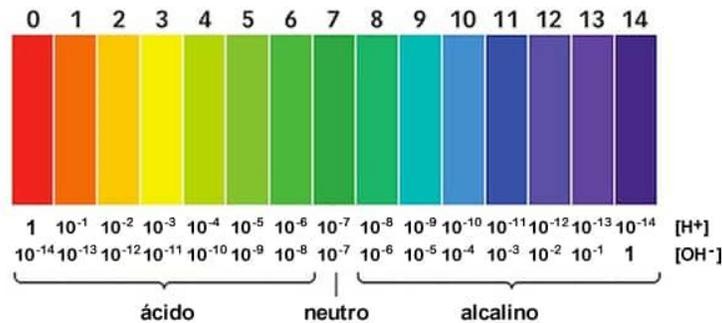


**Figura 43: Potencial de hidrógeno (pH) y la alcalinidad del agua residual**

Fuente: Elaboración propia

El resultado del pH está dentro de rango permisible que es entre 6-9, inclinándose al valor del agua acida. El pH indica la cantidad de acidez cuyo valor es 28mg/l y alcalinidad con valor de 130 mg/l, que contiene el agua. La alcalinidad es la capacidad del agua de neutralizar ácidos, mientras que la acidez es la capacidad el agua de neutralizar bases. La cantidad de ácido o base a utilizar en el proceso de neutralización depende de la cantidad respectiva de acidez y alcalinidad.

El resultado de una medición de pH viene determinado por una consideración entre el número de protones (iones H<sup>+</sup>) y el número de iones hidroxilo (OH<sup>-</sup>). Cuando el pH está por debajo de 7 es ácido y cuanto más alto es el pH más básico es el agua. (Torrente, 2018).



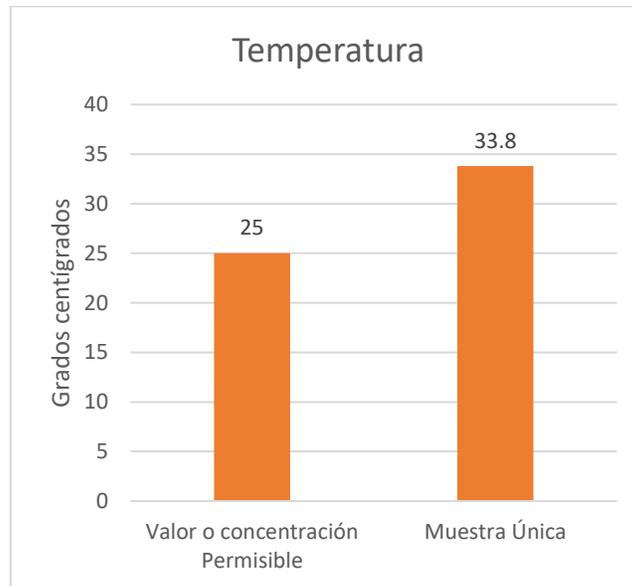
**Figura 44: Esquema de escalas para el pH**

Fuente: (Torrente, 2018).

### 4.3 ANÁLISIS DE LAS ESTACIONES DEL AÑO

Honduras debido a encontrarse cerca del ecuador, cuenta con dos estaciones o periodos principales, estación lluviosa y estación seca. Debido a la posición geográfica de Honduras no se perciben las cuatro estaciones en forma tan marcada como en los países del Hemisferio Norte.

#### 4.3.1 DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA



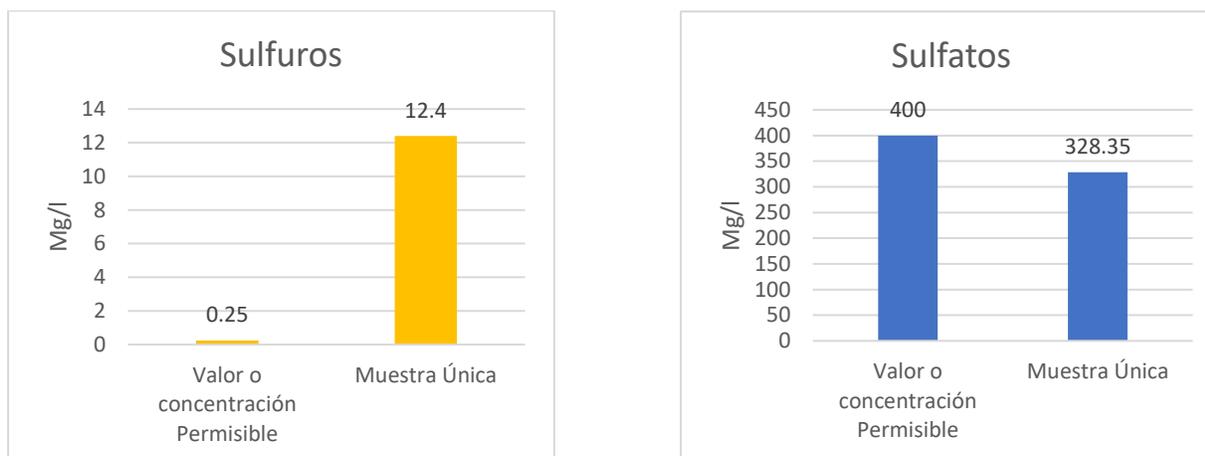
**Figura 45: Temperatura del agua residual**

Fuente: Elaboración Propia

El dato obtenido de la temperatura en la muestra única del agua residual en el cuerpo receptor ya acumuladas la mayoría de las descargas presentan una temperatura de 33.8°C, es decir por arriba de lo permisible que debe ser menor de 25°C, lo cual permite que haya evaporación de las aguas y por ende el aumento de los sólidos orgánicos, dando lugar al aumento de los malos olores. La temperatura del agua se ve afectada, entre otros aspectos, por la zona y época en que se realice la medición. La temperatura del agua residual puede influir en una relación de que 1°C puede aumentar hasta en un 7% la cantidad de sulfuro de hidrógeno que esta libere al ambiente. (Sewervac, 2019).

Entonces se puede concluir de este parámetro que su afectación más importante respecto a los olores se dará en la época de verano.

### 4.3.2 DETERMINACIÓN DE LOS SULFUROS Y SULFATOS



**Figura 46: Determinación de sulfuros**

Fuente: Elaboración propia

Podemos apreciar en la figura 46 que los valores están por encima de lo que la norma establece. Este parámetro, como se ha mencionado a lo largo del estudio, es uno de los mayores indicadores de mal olor en aguas residuales.

La presencia de sulfuros en agua indica acción bacteriológica anaerobia y por ende la ausencia de oxígeno disuelto. Estos valores obtenidos en laboratorio, en términos de grado de afectación en el espacio que los circunda en el canal Chotepe, de muestra a continuación.

**Tabla 16: Intensidad del olor**

MF	F	M	D	MD	DISTANCIA DEL CANAL EN MTS
Muy Fuerte	Fuerte	Moderado	Débil	Muy Débil	
	<b>X</b>				<b>50</b>
		<b>X</b>			<b>100</b>
			<b>X</b>		<b>150</b>
				<b>X</b>	<b>200</b>

Fuente: Elaboración Propia a partir de Tablas FIDO

Esta evaluación fue provista (por no poder realizarla personalmente por el estado de excepción actual) por un vecino de la colonia Independencia, colonia vecina al canal. Lo que nos

indica que el mal olor puede tener una afectación de acuerdo al grado de contaminación del agua, de una distancia aproximada de hasta 150 mts., del canal, mismo que tendrá implicancia en el estudio de aplicabilidad de alternativas.

#### 4.4 ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL

A continuación, se hacen los análisis de las alternativas seleccionadas para la mitigación y control de olores, posteriormente su aplicabilidad será evaluada en el Caso Valle Escondido.

##### 4.4.1 BARRERAS VIVAS

El establecimiento de una barrera arbórea de tipo rompe vientos en las áreas verdes libres, a los costados del canal consiste, en una o más hileras estratificadas de árboles y arbustos de denso follaje, en dirección perpendicular al viento dominante y sembrados, de tal forma que obligue al viento a elevarse sobre las copas de los árboles, lo cual permite el control de los vientos, la minimización de dispersión olores ofensivos, la disminución de ruido, atenuación de partículas, recuperar o mejorar el paisaje y otras funciones como regular las condiciones del micro clima entre otras.

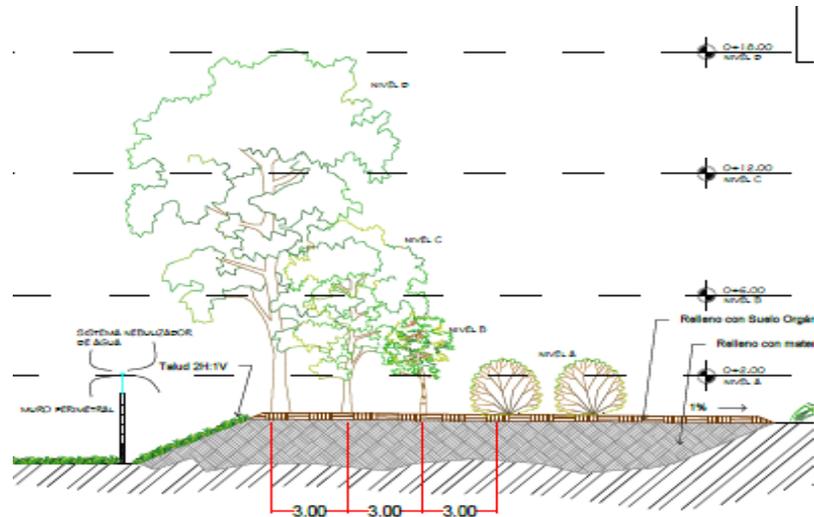
El costo de esta alternativa es relativamente bajo en comparación a resolver el problema de los malos olores y ayudar al medio ambiente.

A continuación, la propuesta de los diferentes árboles a instalarse dependiente de los niveles.

**Tabla 17: Tipos de árboles para barreras vivas**

Tipos de árboles según nivel de barrera viva			
Nivel A	Nivel B	Nivel C	Nivel D
Limonaria	Cordia Bicolor	Nin	Ceiba
Maya	Manglillo	Ylan	Cortés
Carboncillo	Acacia	Sangre Blanco	Macuelizo
Guamo	Acacia Roja	Llama del Bosque	Pochote
Gramíneas	Acacia Amarilla		

Fuente: Elaboración Propia

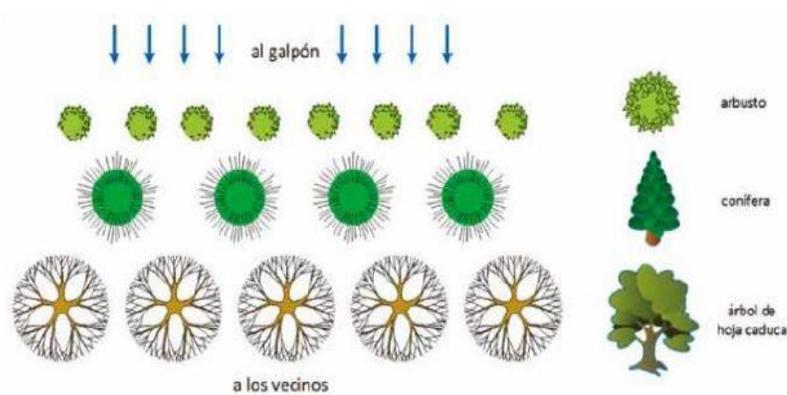


**Figura 47: Sección típica de barrera viva contra olores**

Fuente: Elaboración propia

El establecimiento de barreras tiene varias ventajas, las principales son:

1. Es una práctica de conservación de suelo aplicable a todos los sistemas agrícolas de ladera.
2. Retiene la tierra deslavada.
3. Soporta flujos de agua relativamente altos.
4. Son sencillas, de simplicidad en el diseño y facilidad de mantenimiento.
5. Son económicas y de fácil adopción por parte de quien las necesite implementar.
6. Se implementa el desarrollo sostenible como objetivo del milenio para el ambiente.
7. Se mejora la calidad del aire.



**Figura 48: Planta típica de barrera viva contra olores.**

Fuente: Elaboración propia

Por tener entre sus ventajas que son económicas, sencillas, de simplicidad de diseño y fácil mantenimiento, las barreras vivas SI son una alternativa de mitigación de olores en nuestro caso de estudio, no aplicado al tratamiento del génesis del problema, el agua contaminada, por las múltiples razones que ya se han abordado, pero si aplicable como una medida de contención.

Se trata de una alternativa más técnica que científica con características geométricas y físicas de marcada evidencia, por eso es considerada como alternativa.

No obstante, por carecer de suficiente soporte científico, también se aborda otra alternativa que garantice, de ser posible, la eliminación total de olores.

#### 4.4.2 EMBAULAMIENTO

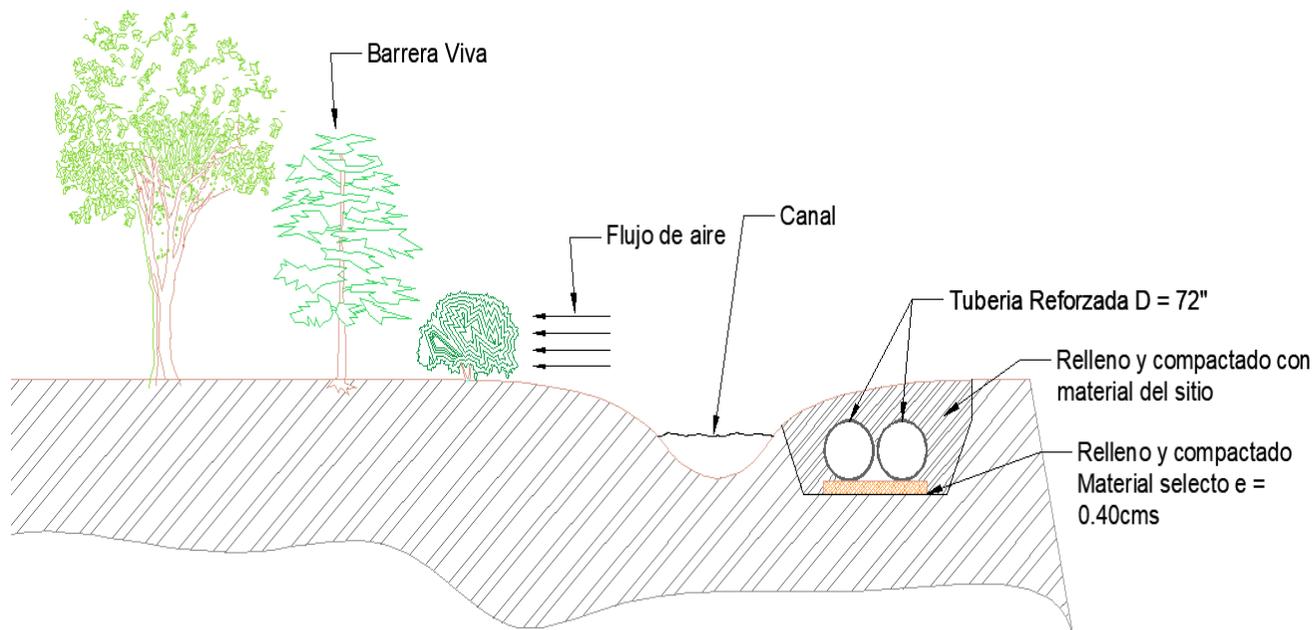
Esta alternativa logrará controlar las aguas residuales de una manera confinada para que los malos olores en las áreas involucradas no contaminen el ambiente, además será una obra necesaria cuando se construyan las plantas de tratamiento de la ciudad de San Pedro Sula.

Pues los recorridos que el agua cruda y pre tratada realice entre ciudad y planta y/o entre planta y planta, no deberá ser conducida a cielo abierto, pues esto aparte de contaminar el subsuelo, mantendrá el problema del mal olor en estas áreas.

Para poder aprovechar que el embaulado sirva para este último propósito descrito, será necesario cotejar los diseños con Aguas de San Pedro para su exacta ubicación, y de ser necesario los diámetros.

Esta alternativa es muy factible de construir en verano, haciendo las previsiones de diseño del caudal en invierno que permitan que el flujo del agua no sea en ningún momento interferido.





**Figura 50: Sección típica de embaulamiento más barrera viva**

Fuente: Elaboración propia

La figura 50 nos muestra la combinación de embaulamiento más barrera viva, esta última, ya embaulado, se utiliza principalmente por su vistosidad para proveerle estética al lugar y al mismo tiempo amigable con el ambiente, esto gracias a su costo mínimo y su diseño y mantenimiento prácticos.

#### 4.4.3 BENEFICIOS

Los beneficios de aplicar alternativas para la mitigación y control de olores en las zonas afectadas por este problema en el sector sureste de la ciudad son muchos, y su aplicabilidad varía si se trata de una zona ya habitada, o si se trata de una en proyección de desarrollo.

La primera porque los costos sería más difícil socializarlos con la comunidad, en cambio la segunda puede incluirse más fácilmente en el costo de la vivienda.

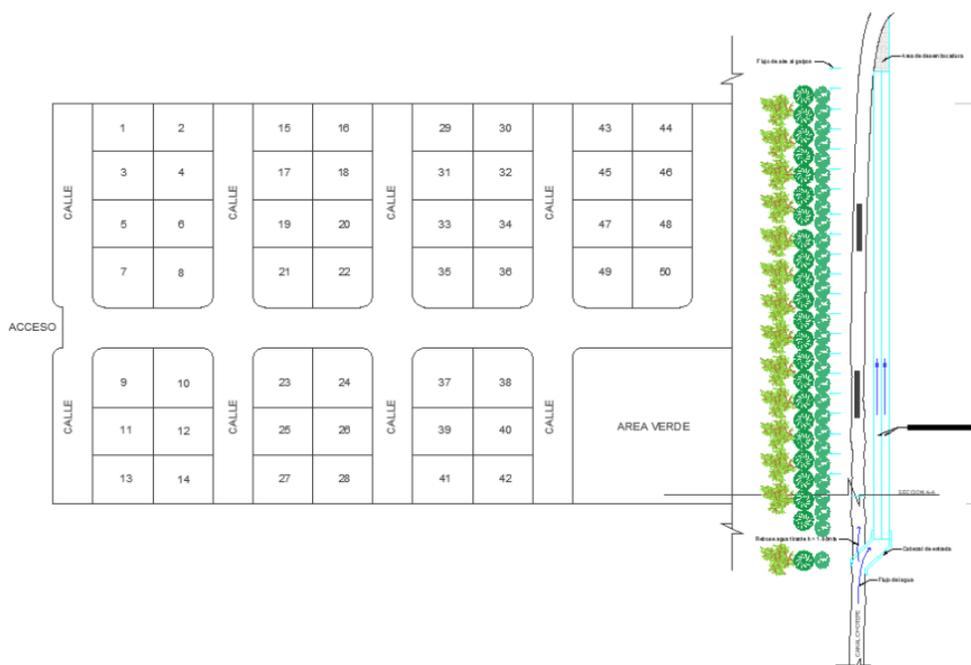
En el primer caso se necesitaría mucho más la implicación de la Municipalidad para la socialización y compartimiento de costos. En la segunda en caso de no contar con esa implicación pues se deben hacer los análisis de costos respectivos previo a ejecutar un desarrollo habitacional, por ejemplo.

El análisis de beneficios de aplicar las alternativas abarcará en este caso el beneficio de poder convertir un terreno urbanizable con pocas probabilidades de venta debido al problema en cuestión, en un terreno potencialmente desarrollable.

Para esto haremos un análisis de un tramo de 100 mts de longitud paralelos al canal por una profundidad de 170 mts y sobre este cuantos serían los lotes que pudiesen venderse sin ningún problema generado por el mal olor y así mismo poder saber cuál será el valor de sobrecosto que se deberá cargar a cada lote como resultado de la implementación de la alternativa.

Es importante mencionar que el sobrecosto de cada urbanización variara significativamente en la medida de que sea más significativa su geometría respecto al canal.

Es decir, para un terreno que su lado paralelo al canal sea mucho menor que su lado perpendicular, será mucho más factible su desarrollo, puesto que la intervención del canal será menor en comparación a la cantidad de lotes que puedan urbanizarse, y así mismo caso contrario cuando estas características geométricas se inviertan de sentido, así mismo se invertirá el sentido de la factibilidad.



**Figura 51: Desarrollo Habitacional Típico en una longitud de 100 mts de canal**

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 51 podemos apreciar que en un tratamiento del canal de una longitud de 100mx170m podemos desarrollar una urbanización de 50 lotes de 12.00mx15.00m (aproximadamente 255 v2). Mayor incluso que desarrollos habitacionales como Residencial Valle Escondido, que cuenta con lotes desde 215 v2.

En este caso el urbanizador deberá hacer el análisis de mercado con este nuevo valor de sobrecosto a su urbanización, y determinar si es factible o no desarrollarlo, contando para esto con el valor de la inversión del proyecto por metro lineal de canal que se presenta en la siguiente sección.

#### 4.4.4 INVERSIÓN DEL PROYECTO

Para la estimación de la inversión se tomará como se mencionó en la sección anterior, un terreno típico de 17,000 m<sup>2</sup> (24,400 v2). Sobre este se hará una urbanización típica para hacer la evaluación del costo-beneficio que pueda obtenerse.

La inversión de la implementación de las alternativas se aprecia en la tabla 16, podemos apreciar que la obra civil representa el 84% del total del costo del proyecto, esto debido a que la tubería reforzada para el embaulamiento es el costo más incidente de esta alternativa.

**Tabla 18: Resumen de Inversión.**

RESUMEN			
ITEM	DESCRIPCION	COSTO	% DE INVERSION
1.00	Diseño y Presupuesto	L 80,000.00	2%
3.00	Terracería	L 381,124.00	10%
4.00	Obras Civiles	L 3,238,426.18	84%
5.00	Obras complementarias/Barrera Viva	L 41,500.00	1%
6.00	Imprevistos	L 100,000.00	3%
	<b>INVERSION</b>	<b>L 3,841,050.18</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia

Este costo es el aplicable a una intervención del canal de 100mts de longitud lo que equivale a un costo por metro lineal de L. 38,410.50, y sobre el cual se podrá desarrollar típicamente una

urbanización de 50 lotes, por ende, el costo de esta inversión deberá de ser diluido entre el total de lotes.

Esto representa un costo adicional para la urbanización de L. 3, 841,050.18 y que deberá de ser diluido, como ya se dijo, entre el total de lotes.

Consecuentemente representa un valor adicional que deberá de considerarse como un sobre costo para cada lote de L. 76,821.00, este costo deberá de ser comparado con la opción de no poder vender o desarrollar la urbanización en caso de no resolver el problema de los malos olores, o en su defecto con la opción de no poder vender los lotes más cercanos al canal.

#### 4.5 CASO DE ESTUDIO TÍPICO EN SAN PEDRO SULA

Residencial Valle Escondido es un proyecto residencial con un nuevo concepto habitacional que brinda ambiente agradable y seguro de alta plusvalía con precios accesibles. Localizada a 10 minutos del centro de san pedro sula, Sector el polvorín. El proyecto total tendrá a su disposición 1.100 lotes para su construcción y las casas contarán con lotes típicos desde 215 varas.



**Figura 52: Residencial Caso Tipo en S.P.S.**

Fuente: Registro de archivo

La figura 52 nos muestra la segunda etapa en desarrollo de Residencial Valle escondido, la cual cuenta con 474 lotes disponibles desde 215 v2 y 65 m2 de construcción c/u, su cercanía con el canal Chotepe convierte a los molos olores en un problema de venta debido al malestar que este genera, principalmente en las cuadras con más cercanía al canal.

Para realizar la aplicación de las alternativas en esta área de Valle Escondido se deben de intervenir 600 metros de canal, que de acuerdo al costo por metro lineal provisto de la Tabla 16, equivale a un total de L. 23, 046, 301.10.

A continuación, evaluamos los costos para una vivienda con 215 v2 de terreno y 65 m2 de construcción.

**Tabla 19: Presupuesto de Construcción de Vivienda**

<b>PRESUPUESTO DE CASA DE HABITACION DE 65 M2 DE CONSTRUCCION</b>					
<b>No.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND.</b>	<b>CANT.</b>	<b>PRECIO UNI</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
<b>1.00</b>	<b>Cimentación</b>				
1.01	Marcaje y Nivelación	ml	66.15	25.00	1,653.75
1.02	Excavaciones estructurales	m3	21.91	220.00	4,820.06
1.03	Cimiento corrido	ml	66.15	240.00	15,876.00
1.04	Sobreelevación	m2	27.78	260.00	7,223.58
1.05	Solera de humedad	ml	66.15	280.00	18,522.00
	<b>Sub total Cimentaciones</b>				<b>L. 48,095.39</b>
<b>2.00</b>	<b>Paredes y Estructuras de Concreto</b>				
2.01	Paredes de bloque de 6"	m2	151.00	300.00	45,300.00
3.03	Solera intermedia	ml	56.76	180.00	10,215.90
3.04	Solera de Cierre	ml	61.36	200.00	12,272.00
3.05	Castillos	ml	55.13	180.00	9,922.50
3.06	Firme de concreto primer nivel de espesor e=0.075	m2	65.00	180.00	11,700.00
	<b>Sub total Paredes y Estructuras de Concreto</b>				<b>L. 89,410.40</b>
<b>3.00</b>	<b>Acabados</b>				
3.01	Repello	m2	317.83	60.00	19,069.68
3.02	Pulido	m2	317.83	50.00	15,891.40
3.03	Piso de Cerámica de 45x45 cms en primer y segundo nivel, incluye gradas, no incluye garaje.	m2	65.00	340.00	22,100.00
3.04	Cerámica en paredes de baños (h = 2.10mts) (5 unidades).	m2	43.98	340.00	14,952.52
3.05	Zócalo en Paredes.	ml	78.93	70.00	5,525.10
3.06	Pintura en Paredes	m2	317.83	70.00	22,247.96
3.07	Cielo falso de tabla yeso (primer nivel) se considera diseño plano sin detalles especiales	m2	65.00	320.00	20,800.00

**Continuación Tabla 19: Presupuesto de Construcción de Vivienda**

No.	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	PRECIO UNI	PRECIO TOTAL
	<b>Sub total Acabados</b>				<b>L.120,586.66</b>
<b>4.00</b>	<b>Puertas y Ventanas</b>				
4.01	Suministro e Instalación de Puertas de una hoja de 1.00mts x 2.10mts (no incluye madera de color)	unidad	5.00	3,500.00	17,500.00
4.02	Suministro e instalación de Ventana corrediza de vidrio de 1.25mts x 1.00mts	unidad	5.00	3,200.00	16,000.00
4.03	Suministro e instalación de Ventana corrediza de vidrio de 0.60mts x 0.30mts	unidad	2.00	2,200.00	4,400.00
	<b>Sub total Puertas y Ventanas</b>				<b>L. 37,900.00</b>
<b>5.00</b>	<b>Instalaciones Hidrosanitarias</b>				
5.01	Excavación de tuberías de agua potable y aguas negras	global	1.00	6,000.00	6,000.00
5.02	Suministro e instalación de tubería agua potable de 1/2" PVC	global	1.00	4,240.00	4,240.00
5.03	Suministro e instalación de Tubería de aguas Negras de 4" PVC	global	1.00	7,200.00	7,200.00
5.04	Suministro e instalación de sanitarios	unidad	2.00	4,500.00	9,000.00
5.05	Suministro e instalación de Lavabos	unidad	2.00	3,000.00	6,000.00
5.06	Cajas de registro de 90x80 cms	unidad	4.00	3,200.00	12,800.00
5.07	Lavatrastos, desayunoador	global	1.00	11,100.00	11,100.00
5.08	Pila en área de lavandería con sus respectivas conexiones (la pila no incluye enchape)	global	1.00	5,000.00	5,000.00
	<b>Sub total Instalaciones Hidrosanitarias</b>				<b>L. 61,340.00</b>
<b>6.00</b>	<b>Instalaciones eléctricas</b>				
6.01	Acometida principal	global	1.00	6,250.00	6,250.00
6.02	Ductos y cables para iluminación	global	1.00	6,600.00	6,600.00
6.03	Ductos y cables para sistema de fuerza (tomacorriente)	global	1.00	5,475.00	5,475.00
6.04	Panel principal	global	1.00	4,600.00	4,600.00
6.05	Cajas de tomacorrientes, instalaciones de A/C	global	1.00	3,750.00	3,750.00
6.06	Lámparas de iluminación	global	1.00	6,250.00	6,250.00
	<b>Sub total Instalaciones Eléctricas</b>				<b>L. 32,925.00</b>
<b>7.00</b>	<b>Estructura Metálica de Techo</b>				
7.01	Estructura Metálica de Techo (Incluye cubierta de lámina Aluzinc Cal 26 color natural)	m2	84.00	540.00	45,360.00
	<b>Sub total Estructura Metálica de Techo</b>				<b>L. 45,360.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>LPS</b>	<b>L. 435,617.45</b>

Fuente: Elaboración Propia.

El costo de construcción de una vivienda típica, como nos muestra la tabla 19, ronda lo L. 435,617.45. Este costo se estima de acuerdo a la construcción a gran escala, lo que ayuda a reducir los costos. Esto nos da un valor por metro cuadrado de construcción de L. 6,700.00.

**Tabla 20: Precio de Venta de Vivienda Típica**

No.	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	PRECIO UNI	PRECIO TOTAL
1.00	Costo Construcción Casa de Habitación	Gbl	1.00	435,617.45	435,617.45
2.00	Costo del Terreno	V2	215.00	1,625.90	349,567.73
3.00	Utilidad (35%)	Gbl	1.00	274,814.81	274,814.81
<b>Total Precio de Venta</b>					<b>L 1,060,000.00</b>

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 20 nos muestra el precio de venta de una vivienda típica en San Pedro Sula, con las áreas de terreno y construcción ya indicadas.

#### 4.5.1 COSTO DE ALTERNATIVA DE MITIGACION

A continuación, haremos el análisis sobre el porcentaje del costo de la alternativa de mitigación en el precio de venta de los terrenos ya urbanizados, para esto contamos con la siguiente información.

La implementación de la alternativa de Mitigación y control resulta en L. 23, 046,301.10 para un desarrollo habitación de 474 lotes, esto da un costo adicional por lote de L. 48,620.88. Para ver su porcentaje de incidencia en el precio de venta, lo analizamos de la siguiente Manera.

1. Área del terreno = 215 v2
2. Metros cuadrados de construcción = 65 m2
3. Precio de venta = L. 1, 060,000.00, este precio es el valor actual sin considerar el valor de aplicar ninguna alternativa de mitigación.
4. Costo adicional por concepto de implementación de alternativa = L. 48,620.88, este valor no considera utilidad para la inmobiliaria, tomando como premisa que el beneficio será poder vender todos los terrenos disponibles, sin que los malos olores sean una restricción. En caso de aplicar una utilidad deberá de ir alineada con los análisis financieros que ya considera la misma en su precio de venta.

**Tabla 21: Porcentaje de incidencia por sobre costo de aplicación de alternativas**

% DE INCIDENCIA					
ITEM	DESCRIPCION	PRECIO DE VENTA ACTUAL (L.)	SOBRECOSTO POR IMPLEMENTACION DE ALTERNATIVAS (L.)	NUEVO PRECIO DE VENTA (L.)	% DE INCIDENCIA DE LAS ALTERNATIVAS
1.00	Casas habitacionales Modelo Estándar	L 1,060,000.00	L 48,620.88	L 1,108,620.88	4.6%

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 21 nos muestra que para el proyecto habitacional Residencial Caso Típico S.P.S., el % de incidencia en sus precios de venta producto del sobre costo por la aplicación de alternativas de mitigación será de un 4.6%. Como se mencionó anteriormente, representa un valor por terreno de L. 48,620.88.

Este sobre costo por lote debido a la implementación de alternativas de mitigación y control de olores varia respecto al sobre costo por lote que se obtuvo en el análisis de beneficios de un desarrollo habitacional típico de la sección 4.9.3.

Porque como se citó en esa misma sección, el costo de las alternativas por metro lineal de canal no variará indistintamente del punto o lugar de aplicación de las alternativas, no obstante, su sobre costo por lote si, puesto que este último estará siempre sujeto al tipo de urbanización, su geometría respecto al canal, así como el tamaño o área de la urbanización, es decir a mayor área o número de lotes, menos incidencia del sobre costo.

#### 4.6 ANÁLISIS FINANCIERO

A continuación de procederá a realizar la elaboración del plan de inversión con los flujos de caja proyectados, fuentes de financiamiento y de igual manera a establecer la Tasa Interna de Retorno de la inversión para poder evaluar financieramente el costo de las alternativas aplicadas a la mitigación y control de malos olores.

##### 4.6.1 INVERSIÓN INICIAL DEL PROYECTO

La inversión inicial comprende la adquisición de todos los activos fijos o tangibles y diferidos o intangibles necesarios para iniciar las operaciones de una empresa, con excepción del capital de trabajo (BACA URBINA, 2012).

Para efectos de este proyecto se considerará como inversión inicial el costo de la implementación de alternativas de mitigación y control, tomando en cuenta la intervención en 600 metros lineales de canal para poder desarrollar una urbanización con 474 lotes.

#### 4.6.2 PLAN DE INVERSIÓN

En el plan de inversión del proyecto se incluyen todos los costos que corresponden a la implementación del mismo, como ser: instalación de barreras vivas, obras civiles relacionadas a la construcción del embaulamiento de concreto, compra y suministro de tuberías reforzadas, así como las obras de terracería relacionadas a ambas actividades. El costo de la inversión es de L. 23,046,297.10

**Tabla 22: Costos de Inversión del Proyecto**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL (L.)
1.00	Diseño y Presupuesto	ml	600.00	800.00	480,000.00
3.00	Terracería	ml	600.00	3,811.24	2,286,744.00
4.00	Obras Civiles	ml	600.00	32,384.26	19,430,557.08
5.00	Obras complementarias/Barrera Viva	ml	600.00	415.00	249,000.00
6.00	Imprevistos	Gbl	1.00	600,000	600,000.00
<b>TOTAL, DE LA INVERSIÓN</b>					<b>L. 23,046,301.08</b>

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.6.3 ESTRUCTURA DE CAPITAL

Una vez definido el costo de inversión del proyecto, se procede a la definición de la estructura de capital y para fines de este proyecto será ejecutado mediante financiamiento de la siguiente manera: financiado en un 70%, y el restante 30% se ejecutará con fondos propios.

**Tabla 23: Estructura de Capital**

FUENTES DE FINANCIAMIENTO	APORTACIÓN	PORCENTAJE	
Fondos Propios	6,913,890.32	30%	
Financiamiento	16,132,410.76	70%	
<b>Total</b>	<b>L. 23046301.08</b>	<b>100%</b>	
INVERSIÓN INICIAL	MONTO	FONDOS PROPIOS	FINANCIAMIENTO
Activos Fijos			
Inversión Inicial	23,046,301.08	6,913,890.32	16,132,410.76
<b>Total</b>	<b>L. 23,046,301.08</b>	<b>L. 6,913,890.32</b>	<b>L. 16,132,410.76</b>

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.6.4 WACC DEL PROYECTO

El WACC, de las siglas en inglés Weighted Average Cost of Capital, también denominado costo promedio ponderado del capital (CPPC), es la tasa de descuento que se utiliza para descontar los flujos de caja futuros a la hora de valorar un proyecto de inversión

El WACC del proyecto se calcula mediante la siguiente fórmula:

WACC = Costo de oportunidad del inversionista\*% Fondos propios + Costo de la deuda\*(1- ISR) \*% de deuda con financiamiento.

**Tabla 24: Cálculo del WACC del Proyecto.**

DETALLES PARA EL CÁLCULO DEL WACC	PORCENTAJES
Porcentaje de participación de fondos propios.	30%
Porcentaje de participación de fondos financiados	70%
Costo de oportunidad	20%
Costo de la deuda	15%
Impuesto sobre la Renta	25%
<b>WACC</b>	<b>13.87%</b>

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.6.5 FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

La parte del financiamiento del proyecto se realizará mediante un préstamo a través de un banco, cuyo valor a financiar es del 70% del proyecto a un plazo de 10 años.

Para nuestra cuota nivelada utilizamos la siguiente fórmula:

$$C = VP \times i / (1 - (1/(1+i) ^n))$$

En donde:

VP = Valor Presente

i = interés (por período)

n = número de períodos

Datos del Préstamo.

$$C = \frac{16,132,410.76 \times (1.25\%)}{(1 - (1/(1+1.25) ^120))} = 260,272.18$$

$$(1 - (1/(1+1.25) ^120))$$

1. Préstamo con cuota nivelada
2. Monto del Préstamo: L. 16,132,410.76
3. Plazo (años): 10 años
4. Tasa (%): 15
5. Cuota Mensual: L. 260,272.18

**Tabla 25: Cálculo del Préstamo.**

No.	Capital (L.)	Interés (L.)	Cuota (L.)	Saldo (L.)
0				16,132,410.76
1	58617.05	201655.13	260272.18	16073793.71
2	59349.76	200922.42	260272.18	16014443.96
3	60091.63	200180.55	260272.18	15954352.33
4	60842.78	199429.40	260272.18	15893509.55
5	61603.31	198668.87	260272.18	15831906.24
6	62373.35	197898.83	260272.18	15769532.89
7	63153.02	197119.16	260272.18	15706379.87
8	63942.43	196329.75	260272.18	15642437.44
9	64741.71	195530.47	260272.18	15577695.73
10	65550.98	194721.20	260272.18	15512144.74
11	66370.37	193901.81	260272.18	15445774.37
12	67200.00	193072.18	260272.18	15378574.37
13	68040.00	192232.18	260272.18	15310534.37
14	68890.50	191381.68	260272.18	15241643.87
15	69751.63	190520.55	260272.18	15171892.24
16	70623.53	189648.65	260272.18	15101268.72
17	71506.32	188765.86	260272.18	15029762.39
18	72400.15	187872.03	260272.18	14957362.24
19	73305.15	186967.03	260272.18	14884057.09
20	74221.47	186050.71	260272.18	14809835.63
21	75149.23	185122.95	260272.18	14734686.39
22	76088.60	184183.58	260272.18	14658597.79
23	77039.71	183232.47	260272.18	14581558.09
24	78002.70	182269.48	260272.18	14503555.38
25	78977.74	181294.44	260272.18	14424577.64
26	79964.96	180307.22	260272.18	14344612.69
27	80964.52	179307.66	260272.18	14263648.16
28	81976.58	178295.60	260272.18	14181671.59
29	83001.28	177270.89	260272.18	14098670.30
30	84038.80	176233.38	260272.18	14014631.50

**Continuación Tabla 25: Cálculo del Préstamo.**

No.	Capital (L.)	Interés (L.)	Cuota (L.)	Saldo (L.)
31	85089.29	175182.89	260272.18	13929542.22
32	86152.90	174119.28	260272.18	13843389.31
33	87229.81	173042.37	260272.18	13756159.50
34	88320.19	171951.99	260272.18	13667839.31
35	89424.19	170847.99	260272.18	13578415.13
36	90541.99	169730.19	260272.18	13487873.13
37	91673.77	168598.41	260272.18	13396199.37
38	92819.69	167452.49	260272.18	13303379.68
39	93979.93	166292.25	260272.18	13209399.75
40	95154.68	165117.50	260272.18	13114245.07
41	96344.12	163928.06	260272.18	13017900.95
42	97548.42	162723.76	260272.18	12920352.53
43	98767.77	161504.41	260272.18	12821584.76
44	100002.37	160269.81	260272.18	12721582.39
45	101252.40	159019.78	260272.18	12620329.99
46	102518.05	157754.12	260272.18	12517811.93
47	103799.53	156472.65	260272.18	12414012.40
48	105097.02	155175.16	260272.18	12308915.38
49	106410.74	153861.44	260272.18	12202504.64
50	107740.87	152531.31	260272.18	12094763.77
51	109087.63	151184.55	260272.18	11985676.14
52	110451.23	149820.95	260272.18	11875224.91
53	111831.87	148440.31	260272.18	11763393.04
54	113229.77	147042.41	260272.18	11650163.27
55	114645.14	145627.04	260272.18	11535518.13
56	116078.20	144193.98	260272.18	11419439.93
57	117529.18	142743.00	260272.18	11301910.75
58	118998.30	141273.88	260272.18	11182912.46
59	120485.77	139786.41	260272.18	11062426.68
60	121991.85	138280.33	260272.18	10940434.84
61	123516.74	136755.44	260272.18	10816918.09
62	125060.70	135211.48	260272.18	10691857.39
63	126623.96	133648.22	260272.18	10565233.43
64	128206.76	132065.42	260272.18	10437026.66
65	129809.35	130462.83	260272.18	10307217.32
66	131431.96	128840.22	260272.18	10175785.35
67	133074.86	127197.32	260272.18	10042710.49
68	134738.30	125533.88	260272.18	9907972.19

**Continuación Tabla 25: Cálculo del Préstamo.**

No.	Capital (L.)	Interés (L.)	Cuota (L.)	Saldo (L.)
69	136422.53	123849.65	260272.18	9771549.66
70	138127.81	122144.37	260272.18	9633421.86
71	139854.41	120417.77	260272.18	9493567.45
72	141602.59	118669.59	260272.18	9351964.86
73	143372.62	116899.56	260272.18	9208592.24
74	145164.78	115107.40	260272.18	9063427.47
75	146979.34	113292.84	260272.18	8916448.13
76	148816.58	111455.60	260272.18	8767631.55
77	150676.79	109595.39	260272.18	8616954.77
78	152560.25	107711.93	260272.18	8464394.52
79	154467.25	105804.93	260272.18	8309927.27
80	156398.09	103874.09	260272.18	8153529.19
81	158353.06	101919.11	260272.18	7995176.12
82	160332.48	99939.70	260272.18	7834843.64
83	162336.63	97935.55	260272.18	7672507.01
84	164365.84	95906.34	260272.18	7508141.17
85	166420.42	93851.76	260272.18	7341720.75
86	168500.67	91771.51	260272.18	7173220.08
87	170606.93	89665.25	260272.18	7002613.15
88	172739.52	87532.66	260272.18	6829873.64
89	174898.76	85373.42	260272.18	6654974.88
90	177084.99	83187.19	260272.18	6477889.88
91	179298.56	80973.62	260272.18	6298591.33
92	181539.79	78732.39	260272.18	6117051.54
93	183809.04	76463.14	260272.18	5933242.50
94	186106.65	74165.53	260272.18	5747135.86
95	188432.98	71839.20	260272.18	5558702.87
96	190788.39	69483.79	260272.18	5367914.48
97	193173.25	67098.93	260272.18	5174741.23
98	195587.91	64684.27	260272.18	4979153.32
99	198032.76	62239.42	260272.18	4781120.55
100	200508.17	59764.01	260272.18	4580612.38
101	203014.52	57257.65	260272.18	4377597.86
102	205552.21	54719.97	260272.18	4172045.65
103	208121.61	52150.57	260272.18	3963924.04
104	210723.13	49549.05	260272.18	3753200.91
105	213357.17	46915.01	260272.18	3539843.74
106	216024.13	44248.05	260272.18	3323819.61

**Continuación Tabla 25: Cálculo del Préstamo.**

No.	Capital (L.)	Interés (L.)	Cuota (L.)	Saldo (L.)
107	218724.43	41547.75	260272.18	3105095.18
108	221458.49	38813.69	260272.18	2883636.69
109	224226.72	36045.46	260272.18	2659409.96
110	227029.56	33242.62	260272.18	2432380.41
111	229867.42	30404.76	260272.18	2202512.99
112	232740.77	27531.41	260272.18	1969772.22
113	235650.03	24622.15	260272.18	1734122.19
114	238595.65	21676.53	260272.18	1495526.54
115	241578.10	18694.08	260272.18	1253948.44
116	244597.82	15674.36	260272.18	1009350.62
117	247655.30	12616.88	260272.18	761695.32
118	250750.99	9521.19	260272.18	510944.33
119	253885.38	6386.80	260272.18	257058.96
120	257058.96	3213.24	260272.18	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>16,132,410.76</b>	<b>15,100,250.82</b>	<b>31,232,661.56</b>	
<b>TOTAL Capital + Intereses</b>			<b>31,232,661.56</b>	

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.6.6 VALOR POR CUOTA DE FINANCIAMIENTO

El valor de la cuota del banco es de L. 260,272.18 dividida entre los 474 Lotes, nos da un valor de L.545.09 mensuales, este es el primer valor a considerar en la cuota mensual por lote.

#### 4.6.7 VALOR POR CUOTA DE FONDOS PROPIOS

Tomando en cuenta el costo de oportunidad que se consideró, a la hora de invertir fondos propios y teniendo éste, como el que los interesados en invertir en el proyecto, se exigen como la mínima rentabilidad para su participación, además de los beneficios de poder urbanizar y vender totalmente, tomando como premisa que los malos olores son un factor negativo, tenemos que esto nos da como resultado una cuota nivelada mensual a diez años de L. 133,614.85. Este valor al ser distribuido en los 474 lotes nos da una cuota mensual por lote de L. 281.89.

#### 4.6.8 VALOR DE LA CUOTA POR IMPLEMENTACIÓN DE ALTERNATIVAS

Tomando en cuenta la suma de la cuota por financiamiento más la de fondos propios, como la cuota a considerar para cada uno de los lotes, durante el período de financiamiento, tenemos que esta sería de L. 826.98 a pagar mensualmente.

**Tabla 26: Estado de resultados**

	PERÍODOS				
	1	2	3	4	5
	2021	2022	2023	2024	2025
<b>Unidades (Lotes)</b>	474.00	474.00	474.00	474.00	474.00
<b>Precio Unitario (L.)</b>	9,923.76	9,923.76	9,923.76	9,923.76	9,923.76
<b>Ingreso</b>	4,703,862.24	4,703,862.24	4,703,862.24	4,703,862.24	4,703,862.24
<b>Flujo Operativo</b>	4,703,862.24	4,703,862.24	4,703,862.24	4,703,862.24	4,703,862.24
	PERÍODOS				
	6	7	8	9	10
	2026	2027	2028	2029	2030
<b>Unidades (Lotes)</b>	474.00	474.00	474.00	474.00	474.00
<b>Precio Unitario (L.)</b>	9,923.76	9,923.76	9,923.76	9,923.76	9,923.76
<b>Ingreso</b>	4,703,862.24	4,703,862.24	4,703,862.24	4,703,862.24	4,703,862.24
<b>Flujo Operativo</b>	4,703,862.24	4,703,862.24	4,703,862.24	4,703,862.24	4,703,862.24

Fuente: Elaboración propia

En este proyecto se considera la cuota fija, como el flujo operativo del proyecto y no se consideran otros factores que afectan al mismo, puesto que se trata de un valor constante en el tiempo en el que ya se consideró la afectación de la tasa de interés más el costo de oportunidad sobre la misma.

#### 4.6.9 TASA INTERNA DE RETORNO Y VALOR PRESENTE NETO

La tasa interna de retorno (TIR) es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. Es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto y el valor presente neto (VPN) es un procedimiento que permite calcular el **valor presente** de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión.

**Tabla 27: Valor Presente y Tasa Interna de Retorno**

		1	2	3	4	5
		6	7	8	9	10
<b>FLUJO</b>	-L 23,046,301.18	4,703,862.24	4,703,862.24	4,703,862.24	4,703,862.24	4,703,862.24
		4,703,862.24	4,703,862.24	4,703,862.24	4,703,862.24	4,703,862.24
<b>TASA DESCUENTO</b>	15%					
<b>TIR</b>	15.64%					
<b>VPN</b>	L561,295.05					

Fuente: Elaboración Propia.

## 4.7 OBJETIVOS

De acuerdo a los análisis de resultados obtenidos hemos logrado los objetivos de investigación los cuales se propusieron en el capítulo 1 y se mencionan a continuación:

- Proponer alternativas y acciones de mitigación y control de los malos olores generados en el canal Chotepe que permitan mejorar las condiciones del sector sureste de la ciudad.

Se ha determinado proponer la combinación de alternativas, como es instalar barreras vivas que consisten en una variedad de árboles especiales, ubicados en distancias específicas que funcionen como rompe vientos, aprobados para tal actividad, junto con la construcción de un embaulado, para conducir las aguas residuales de manera controlada.

De esa manera, mantener el agua en movimiento y controlados los malos olores, dentro del espacio confinado, para que los vientos no los conduzcan hacia los lugares poblados o en desarrollo del sector sureste, mejorando así sus condiciones, las alternativas pueden ser aplicadas a lo largo del canal con la supervisión de la municipalidad de San Pedro Sula.

1. Identificar las causas de los malos olores en el canal Chotepe,

Al realizar la investigación logramos obtener las causas más relevantes como ser la gran cantidad de contaminantes de diferente índole, desde la presencia de ciertos vertidos de cualquier procedencia, adicionalmente del sistema de alcantarillado de la ciudad de San Pedro Sula por la falta de plantas de tratamiento hasta encontrar en ocasiones cadáveres en descomposición que son abandonados en el sector.

2. Determinar el grado de contaminación del agua del cuerpo receptor en estudio

De acuerdo al análisis el cuerpo receptor canal Chotepe se encuentra con un grado de contaminación alto, todos los resultados se encuentran por encima de los parámetros que establece la norma técnica para la descarga de aguas residuales en un cuerpo receptor.

3. Establecer los efectos secundarios de los malos olores en los alrededores

Estos efectos son los olores a huevo podrido por zonas y horas, producto del alto grado de contaminación medidos con indicadores, como la DBO y el sulfuro de hidrógeno, por ejemplo, dependientes de los vientos, las estaciones del año.

En verano cuando los rayos del sol evaporan, las aguas superficiales dejan los sólidos con menos oxígeno del que ya encuentran, generando gases y sulfuros que contaminan el aire, además de la incomodidad de estar en casa y sintiendo esos olores tan incómodos, hasta provocar que las familias deseen vender sus casas y no puedan que nadie quiera invertir en un lugar así. La contaminación odorífica se debe controlar para que no se sigan produciendo estos efectos secundarios.

4. Determinar las alternativas que existen para mitigar el problema en las zonas habitadas y las potencialmente en desarrollo del sector sureste.

Para lograr la elección de las alternativas viables para este cuerpo receptor que se encuentra en el sector sureste de la ciudad la cual tiene un potencial de desarrollo habitacional, al encontrarse con la realización de un diseño urbanístico se tiene la posibilidad de agregar al mismo la actividad de mitigar y controlar esos malos olores que en un futuro deberán ser eliminados en su totalidad con la construcción de las plantas de tratamiento de aguas residuales como un compromiso que tiene la Municipalidad de SPS a su población.

#### 4.8 COMPROBACIÓN DE LAS HIPÓTESIS

Una vez realizado el estudio y análisis de resultados, se comprueba la hipótesis de investigación, ya que la aplicación de alternativas de mitigación y control de malos olores generados en el canal Chotepe representa un porcentaje de sobre costo menor a un 10% sobre la inversión de las urbanizaciones afectadas. Consecuentemente se rechaza la hipótesis nula.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Basados en los resultados obtenidos del estudio de las variables de investigación y todo el análisis realizado en los capítulos anteriores, se presentan las siguientes conclusiones que servirán de base para las recomendaciones en la aplicabilidad de las alternativas a ejecutar.

### 5.1 CONCLUSIONES

Dado que la aplicación de alternativas de mitigación y control de malos olores generados en el canal Chotepe representa un porcentaje de sobrecosto menor a un 10% sobre la inversión de las urbanizaciones afectadas. Se rechaza la Hipótesis nula.

1. Al realizar la investigación se determinaron las causas más relevantes, como ser la gran cantidad de contaminantes de diferente índole, desde la presencia de ciertos vertidos de cualquier procedencia, adicionalmente del sistema de alcantarillado de la ciudad de San Pedro Sula, por la falta de plantas de tratamiento, hasta encontrar en ocasiones cadáveres en descomposición que son abandonados en el sector.
2. De acuerdo al análisis el cuerpo receptor canal Chotepe se encuentra con un grado de contaminación alto, todos los resultados se encuentran por encima de los parámetros que establece la norma técnica para la descarga de aguas residuales en un cuerpo receptor. por tanto, se confirma que para el canal Chotepe de acuerdo a los valores estimados en esta investigación, no se cumple la norma técnica de descargas para un cuerpo receptor en Honduras.
3. Estos efectos son los olores a huevo podrido por zonas y horas, producto del alto grado de contaminación medidos con indicadores, como la DBO y el sulfuro de hidrógeno, por ejemplo, dependientes de los vientos, las estaciones del año, tal es que en verano cuando los rayos del sol evaporan, las aguas superficiales dejan los sólidos con menos oxígeno del que ya encuentran, generando gases y sulfuros que contaminan el aire, además de la incomodidad de estar en casa y sintiendo esos olores tan incómodos, hasta provocar que las familias deseen vender sus casas y no puedan que nadie quiera invertir en un lugar así. La contaminación odorífica se debe controlar para que no se sigan produciendo estos efectos secundarios.

4. La implementación de las alternativas de mitigación y control de olores representan un costo estimado de L. 38,410.50 por metro lineal de alternativa cuyo costo beneficio de la aplicación de las alternativas se verá reflejado en poder desarrollar y vender las viviendas al eliminar el estereotipo que genera el problema de los malos olores actualmente, esto a su vez representa un sobre costo adicional de un 4.60% por lote para una urbanización típica además indicando que la ejecución de proyecto deberá ser en tiempo de verano donde la cantidad de agua del cuerpo receptor puede ser controlada sin el aumento del agua lluvia proveniente como canal de alivio del río Chamelecón.

## 5.2 RECOMENDACIONES

Con la finalidad de avanzar más allá de nuestra investigación y basados en las conclusiones presentadas en el apartado anterior, se detallan las siguientes recomendaciones:

1. Se recomienda la aplicación de las alternativas seleccionadas ya que representan un sobre costo menor del 10% sobre el costo de la inversión de una urbanización.
2. Se recomienda en base a las causas encontradas, que contribuyen a los malos olores del canal Chotepe se deberá nombrar un representante de la Supervisión y de la Constructora para que sean enlaces con la Alcaldía y entes ambientales para darle seguimiento a la responsabilidad de construir las plantas de tratamiento.
3. Se recomienda que de acuerdo al alto grado de contaminación del canal Chotepe, los entes responsables y encargados de velar y hacer cumplir los requisitos para las descargas de aguas residuales cumplan estrictamente con las normas técnicas de aguas residuales para los cuerpos receptores para evitar niveles altos de contaminación que afectan la salud de la población del sector sureste directamente.
4. Se recomienda revertir los efectos secundarios con acciones de la población y de los entes encargados para bajar los niveles de los parámetros y así mejorar la calidad de vida de población olvidada por este tipo de contaminación y así desarrollar ese sector con más urbanizaciones y que los nuevos diseños vayan incluidos las mejoras a nivel ambiental logrando un desarrollo sostenible.
5. Se recomienda hacer un análisis previo a la implementación de las alternativas para la consideración de los sobre costos a incluir en los precios de venta de la urbanización, mismos que variarán de acuerdo al tipo y área de desarrollo y capacitar a la inmobiliaria

gestora de la venta de los lotes para explicar los beneficios, que se tendrán con la implementación del embaulamiento, preparando material impreso relacionado con el proyecto además que se ejecute el proyecto en verano para mantener los costos del proyecto y su tiempo de ejecución, y así no afectar los beneficios ya establecidos.

## **CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD**

En el presente capítulo, se detalla el plan de acción a seguir en donde se propone un proyecto, para implementar las recomendaciones previamente expuestas en base a las conclusiones brindadas de la presente investigación.

### **6.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA**

Construcción e implementación de barreras vivas y embauladas de concreto como alternativas de mitigación y control de los malos olores en el canal Chotepe.

### **6.2 INTRODUCCIÓN**

En el sector sureste de San Pedro Sula, se encuentra el cuerpo receptor que es el canal Chotepe donde se descargan las aguas residuales de toda la ciudad y por la falta de plantas de tratamiento, se generan malos olores a lo largo del canal afectando los alrededores y a la población residente.

Este problema exige respuestas con la ejecución de alternativas que contribuyan a mitigar y controlar esos malos olores que por años han permanecido en el sector y que afectan la realización de nuevas urbanizaciones.

El contratista ejecutará el proyecto al cual ha sido contratado en el tiempo y costo que está establecido cumpliendo todos los requerimientos y especificaciones dadas al momento de firmar el contrato de ejecución al igual que la Supervisión.

### **6.3 PROPUESTA DEL PROYECTO**

En esta sección se presenta la propuesta de proyecto enfocada al uso de la metodología del Project Management Institute (PMI), describiendo el proceso de la dirección del proyecto, realizando los planes de gestión respectivos aplicando las diez áreas de conocimiento.

Cada una de estas áreas se debe de adaptar al desarrollo y tipo de proyecto a ejecutar, tomando en cuenta primordialmente a los interesados como eje principal para lograr la correcta ejecución.

## Carta del proyecto

### A. Información general

<b>Título del Proyecto:</b>	Construcción e implementación de barreras vivas y embauladas de concreto como alternativas de mitigación y control de los malos olores en el canal Chotepe.	<b>Título del Proyecto de Trabajo:</b>	Proyecto Mitigación Chotepe
-----------------------------	---	--	-----------------------------

<b>Secretario Proponente:</b>	Ing. Marlon Mauricio Murillo Díaz	<b>Agencia Proponente:</b>	Gestión de Integración de Proyectos
-------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	-------------------------------------

**Preparado por:** Ing. Silvia Yamileth Osorto Santos

### Puntos de contacto

<i>Posición</i>	<i>Título / Nombre / Organización</i>	<i>Teléfono</i>	<i>Email</i>
<i>Patrocinador de proyecto</i>	Agencia Inmobiliaria	N/A	N/A
<i>Director del programa</i>	Marlon Mauricio Murillo Díaz	9454-0213	<a href="mailto:marlonmmurillo89@gmail.com">marlonmmurillo89@gmail.com</a>
<i>Gerente de proyecto</i>	Silvia Yamileth Osorto Santos	9786-8740	<a href="mailto:silvia_osorto@hotmail.com">silvia_osorto@hotmail.com</a>
<i>El secretario del gabinete Proponente</i>	N/A	N/A	N/A
<i>Proponente del jefe de la agencia</i>	N/A	N/A	N/A
<i>Al cliente (usuario) Representante (s)</i>	Supervisión del Cliente	+504 9000-000	<a href="mailto:supervisioninmobiliaria@gmail.com">supervisioninmobiliaria@gmail.com</a>
<i>Otro</i>	N/A	N/A	N/A

## B. Resumen ejecutivo

El proyecto consiste en la Construcción e implementación de dos alternativas compuestas por una barrera viva y un embaulado de tubería de concreto reforzada prefabricada, estas alternativas son complementarias entre sí y su función es mitigar y controlar los malos olores del sector sureste, la cual se construirá paralelamente al área colindante con la urbanización en el canal Chotepe.

## C. Propósito del proyecto

### 1. Problema de negocios

Las descargas de las aguas residuales sin tratar de la ciudad de San Pedro Sula y diferentes vertidos adicionales en los cuerpos receptores a cielo abierto, provocan una contaminación medioambiental, de entre las cuales una muy característica y palpable, son los malos olores que se generan en las aguas del canal Chotepe, siendo este problema una limitación para el desarrollo de proyectos principalmente habitacionales en dicho sector.

### 2. Los objetivos del proyecto de infraestructura

<i>Commonwealth o el Plan Estratégico Agencia - Iniciativa o asunto crítico</i>	<i>Los objetivos del proyecto de infraestructura</i>
Construir las barreras vivas y el embaulado de concreto reforzado.	Finalizar la construcción de las barreras vivas y el embaulado de concreto desarrollando el proceso de ejecución de acuerdo a lo planificado.
N/A	Socializar con los interesados que se encuentran cerca para evitar atrasos en la ejecución.
N/A	Cumplir con las especificaciones técnicas y de contrato.
N/A	Satisfacer al cliente, mitigando los malos olores y así mejorando las condiciones del sector, alcanzando los beneficios esperados.

## D. Supuestos

Los supuestos son declaraciones tomadas por sentado o aceptado como verdadero sin pruebas. Se hacen suposiciones en ausencia de hecho. Enumerar y describir las suposiciones hechas en la decisión de alquilar este proyecto.

1. El proveedor realizará las entregas de equipos y materiales en tiempo y forma.
2. Aceptación de los certificados de calidad de los materiales para el inicio de la instalación.
3. Verificación final del diseño estructural de la instalación de la tubería de concreto.
4. Traslados de los materiales correrá por cuenta de los proveedores.
5. El equipo de jardinería de las plantas garantizará la instalación y el mantenimiento.
6. La socialización con los vecinos será aceptada.
7. La municipalidad aceptará trabajos en el canal Chotepe.
8. La pandemia del Covid 19 será controlada.
9. El cliente cumplirá con sus obligaciones contractuales hacia el proyecto.

Descripción del proyecto, el alcance y Gestión Hitos

### *1. Descripción del Proyecto*

#### **Enfoque del Proyecto:**

El proyecto consta de la compra, instalación y puesta en funcionamiento del embaulado de concreto, las plantas para la barrera viva y el movimiento de terracería, así como la verificación de tomar todas las medidas de bioseguridad del personal durante la ejecución.

Cliente: Agencia Inmobiliaria.

### *2. Alcance*

El alcance del proyecto define todos los productos y servicios proporcionados por un proyecto, e identifica los límites del proyecto. En otras palabras, el alcance del proyecto establece los límites de un proyecto. El alcance del proyecto aborda el quién, qué, dónde, cuándo y por qué de un proyecto.

Alcance del proyecto: La constructora realizará el diseño y construcción de embaulado de concreto y barreras vivas en tramo del canal Chotepe para el control y mitigación de malos olores, a ejecutar en el primer semestre del 2021.

### **3. Resumen de los principales hitos de gestión y entregables**

<i>Evento</i>	<i>Fecha estimada</i>	<i>duración estimada</i>
<i>Fin de estudio y planificación.</i>	01/02/2021	25 días.
<i>Fin de aprobación de plan de Proyecto.</i>	02/04/2021	60 días.
<i>Fin de ejecución de Proyecto.</i>	11/06/2021	54 días.
<i>Monitores y evaluación de proyecto</i>	14/06/2021	54 días.
<i>Cierre del Proyecto</i>	18/06/2021	1 día.

#### **E. Autoridad del proyecto**

Describir la autoridad de la persona u organización al iniciar el proyecto, las limitaciones de gestión, supervisión de la gestión del proyecto, y la autoridad concedida al Gestor del Proyecto.

#### **1. Autorización**

Nombre de la autoridad de aprobación de proyectos que está asignando recursos de la organización para el proyecto. Identificar el origen de esta autoridad. La fuente de la autoridad de homologación a menudo reside en el código o la política y se relaciona con la autoridad de la posición o el título de la persona.

Supervisión del Propietario

Ing. Marlon Mauricio Murillo Díaz: director del programa

Ing. Silvia Yamileth Osorto Santos: director de proyecto

## 2. Gerente de proyecto

Nombrar el director del proyecto y definir su papel y responsabilidad sobre el proyecto. Dependiendo de la complejidad del proyecto, incluye cómo el director de proyecto controlará las organizaciones matriciales y empleados.

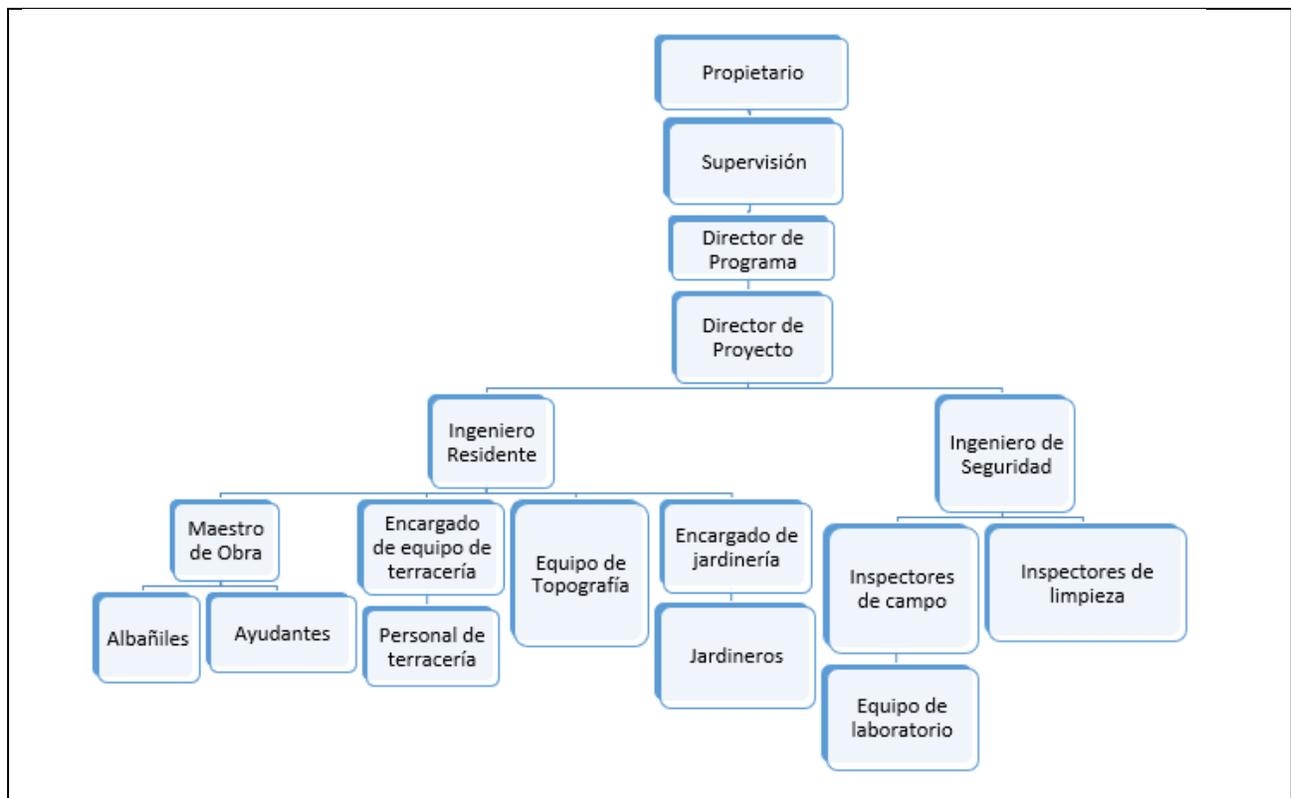
Director de Proyecto: Ing. Silvia Yamileth Osorto Santos

## 3. Vigilancia

Describir los controles de la Commonwealth o la agencia de supervisión sobre el proyecto.

Vigilancia: Supervisión del Proyecto.

## F. Organización del proyecto



## 1) Descripción de la Organización

Organización del Proyecto es de tipo vertical, en la cual las líneas de autoridad descendente del director del Proyecto a encargados de albañilería, terracería, topografía y jardinería al igual que los supervisores de área respectivamente.

## 2) Funciones y responsabilidades

Describe, en un mínimo, las funciones y responsabilidades de todos los grupos de interés identificados en el diagrama de la organización anteriormente. Algunas partes interesadas pueden existir los cuales no son parte del equipo de proyecto formal, pero tienen funciones y responsabilidades relacionadas con el proyecto. Incluir estas funciones y responsabilidades de las partes interesadas también.

**Supervisor del Proyecto:** Es un enlace entre el director de proyecto con la urbanizadora se encargará de supervisar y aprobar todas las operaciones que tienen que ver con la planificación, ejecución, control de modificaciones y cierre del Proyecto.

**Director del Programa:** Se encargará de dirigir y coordinar todas las operaciones que tienen que ver con la planificación, ejecución, control de modificaciones y cierre del Proyecto.

**Director del Proyecto:** Se encargará de dirigir y coordinar todas las operaciones que tienen que ver con la planificación, ejecución, control de modificaciones y cierre del Proyecto.

**Ingeniero Residente:** Se encargará de toda la planificación y ejecución de la construcción e implementación del embaulado de concreto y las barreras vivas respectivamente.

**Ingeniero de seguridad:** Se encargará de la supervisión del personal a cargo de que se implementen todas las medidas de bioseguridad durante el proceso de desarrollo del proyecto.

**Técnico de laboratorio:** Se encargará de realizar las pruebas de terracería y sello de la tubería de concreto.

**Encargado de la topografía:** Se encargará de la supervisión del personal a cargo de realizar el montaje mecánico y construcción de estructuras, así como la supervisión del trabajo realizado.

**Maestro de obra:** Se encargará de realizar el montaje mecánico del Proyecto.

**Albañil:** Se encargará de realizar las estructuras metálicas para el montaje del Proyecto.

**Ayudante:** Se encargará de apoyar todas las operaciones del montaje del Proyecto

**Jardinero:** Se encargará de realizar las negociaciones y acuerdos de compras y adquisición de servicios para el montaje del Proyecto.

**Jefe de compras:** Se encargará de realizar las compras de materiales nacionales necesarios para el Proyecto.

**Administrador:** Se encargará de realizar el presupuesto en conjunto con el director del Proyecto, así como el seguimiento del mismo.

**Bodeguero:** Se encargará de recibir materiales, verificar cantidades y subir a inventarios, así mismo será el encargado de proveer dichos materiales mediante salidas por requisiciones.

**Jefe de logística:** Se encargará de realizar las programaciones de equipos terrestres para llevar los materiales necesarios al área de montaje del Proyecto.

**Operador de Equipos de terracería:** Se encargará de realizar el movimiento de tierra y equipos de excavación y compactación en el área de trabajo.

## G. Recursos

<i>recursos</i>	<i>Asignación y Fuente</i>
<i>Fondos</i>	<b>L23,276,491.39</b> (Fondos presupuestados por la urbanización)
<i>Equipo del proyecto (personal completo y tiempo parcial)</i>	Personal administrativo: Tiempo parcial. Personal Técnico: Tiempo Completo.
<i>Atención al cliente</i>	Departamento de Mercadeo
<i>Instalaciones</i>	Instalaciones provisionales en área colindante de la urbanización en desarrollo y el canal Chotepe.
<i>Equipo</i>	Grúa de 40 toneladas, excavadora, retroexcavadora, volquetas y bailarinas.
<i>Herramientas de software</i>	Programas de Microsoft y AutoCAD
<i>Otro</i>	N/A

## H. Firmas

<b><i>Título del Puesto</i></b>	<b><i>Firma / Nombre Impreso / Título</i></b>	<b><i>Fecha</i></b>
<i>El secretario del gabinete Proponente</i>	N/A	N/A
<i>Proponente del jefe de la agencia</i>	N/A	N/A
<i>Patrocinador del proyecto (requerido)</i>	AGENCIA URBANIZADORA	02/04/2021
<i>Director del programa</i>	Marlon Mauricio Murillo Díaz	02/04/2021
<i>Gerente de Proyecto (requerido)</i>	Silvia Yamileth Osorto Santos	02/04/2021
<i>Otros grupos de interés, según sea necesario</i>	N/A	N/A
<i>Grupos beneficiarios, según sea necesario</i>	N/A	N/A

### 6.3.1 GESTIÓN DE LA INTEGRACIÓN

Para la gestión de la integración se incluyen los procesos y actividades para identificar, definir combinar, unificar y coordinar la dirección del proyecto, en donde se podrá tomar decisiones desde el inicio hasta el cierre del mismo.

Se inicia con la carta del proyecto, así como el acta de constitución, con la socialización de las personas involucradas como los vecinos y la municipalidad, presentando el diseño y los beneficios que traerá la ejecución del mismo.

#### 6.3.1.1 ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO

A continuación, se detalla el Acta de Constitución del Proyecto, como parte del Grupo de Procesos de Inicio, con el cual se busca formalizar y autorizar el proyecto, a su vez que concede al director del proyecto la autoridad para asignar los recursos de la urbanización para las actividades planificadas.

Este es el punto de partida para iniciar el proyecto.

**Tabla 28: Acta de Constitución**

Nombre del Proyecto		Siglas del Proyecto
Construcción e implementación de Barreras Vivas y Embaulado de Concreto como Alternativas de Mitigación y Control de los Malos Olores en el Canal Chotepe.		IBVECAMCMOCC.
Descripción del Producto del Proyecto		
El proyecto consiste en la implementación de dos alternativas complementarias para mitigar y controlar los malos olores del sector sureste. Se construirá una cortina de árboles como barrera viva, con una variedad de plantas grandes y pequeñas nativas que servirán para desviar los vientos, servirá de hábitat de vida silvestre y mejorará el aire. Paralelamente la construcción de un embaulado con tubos de concreto lo suficiente mente capaces de confinar y conducir las aguas residuales para reducir los malos olores de las zonas habitadas. Este trabajo tendrá un costo beneficio favorable para los interesados.		
Definición de Requerimientos del Proyecto		
Interesados	Necesidades, Deseos, Expectativas	Requerimientos del Proyecto
Patrocinador: Propietario de la urbanización	<ol style="list-style-type: none"> <li>Diseño y presupuesto de las alternativas a implementar mitigar y controlar los malos olores que se generan en el canal Chotepe.</li> <li>Vender lotes y viviendas de la urbanización y del sector.</li> <li>Mejorar el medio ambiente por la contaminación odorífica.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Socialización con los interesados.</li> <li>Diseño y presupuesto.</li> <li>Permisos de construcción.</li> </ol>
Cliente: Constructora	<ol style="list-style-type: none"> <li>Mejor calidad de vida.</li> <li>Vivienda para toda la vida.</li> <li>Mejoramiento del medio ambiente.</li> <li>Control de las aguas residuales de la ciudad.</li> </ol>	Ejecución del proyecto. Trabajos preliminares en los alrededores
Finalidad del Proyecto		
Finalizar la construcción de las barreras vivas y el embaulado de concreto para la mitigación y control de los malos olores generados en el canal Chotepe que permitan mejorar las condiciones del sector sureste de la ciudad.		
Objetivos Específicos		
<ol style="list-style-type: none"> <li>Socializar con los interesados municipales y ambientales.</li> <li>Cumplir con los Tiempos establecidos.</li> <li>Controlar los costos negociados.</li> <li>Instalar la barrera viva y el embaulados con las especificaciones técnicas.</li> <li>Satisfacer al cliente con la reducción de los malos olores.</li> </ol>		
Designación del Gerente de Proyecto		
Nombre:	Ing. Silvia Osorto	Responsabilidad
Reporta a:	Ing. Marlon Murillo	El Director de Proyecto tiene la responsabilidad de desarrollar, evaluar y seleccionar una estrategia pertinente para el proyecto, teniendo en cuenta la triple restricción, los cambios deben ser sometidos a revisión por de control de cambios,
Supervisa a:	Jefe de Calidad/Supervisores	
Cronograma de Hitos del Proyecto		
Hito o Evento Significativo		Fecha Programada Inicio
1. Concretar la socialización con los alrededores.		20 de enero 2021
2. Aprobación del diseño y presupuesto.		4 de enero de 2021

**Continuación Tabla 28: Acta de Constitución**

3. Permiso de construcción	2 de febrero de 2021
4. Preliminares	2 de febrero de 2021
5. Terracería	13 de abril del 2021
6. Obras civiles del embaulado	30 de abril del 2021
7. Obras complementarias/ Barrera viva	13 de abril de 2021
8. Pruebas de funcionamiento	4 de febrero de 2021
9. Finalización	18 de junio de 2021
<b>Organización o Grupos Organizacionales que Intervienen en el Proyecto</b>	
Organización o Grupo Organizacional	Rol que Desempeña
Propietario de la Urbanización y Municipalidad de SPS	Encargado de ventas de los terrenos en desarrollo y existentes.
<b>Organización o Grupos Organizacionales que Intervienen en el Proyecto</b>	
Organización o Grupo Organizacional	Rol que Desempeña
Comunidades vecinas	Beneficiarios directos
Municipalidad de San Pedro Sula	Participantes
Patrocinador o propietario de terreno a urbanizar	Beneficiario directo
Entidades del medio ambiente	Participantes
Futuros residentes	Beneficiarios
Concesionaria Aguas de San Pedro	Participantes
Proveedores de la estructura	Participantes
Supervisores de la estructura	Participantes
<b>Supuestos del Proyecto</b>	
Internos a la Organización	Ambientales o Externos a la Organización
Municipalidad de San Pedro Sula Propietario de la Urbanización Futuros residentes	Comunidades vecinas Entidades de Medio Ambiente Concesionaria Aguas de San Pedro Proveedores de la estructura Supervisores de la obra
<b>Restricciones del Proyecto</b>	
Que el proyecto no se pueda socializar con los vecinos y con la Municipalidad de SPS	
Que no se permita trabajar en terrenos municipales y no den el permiso de construcción.	
Que la Concesionaria Aguas de San Pedro no permita que se realice el embaulado.	
<b>Principales Riesgos del Proyecto</b>	
Lluvias Fuertes	
Comunidades no socializadas	
Mala gestión con entidades Gubernamentales	
Finalización tardía del Proyecto	
<b>Presupuesto Preliminar del Proyecto</b>	
Concepto	Monto (HNL)
1. Diseño y presupuesto.	Pagos administrativos 158,147.96
2. Permiso de construcción	Pagos administrativos 1 % 230,046.30
3. Preliminares y terracería	Materiales y mano de obra 2,378,279.74
4. Obras civiles del embaulado	Materiales y mano de obra 19,430,557.08
5. Obras complementarias/ Barrera viva	Materiales y mano de obra 249,000.00
6. Pruebas de funcionamiento y fin	Pagos administrativos 600,000.00
Total, Line Base	
23,046,301.08	
7. Reserva de Gestión	1% 230,046.30
<b>Total, Presupuesto</b>	
<b>23,276,491.39</b>	

### Continuación Tabla 28: Acta de Constitución

Firmas	
Patrocinador: Propietario de la Urbanización	Inmobiliaria Constructora

Fuente: Elaboración Propia.

#### 6.3.1.2 PLAN PARA LA DIRECCIÓN DEL PROYECTO

El objetivo principal de este plan es dirigir la ejecución, el monitoreo y control y cierre del proyecto. Entre las herramientas y técnicas utilizadas en esta ocasión para la elaboración del plan para la dirección del proyecto utilizamos principalmente el juicio de expertos.

**Tabla 29: Integración del proyecto.**

Plan para la Dirección de Proyecto	Procesos aplicables
Plan de Gestión del Alcance	1.1 Planificar la Gestión del Alcance
	1.2 Recopilar Requisitos
	1.3 Definir el alcance
	1.4 Crear la EDT
Plan de Gestión del Cronograma	2.1 Planificar la Gestión del Cronograma
	2.2 Definir las actividades
	2.3 Secuenciar las Actividades
	2.4 Estimar los Recursos de las Actividades
	2.5 Estimar la duración de las actividades
	2.6 Desarrollar el cronograma
Plan de Gestión de los Costos	3.1 Planificar la gestión de los costos
	3.2 Estimar los costos
	3.3 Determinar el presupuesto
Plan de Gestión de la Calidad	4.1 Planificar la gestión de la calidad
Plan de Gestión de los Recursos Humanos	5.1 Planificar la gestión de los RRHH
	5.2 Adquirir el equipo del proyecto
	5.3 Desarrollar el equipo del proyecto
Plan de Gestión de las Comunicaciones	6.1 Planificar la gestión de las comunicaciones
Plan de Gestión de los Interesados	7.1 Identificar a los interesados
	7.2 Planificar la gestión de los interesados
	7.3 Gestionar la participación de los interesados

## Continuación. Tabla 29 Plan de integración del proyecto

Plan de Gestión de los Riesgos	8.1 Planificar los riesgos
	8.2 Identificar los riesgos
	8.3 Realizar análisis Cualitativo
	8.4 Realizar análisis cuantitativo de los riesgos
	8.5 Planificar la respuesta a los riesgos
Plan de Gestión de las Adquisiciones	9.1 Planificar la Gestión de las adquisiciones

Fuente: Elaboración Propia.

### 6.3.1.3 DIRIGIR Y GESTIONAR EL TRABAJO DEL PROYECTO

Es el proceso de liderar y llevar a cabo el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto e implementar los cambios aprobados utilizando el conocimiento existente o nuevo, para alcanzar los objetivos del proyecto.

Para la ejecución del proyecto se realizan actividades de revisión del diseño y actualización del presupuesto de acuerdo a los cambios que se hayan generado después de la pandemia del covid 19, dado que se iniciará el 4 de enero del 2021, donde se tomarán decisiones y sugerencias al propietario de la urbanización, por si es necesario realizar cambios o modificaciones de los costos.

### 6.3.1.4 MONITOREAR Y CONTROLAR EL TRABAJO DEL PROYECTO

Es el proceso de hacer seguimiento, revisar e informar el avance general a fin de cumplir con los objetivos de desempeño definidos en el plan de la dirección del proyecto.

En la ejecución del proyecto se revisarán los niveles de terracería con la topografía acerca de los rellenos y cortes donde se implementará la barrera viva con la variedad de plantas. Al mismo tiempo con las excavaciones para la instalación de la tubería de concreto. Tomando todas las medidas de bioseguridad y precauciones para los trabajadores. Las estimaciones se harán cada 15 días y las evaluaciones de desempeño se realizarán semanalmente.

### 6.3.1.5 CONTROL INTEGRADO DE CAMBIOS

Es el proceso de revisar todas las solicitudes de cambio, aprobar y gestionar los cambios a entregables, activos de los procesos de la organización, así como la documentación y autorización para realizar cambios en el proyecto de modo integrado comunicando las decisiones y así minimizar los riesgos en el proyecto.

A continuación, se detalla el plan de solicitud de cambios en el que se detalla los requisitos para poder realizar un cambio en el proyecto.

**Tabla 30 : Solicitud de cambios del proyecto**

NOMBRE DEL PROYECTO		SIGLAS DEL PROYECTO	
Construcción e implementación de barreras vivas y embaulado de concreto como alternativas de mitigación y control de los malos olores en el canal Chotepe.		IBVECAMCMOCC.	
<b>ROLES DE LA GESTIÓN DE CAMBIOS: ROLES QUE SE NECESITAN PARA REALIZAR LA GESTIÓN DE CAMBIOS.</b>			
NOMBRE DEL ROL	PERSONA ASIGNADA	RESPONSABILIDADES	NIVELES DE AUTORIDAD
Propietario de la Urbanización	Supervisor del Propietario	Aceptar o rechazar los cambios solicitados e informar a los patrocinadores sobre puntos de criticidad en el proyecto.	ALTO
Supervisor del Propietario	Ing. Supervisor de campo	Generar solicitud de cambio y aprobar cambios. Notificar al Propietario de la urbanización. Responsable de todas las acciones de la estrategia y metodología de implementación del proyecto.	ALTO
Director de Programa	Ing. Marlon Mauricio Murillo Díaz	Generar solicitud de cambio y enviar la misma a Supervisión. Supervisar el equipo del proyecto en el desarrollo de las diferentes actividades planteadas en el proyecto.	ALTO
Director de Proyecto	Ing. Silvia Yamileth Osorto Santos	Generar solicitud de cambio y enviar la misma a Supervisión. Supervisar el equipo del proyecto en el desarrollo de las diferentes actividades planteadas en el proyecto.	ALTO
<b>TIPOS DE CAMBIOS: DESCRIBIR LOS TIPOS DE CAMBIOS Y LAS FORMAS DE TRATAMIENTO PARA CADA UNO.</b>			
TRES CAMBIOS			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Programación de actividades: cambios que involucren reprogramar actividades planificadas en el proyecto.</li> <li>2. Costos: cambios que involucren modificaciones en el presupuesto original.</li> <li>3. De cronograma: cambios ocurridos en el POA del proyecto, debido a situaciones externas sociales, medioambientales, salud y políticas.</li> <li>4. Alcance: solicitudes de parte del propietario de modificar el alcance.</li> </ol>			
<b>PROCESO GENERAL DE GESTIÓN DE CAMBIOS: DESCRIBIR EN DETALLE LOS PROCESOS DE LA GESTIÓN DE CAMBIOS, ESPECIFICANDO QUÉ, QUIÉN, CÓMO, CUÁNDO Y DÓNDE.</b>			
Solicitantes: Ingeniero Residente y equipo técnico.		Tramitará la solicitud de cambio en el formato indicado, también debe justificar las causas para solicitar dicho cambio y especificar las posibles consecuencias.	
Revisión nivel 1: director de programas y director del proyecto		El revisor 1, recibe la solicitud de cambio, evalúa de acuerdo a los requerimientos del proyecto. Consulta y notifica a la Supervisión. Archiva el cambio.	
Revisor nivel 2: Supervisión		Revisor 2, Generar la solicitud de cambio, evaluar el impacto de los cambios en el ciclo de vida del proyecto, evaluar el impacto de los cambios. Notifica al Propietario. Documenta e informa el cambio.	
<b>PLAN DE CONTINGENCIA ANTE SOLICITUDES DE CAMBIO URGENTES: DESCRIBIR EL PLAN DE CONTINGENCIA PARA ATENDER SOLICITUDES DE CAMBIO SUMAMENTE URGENTES QUE NO PUEDEN ESPERAR A QUE SE REÚNA EL COMITÉ DE CONTROL DE CAMBIOS.</b>			
Las solicitudes de cambios urgentes deben ser escaladas directamente con el revisor nivel 2, para que se realice directamente el cambio.			

### Continuación Tabla 30: Solicitud de cambios del proyecto

HERRAMIENTAS DE GESTIÓN DE CAMBIOS: DESCRIBIR CON QUÉ HERRAMIENTAS SE CUENTA PARA OPERAR LA GESTIÓN DE CAMBIOS.	
SOFTWARE	Software para manejo de información.
PROCEDIMIENTOS	Escalamiento de cambios según el nivel de criticidad.
FORMATOS	Formatos designados para la solicitud de cambios.
OTROS	N/A

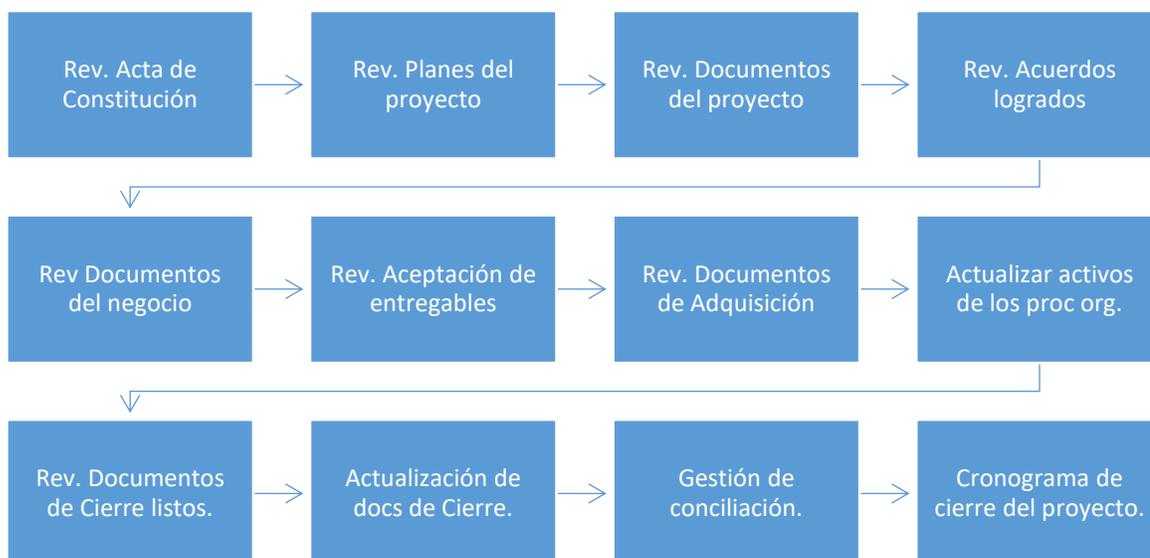
Fuente: Elaboración Propia.

#### 6.3.1.6 CIERRE DEL PROYECTO

Es el proceso de finalizar todas las actividades para el proyecto, fase o contrato. Se redacta un informe final después de realizadas las pruebas de funcionamiento y la firma de las actas de recepción sustancial y final del proyecto y con la entrega de las garantías de cumplimiento y de calidad.

Al finalizar la ejecución de las actividades en campo se realizan acciones administrativas para lograr ordenar la documentación requerida para el cierre del proyecto dentro de la oficina de campo para ser conciliada con la supervisión de campo y poder presentarla a la organización ejecutora.

Organigrama del Sistema de gestión para el cierre del proyecto.



Luego se presentan los documentos de cierre y tenerlos preparados y analizados para presentarlos al director del programa de la organización ejecutora.

Organigrama del Sistema de análisis del estado del proyecto al final.



Ya lista la documentación se prepara para el propietario y hacer la entrega final y cierre del proyecto.

Organigrama del Sistema de gerencia de cierre del proyecto.



### 6.3.2 GESTIÓN DEL ALCANCE

El plan de gestión del alcance es la pieza fundamental para el éxito de un proyecto, este documento tiene el propósito de identificar y priorizar todos los requisitos del proyecto de forma sistemática, asegurando una planificación estratégica que involucra la gestión de los roles y responsabilidades de los interesados.

La estrategia de gestión del alcance tiene el propósito de garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido para completarlo en tiempo y forma según la planificación. El alcance del proyecto se define en el acta de constitución, estructura de desglose de trabajo y diccionario de EDT del proyecto.

#### 6.3.2.1 ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO

Con el objetivo de organizar y tener una visión más clara del alcance total aprobado del proyecto, según lo declarado en la documentación antes planteada se define la Estructura de desglose de trabajo, herramienta base para la planificación del proyecto



**Figura 53: EDT del proyecto.**

Fuente: Elaboración Propia

### 6.3.2.2 VALIDAR Y CONTROLAR EL ALCANCE

Es el proceso de formalizar la aceptación y monitorear los entregables que se haya logrado el alcance cumpliendo todas las metas establecidas basándonos en el estado del proyecto, llevando un control diario con reuniones semanales e informes quincenales y una comunicación bien establecida. Además, se presenta un listado de acciones para completar los controles durante la realización del proyecto como ser: sistemas de procesos de control, sistema de información de control, sistema de capital humano de control y sistema de medición en el control

### 6.3.3 GESTIÓN DE LOS INTERESADOS

El plan de gestión define la estrategia de gestión de las partes interesadas del proyecto. En dicho plan, se busca identificar y definir los roles de cada parte interesada del proyecto, determinando el nivel de poder, el interés y la influencia, que estos ejercen sobre los resultados y logros del proyecto.

#### 6.3.3.1 IDENTIFICAR LOS INTERESADOS

Es el primer proceso que deberá realizar el director de proyectos una vez que sea nombrado es identificar a todos los interesados que serán piezas claves para la ejecución y desarrollo.

#### 6.3.3.2 MATRIZ DE LA IDENTIFICACIÓN DE LOS INTERESADOS

A continuación, se detallan las partes involucradas durante todo el ciclo de vida del proyecto. También, se clasifica el nivel de interés e influencia en el proyecto.

Comunidades vecinas: Estas comunidades pueden tener un interés bajo, debido a que no son proyectos que les impacte directamente algún interés, no obstante, se considera que tienen un poder alto, puesto que una mala socialización puede desembocar en el malestar de las comunidades al no ser tomadas en cuenta y es fácil para ellos hacer una toma o una huelga en contra del proyecto, sino tienen claros cuales son los fines del mismo, provocando así un problema para la ejecución.

Municipalidad de SPS: Al desarrollarse el proyecto en un área municipal, es claro que tanto el interés como el poder de la Municipalidad es alto.

De aquí que uno de nuestros principales enfoques sea cerrar cualquier brecha con este ente, obteniendo permisos de construcción, así como el apoyo en la socialización del proyecto y en todo caso, cualquier apoyo para la ejecución.

Propietario de la Urbanización: es en este caso el cliente y patrocinador del proyecto, el mayor interesado de todos. Su poder e interés es alto, y que el proyecto vaya a ejecutarse, tomando como premisa que cualquier otro obstáculo se superara, pasa por la decisión de este interesado.

Entidades de Medio Ambiente: Este ente, al igual que la municipalidad, son los dos interesados externos de mayor peso para el proyecto, cualquier restricción de uno de ellos desembocaría en la no ejecución del mismo.

El proyecto nace de la necesidad de resolver un problema ambiental, y aunque su ejecución es solo una medida paliativa para el problema, es de gran interés al medio ambiente, por eso se considera a estas entidades con un interés y poder alto.

Aguas de San Pedro: Este ente, es el responsable del correcto manejo de las aguas residuales de la ciudad, contractualmente están obligados a darle un tratamiento a estas aguas antes de verterlas a cualquier cuerpo receptor.

Se considera que su interés es alto, ya que el desarrollo del proyecto deja en evidencia que existe un problema cuya responsabilidad, como ya mencionamos, yace sobre la gestión de este ente.

No obstante, que tienen un poder bajo, puesto que más allá de poder frenar el desarrollo del proyecto, una vez obtenidos los permisos de la municipalidad y entes ambientales, Aguas de San Pedro queda relegada a solo opinar y/o sugerir.

Futuros residentes: En este caso, los futuros residentes deben de ser atraídos a través de la mercadología del proyecto, vendiendo la idea de los beneficios de este respecto a los malos olores. Puesto que actualmente existen estereotipos sobre la zona, al ser asociada siempre con la idea de los malos olores.

Entonces la ejecución del proyecto debe de venderse como la mejora a este problema, como un beneficio ambiental para la mejor comodidad de sus residentes.

Proveedores de Estructura: El principal insumo para la ejecución del proyecto, es la tubería reforzada. Este es un material que debe de asegurarse su stock o alta capacidad de abastecimiento que deba de tener el proveedor, su embalaje, transporte, descarga, deben de ser asegurados con suficiente anticipación.

Un fallo en el abastecimiento de cualquier suministro, principalmente este que se menciona, desencadenaría un atraso considerable en el proyecto. Por esta razón se asigna un poder alto a los proveedores, ya que una vez seleccionado, su abastecimiento es crucial.

A continuación, se hace el resumen de los interesados para una mejor apreciación:

**Tabla 31: Identificación de los interesados del proyecto**

Tipo de Interesado	Interesado	Poder	Interés
Externo	Comunidades Vecinas (Colonias con maras)	Alto	Bajo
Interno	Municipalidad de SPS	Alto	Alto
Interno	Propietario de la urbanización	Alto	Alto
Externo	Entidades de Medio Ambiente	Alto	Alto
Externo	Aguas de San Pedro	Bajo	Alto
Interno	Futuros residentes	Bajo	Bajo
Externo	Proveedores de estructura	Alto	Bajo

Fuente: Elaboración propia

### 6.3.3.3 MAPA DE PODER/INTERES DE LOS INTERESADOS



**Figura 54: Matriz Poder/Interés**

Fuente: Elaboración propia.

Las comunidades vecinas tienen un alto poder de decisión ya que si no desean que se realicen trabajos no permiten ejecutarse, a parte del problema de maras en su lucha por el territorio. Además, los proveedores de la estructura también tienen un alto poder por el manejo de las estructuras debido a que son prefabricadas y deben tener en existencia en sus bodegas para que nos puedan abastecer al proyecto.

#### 6.3.3.4 REGISTRO DE LOS INTERESADOS

Para lograr la ejecución y alcance de los objetivos del proyecto, se debe planificar la participación de todos los interesados, comparando los niveles de cooperación e interrelación entre ellos. La participación de los interesados es fundamental para el éxito del proyecto.

El nivel de participación de los interesados se puede clasificar de la siguiente manera:

1. Desconocedor. Desconocedor del proyecto y de sus impactos potenciales.
2. Reticente. Conocedor del proyecto y de sus impactos potenciales, y reticente al cambio.
3. Neutral. Conocedor del proyecto, aunque ni lo apoya ni es reticente.
4. Partidario. Conocedor del proyecto y de sus impactos potenciales, y apoya el cambio.
5. Líder. Conocedor del proyecto y de sus impactos potenciales, y activamente involucrado en asegurar el éxito del mismo.

**Tabla 32: Registro de los interesados**

Identificación			Evaluación				Clasificación	
Nombre	Interesado	Rol en el Proyecto	Requerimiento	Expectativas	Influencia	Fase de Mayor Interés	Tipo	Participación
Interesado 1	Comunidades Vecinas.	Observador	-	Cambios positivos en el proceso	Alto	Inicio del Proyecto	Externo	Neutral
Interesado 2	Municipalidad de SPS	Regulador/Observador	Cumplir los procedimientos legales	Cambios positivos en el proceso	Alto	Todo el Proyecto	Interno	Partidario
Interesado 3	Patrocinador	Cliente Directo	Cumplir con el Plan del Proyecto	Obtener los Resultados esperados	Alto	Todo el Proyecto	Interno	Lider
Interesado 4	Entidades de Medio Ambiente	Observador	Cumplir los requerimientos ambientales	Cambios positivos en el proceso	Alto	Todo el Proyecto	Externo	Partidario
Interesado 5	Aguas de San Pedro	Observador	-	No afectación a intereses	Bajo	Inicio del Proyecto	Externo	Reticente
Interesado 6	Futuros residentes	Observador	-	Cliente Satisfecho	Bajo	Final del proyecto	Interno	Desconocedor
Interesado 7	Proveedores de estructura	Ejecutor	Cumplir con el Plan del Proyecto	Entregas Oportunas.	Alto		Externo	Partidario

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior nos muestra el análisis de los interesados del proyecto haciendo una identificación, evaluación y clasificación de los mismos para su seguimiento dentro del proyecto.

### 6.3.3.5 PARTICIPACION DE LOS INTERESADOS

El objetivo de la tabla de gestión de los interesados es medir y definir las acciones necesarias para cerrar la brecha encontrada entre los interesados del proyecto. Una vez que el plan de gestión y participación de los interesados ha sido aprobado, pasamos a gestionar la participación, es decir, al proceso ejecutivo. Tiene como propósito trabajar con los actores interesados para revisar el grado de cumplimiento de sus requisitos y expectativas.

Abordamos cualquier cuestión según se vaya produciendo y fomentamos su compromiso con el éxito del proyecto. Todo está muy relacionado con el plan de gestión de las comunicaciones

**Tabla 33: Matriz de gestión y participación de los interesados**

Nombre	Interesado	Desconocedor (1)	Reticente (2)	Neutral (3)	Partidario (4)	Lider (5)
Interesado 1	Comunidades Vecinas.	Actual		Deseado		
Interesado 2	Municipalidad de SPS			Actual	Deseado	
Interesado 3	Patrocinador					Actual/Deseado
Interesado 4	Entidades de Medio Ambiente			Actual	Deseado	
Interesado 5	Aguas de San Pedro		Actual	Deseado		
Interesado 6	Futuros residentes	Actual		Deseado		
Interesado 7	Proveedores de estructura				Actual	Deseado

Nombre	Interesado	Brecha	Acciones para cerrar brecha
Interesado 1	Comunidades Vecinas.	1-3 = -2	Socialización inicial del proyecto, presentación con los beneficios esperados del proyecto, inclusión en las reuniones con la Municipalidad.
Interesado 2	Municipalidad de SPS	3-4 = -1	Conciliación de apoyo mutuo para el desarrollo del proyecto, planteamiento de Beneficios y obtención de los permisos correspondientes. Así como el apoyo con la socialización de las comunidades vecinas.
Interesado 3	Patrocinador	4-5 = -1	-
Interesado 4	Entidades de Medio Ambiente	3-4 = -1	Planteamiento de Beneficios, conciliación de acuerdos y obtención de los permisos correspondientes.
Interesado 5	Aguas de San Pedro	2-3 = -1	Mantener Informados
Interesado 6	Futuros residentes	1 - 3 = -2	Campañas de publicidad del desarrollo Urbanístico respecto al mejoramiento de la zona a través de las medidas de mitigación.
Interesado 7	Proveedores de estructura	4-5 = -1	Informar y monitorear de cerca su disposición, capacidad de respuesta y stock de materiales.

Fuente: Elaboración propia.

Apreciamos en la tabla anterior cual es el nivel de participación actual de los interesados, cual es el nivel deseado y cuáles serán las acciones para cerrar la brecha que exista entre estos niveles.

#### 6.3.4 GESTIÓN DEL CRONOGRAMA

En esta etapa se establece que plazo es necesario para garantizar que el proyecto se realice correctamente mediante las diferentes herramientas utilizadas en el PMI. En esta ocasión se utilizará como herramienta principal el MS Project.

##### 6.3.4.1 PLAN DE GESTIÓN DEL CRONOGRAMA

El cronograma del proyecto detalla las actividades, sus fechas de inicio y finalización de acuerdo a lo establecido y aprobado en el acta de constitución del proyecto.

Utilizando como procesos precedentes el desarrollo del Acta de Constitución del Proyecto, obteniendo los inicios, límites del proyecto, así como los supuestos, restricciones y conocer cuáles son las necesidades del cliente para poder crear el cronograma del proyecto.

**Tabla 34: Cronograma de ejecución del proyecto**

EDT	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
<b>1</b>	<b>CONSTRUCCIÓN DE EMBAULAMIENTO DEL CANAL CHOTEPE PARA CONTROL DE OLORES</b>	<b>143 días</b>	<b>lun 4/1/21</b>	<b>vie 18/6/21</b>
<b>1.1</b>	<b>Diseño y Presupuesto</b>	<b>25 días</b>	<b>lun 4/1/21</b>	<b>lun 1/2/21</b>
1.1.1	Diseño	7 días	lun 4/1/21	lun 11/1/21
1.1.2	Revisión y aprobación de diseño	3 días	mar 12/1/21	jue 14/1/21
1.1.3	Desarrollo de planos	7 días	vie 15/1/21	vie 22/1/21
1.1.4	Cálculo de cantidades de obra	2 días	sáb 23/1/21	lun 25/1/21
1.1.5	Desarrollo del Presupuesto	4 días	mar 26/1/21	vie 29/1/21
1.1.6	Revisión y aprobación de Presupuesto	2 días	sáb 30/1/21	lun 1/2/21
<b>1.2</b>	<b>Permiso de construcción</b>	<b>60 días</b>	<b>mar 2/2/21</b>	<b>lun 12/4/21</b>
1.2.1	Obtener permiso de construcción con la Municipalidad de San Pedro Sula	60 días	mar 2/2/21	lun 12/4/21
<b>1.3</b>	<b>Preliminares</b>	<b>19 días</b>	<b>mar 2/2/21</b>	<b>mar 23/2/21</b>
1.3.1	Cotización de materiales para compra	5 días	mar 2/2/21	sáb 6/2/21
1.3.2	Selección de proveedores	2 días	lun 8/2/21	mar 9/2/21
1.3.3	Compra de materiales	7 días	mié 10/2/21	mié 17/2/21
1.3.4	Transporte de materiales de construcción al sitio de instalación	5 días	jue 18/2/21	mar 23/2/21
<b>1.4</b>	<b>Terracería</b>	<b>58 días</b>	<b>mar 13/4/21</b>	<b>vie 18/6/21</b>
1.4.1	Trazado y marcaje	2 días	mar 13/4/21	mié 14/4/21

**Continuación Tabla 34: Cronograma de ejecución del proyecto**

EDT	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1.4.2	Descapote	3 días	jue 15/4/21	sáb 17/4/21
1.4.3	Excavación	6 días	lun 19/4/21	sáb 24/4/21
1.4.4	Relleno y compactado con material selecto	8 días	sáb 24/4/21	lun 3/5/21
1.4.5	Atierro y compactado con material del sitio	5 días	miér9/6/21	lun 14/6/21
1.4.6	Botado de material de sitio (puede usarse en bordo del canal)	3 días	mié 16/6/21	vie 18/6/21
1.4.7	Botado de material sobrante de construcción	2 días	lun 14/6/21	mar 15/6/21
<b>1.5</b>	<b>Obras Civiles del Embaulado</b>	<b>37 días</b>	<b>vie 30/4/21</b>	<b>vie 11/6/21</b>
1.5.1	Suministro e Instalación de doble Tubería Reforzada de 72"	19 días	vie 30/4/21	vie 21/5/21
1.5.2	Construcción de Cabezal de Entrada	13 días	mar 25/5/21	mar 8/6/21
1.5.3	Construcción de área de desembocadura (losa de mampostería)	5 días	mié 12/5/21	lun 17/5/21
1.5.4	desvío del canal hacia la tubería	2 días	mar 1/6/21	mié 2/6/21
1.5.5	Construcción del complemento del Cabezal de Entrada que servirá como rebose en inviernos fuertes.	7 días	vie 4/6/21	vie 11/6/21
<b>1.6</b>	<b>Obras complementarias/Barrera Viva</b>	<b>31 días</b>	<b>mar 13/4/21</b>	<b>mar 18/5/21</b>
1.6.1	Siembra de primera línea de árboles (arbustos) altura entre 0 y 2 mts.	3 días	mar 13/4/21	jue 15/4/21
1.6.2	Siembra de segunda línea de árboles (Coníferas) altura entre 2 y 6 mts.	4 días	vie 16/4/21	mar 20/4/21
1.6.3	Siembra de tercera línea de árboles (árbol de hoja caduca) altura entre 6 y 12 mts.	5 días	mié 21/4/21	lun 26/4/21
1.6.4	Riego y cuidado de barrera viva para su preservación de crecimiento.	30 días	mié 14/4/21	mar 18/5/21
<b>1.7</b>	<b>Pruebas de Funcionamiento</b>	<b>139 días</b>	<b>lun 4/1/21</b>	<b>lun 14/6/21</b>
1.7.1	Revisión de comportamiento de caudal	2 días	sáb 12/6/21	lun 14/6/21
1.7.2	Medición de Olores por Oftalmometría	2 días	lun 4/1/21	mar 5/1/21
<b>1.8</b>	<b>Fin</b>	<b>0 días</b>	<b>vie 18/6/21</b>	<b>vie 18/6/21</b>
1.8.1	Fin del Proyecto	0 días	vie 18/6/21	vie 18/6/21

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 34 nos muestra el cronograma del proyecto en el cual se establece que el tiempo de ejecución será de 143 días, iniciando el día 4 de enero del 2021 y finalizando el día 18 de junio del 2021.

El cronograma es una herramienta vital para controlar los tiempos y garantizar que se cumplan con la programación y fechas de entrega. También permite llevar un control más preciso del proyecto.

#### 6.3.4.2 ESTRATÉGIA DEL MANEJO DEL CRONOGRAMA

Se sugiere utilizar el programa Microsoft Project, para tener la administración en tiempo real del proyecto. Se recomienda dicho programa, ya que mediante su actualización constante se podrá observar los avances del proyecto, sin descuidar su ruta crítica. Este a su vez permite hacer comparaciones un cualquier punto del tiempo entre el avance ejecutado y el avance programado.

Mediante reuniones grupales se llevará un control del tiempo de las actividades del proyecto. Para el SV (Variación del cronograma) se tendrá en cuenta una variación no mayor al  $\pm 5\%$ . Para el SPI (Schedule Performance Index) se definió como objetivo un valor acumulado no menor de 0.95.

#### 6.3.5 GESTIÓN DE LOS COSTOS

El plan de gestión de costos permite llevar un control y un debido seguimiento a los costos generados en el proyecto. Para el proyecto “Implementación de barreras vivas y embaulado de concreto como alternativas de mitigación y control de los malos olores en el canal Chotepe”, se realizará la contratación de personal para cubrir las actividades a ejecutarse de acuerdo al alcance, por lo que el presupuesto estará basado en los meses a partir de la contratación del personal o por cantidades de obra.

##### 6.3.5.1 PLAN DE COSTOS

A continuación, se detalla el plan de gestión de los costos del proyecto:

**Tabla 35: Plan de Gestión de Costos**

Nombre del Proyecto	Siglas del Proyecto
Construcción e implementación de barreras vivas y embauladas de concreto como alternativas de mitigación y control de los malos olores en el canal Chotepe.	IBVECAMCMOCC
Unidades de Medida:	
Tipo de Recurso	Unidades de Medida
Humano	Personas
Equipo/mobiliario de apoyo	Unidades
Costos fijos de actividades del proyecto	Unidades
Nivel de Precisión:	
Tipo de Estimación	Nivel de Precisión
Anticipo	Centésimas
Estimaciones de avance de Obra	Centésimas

### Continuación Tabla 35: Plan de Gestión de Costos

Enlaces con los Procedimientos de la Organización:		
Entradas para plan de gestión de costos <ul style="list-style-type: none"> <li>Plan para la Dirección del Proyecto.</li> <li>Acta de Constitución del Proyecto.</li> </ul> Información requerida a generar: <ul style="list-style-type: none"> <li>Proyección de costos para completar los paquetes de trabajo detallados en la EDT.</li> <li>Determinar el presupuesto del proyecto y los procesos de monitoreo y control del mismo.</li> <li>Controlar los costos de ejecución del proyecto.</li> </ul>		
Umbrales de Control		
Alcance:	Variación Permitida:	Acción a tomar si la variación excede lo permitido:
Proyecto completo	+/- 4%	Utilizar la reserva de contingencia del proyecto.
Reglas para la Medición del Desempeño		
Alcance:	Método de Medición	Modo de Medición
Proyecto completo	Valor Acumulado vs Valor proyectado	Reporte de medición quincenal
Formatos de Gestión de Costos:		
Formato de Gestión de Costos	Descripción:	
Plan de Gestión de Costos	Este documento informa la planificación para la Gestión del Costo del Proyecto	
Línea Base del proyecto	La línea base de costo del Proyecto se utiliza para analizar la desviación, en caso de existir, del mismo.	
Soporte de presupuesto	Este soporte detalla los costos de cada entregable	
Project de avance Acumulado vs Ejecutado	Representa el avance real versus el planificado en un periodo X acumulado.	
Detalles Adicionales de la Gestión de Costos:		
El proyecto será financiado totalmente por el patrocinador, como se detalla a continuación: <ul style="list-style-type: none"> <li>Costo total del Proyecto = L. 23,276,491.39</li> </ul>		
Fluctuaciones en los Tipos de Cambio:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se considera una tasa de cambio del dólar de L. 24.85 por dólar.</li> <li>Para las proyecciones interanuales se utilizará una inflación del 5%.</li> <li>Efectos de la pandemia COVID-19</li> </ul>		
Registro de los Costos:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>La herramienta a utilizar para la gestión de costos es el MS Project.</li> <li>También se usará como herramienta de apoyo MS EXCEL</li> </ul>		

Fuente: Elaboración Propia

### 6.3.5.2 PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Se detallan los recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto Implementación de barreras vivas y embauladas de concreto como alternativas de mitigación y control de los malos olores en el canal Chotepe.

### 6.3.5.3 CONTROL DEL PRESUPUESTO

El control del Presupuesto estará determinado por desglose y costos de las actividades mismas que con la ayuda del cronograma de trabajo nos permitirá llevar un control del flujo del dinero adecuado y controlado.

**Tabla 36: Presupuesto detallado del Proyecto**

<b>PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE BARRERAS VIVAS Y EMBAULADO DE CONCRETO, SAN PEDRO SULA</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U. (L.)</b>	<b>P.T. (L.)</b>
<b>1.00</b>	<b>Diseño y Presupuesto</b>				
1.01	Diseño y presupuesto	Gbl	1.00	158, 147.96	158, 147.96
	<b>Sub total</b>				<b>L 158, 147.96</b>
<b>2.00</b>	<b>Permiso de construcción</b>				
2.01	Obtener permiso de construcción con la Municipalidad de San Pedro Sula	Gbl	n/a		
	<b>Sub total</b>				
<b>3.00</b>	<b>Terracería</b>				
3.01	Trazado y marcaje	m2	3600.00	19.50	70,200.00
3.02	Descapote	m2	3600.00	17.50	63,000.00
3.03	Excavación	m3	9000.00	92.00	828,000.00
3.04	Relleno y compactado con material selecto	m3	864.00	275.00	237,600.00
3.05	Atierro y compactado con material del sitio	m3	5016.00	137.00	687,192.00
3.06	Botado de material de sitio (puede usarse en bordo del canal)	m3	5179.20	60.00	310,752.00
3.07	Botado de material sobrante de construcción	Gbl	1.00	90000.00	90,000.00
	<b>Sub total</b>				<b>L 2,286,744.00</b>
<b>4.00</b>	<b>Obras Civiles</b>				
4.01	Suministro e Instalación de doble Tubería Reforzada de 72"	ml	600.00	31505.87	18,903,523.08

**Continuación Tabla 36: Presupuesto detallado del Proyecto**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (L.)	P.T. (L.)
4.02	Construcción de Cabezal de Entrada (incluye pedestales de refuerzo)	m3	198.00	2183.00	432,234.00
4.03	Construcción de área de desembocadura (losa de mampostería)	m2	210.00	200.00	42,000.00
4.04	Desvío del canal hacia la tubería	Gbl	1.00	52,800.00	52,800.00
4.05	Construcción del complemento del Cabezal de Entrada que servirá como rebose en inviernos fuertes.	Unidad	n/a		
<b>Sub total</b>					<b>L 19,430,557.08</b>
<b>5.00</b>	<b>Obras complementarias/Barrera Viva</b>				
5.01	Siembra de primera línea de árboles (arbustos) altura entre 0 y 2 mts.	Unidad	240.00	162.50	39,000.00
5.02	Siembra de segunda línea de árboles (Coníferas) altura entre 2 y 6 mts.	Unidad	240.00	162.50	39,000.00
5.03	Siembra de tercera línea de árboles (árbol de hoja caduca) altura entre 6 y 12 mts.	Unidad	240.00	162.50	39,000.00
5.04	Riego y cuidado de barrera viva para su preservación de crecimiento.	Gbl	1.00	132,000.00	132,000.00
<b>Sub total</b>					<b>L 249,000.00</b>
<b>6.00</b>	<b>Imprevistos</b>				
6.01	Total, de imprevistos/Contingencia	Gbl	1.00	921,852.04	<b>L 921,852.04</b>
<b>Sub total</b>					<b>L 921,852.04</b>
<b>TOTAL</b>					<b>L 23,046,301.08</b>

Fuente: Elaboración Propia.

**6.3.6 GESTIÓN DE LA CALIDAD**

La gestión de calidad del proyecto incluye todos los procesos y actividades de la organización ejecutante en la que se determinan responsabilidades, objetivos y las políticas de calidad en cuanto a la planificación, gestión y control de los requisitos de calidad del proyecto con el fin de satisfacer los objetivos de los interesados, adicionando una mejora continua en los diferentes procesos.

### 6.3.6.1 PLAN DE LA GESTIÓN DE LA CALIDAD

La organización cuenta con un equipo multidisciplinario para identificar los requisitos y/o estándares de calidad para el proyecto y sus entregables, así como documentar cómo el proyecto demostrará el cumplimiento de los compromisos establecidos.

**Tabla 37: Plan de Gestión de la Calidad del Proyecto**

NOMBRE DEL PROYECTO		SIGLAS DEL PROYECTO
Construcción e implementación de barreras vivas y embaulado de concreto como alternativas de mitigación y control de los malos olores en el canal Chotepe.		IBVECAMCMOCC
ESTÁNDAR O NORMA DE CALIDAD APLICABLE		
PAQUETE DE TRABAJO	ESTÁNDAR O NORMA DE CALIDAD APLICABLE	
Diseño y presupuesto	Revisión y soporte con cotizaciones	
Permiso de construcción	Obtención previa a través del Propietario, antes de hacer cualquier adquisición.	
Preliminares y terracería	Coordenadas y niveles para cortes y rellenos con topografía basados en especificaciones de planos.	
Obras civiles del embaulado	Especificaciones de Planos	
Obras complementarias/ Barrera viva	Basados en directrices de planos	
Imprevistos	Seguimiento al desempeño	
Pruebas de funcionamiento	Revisión de control de olores y flujo del agua de acuerdo a lo previsto.	
Final del proyecto	Cierre a través de firma de actas de Recepción Final.	
OBJETIVOS DE CALIDAD		
Garantizar la calidad de los servicios y los beneficios de la implementación de las barreras vivas y embauladas de concreto como alternativas de mitigación y control de los malos olores en el canal Chotepe.		
ROLES PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD: ESPECIFICAR LOS ROLES QUE SERÁN NECESARIOS EN EL EQUIPO DE PROYECTO PARA DESARROLLAR LOS ENTREGABLES Y ACTIVIDADES DE GESTIÓN DE LA CALIDAD.		
<b>ROL NO.1 SUPERVISIÓN GENERAL</b>	<i>Objetivos del rol:</i> Dar recomendaciones de reajuste. Revisión de informes del proyecto. Enlace directo con el patrocinador.	
	<i>Funciones del rol:</i> Responsable de todas las acciones de la ejecución y metodología de implementación del proyecto.	
	<i>Niveles de autoridad:</i> Alto	
	<i>Reporta a:</i> Propietario	
	<i>Supervisa a:</i> Director de Proyecto	
	<i>Requisitos de conocimientos:</i> Brinda seguimiento y monitoreo del proyecto, revisión de planificación de las actividades del proyecto y espacios de coordinación interinstitucional relacionadas con el proyecto.	
	<i>Requisitos de habilidades:</i> Generar alianzas y coordinación con instituciones Gubernamentales y no Gubernamentales.	

## Continuación de Tabla 37: Plan de Gestión de la Calidad del Proyecto

<b>ROL No.2 DIRECTOR DE PROYECTOS</b>	<i>Objetivos del rol:</i> Supervisar el equipo del proyecto en el desarrollo de las diferentes actividades planteadas en el proyecto
	<i>Funciones del rol:</i> responsable de la elaboración de los informes del proyecto, los cuales enviará a la supervisión.
	<i>Niveles de autoridad:</i> Alto
	<i>Reporta a:</i> La Supervisión
	<i>Supervisa a:</i> Equipo Técnico del proyecto
	<i>Requisitos de conocimientos:</i> Identificar y definir mecanismos de calidad para mejorar la ejecución del proyecto. Seguimiento y monitoreo de proyectos.
	<i>Requisitos de habilidades:</i> Relacionamiento con diferentes instituciones, organizaciones y actores estratégicos vinculadas a las acciones del proyecto.
	<i>Requisitos de experiencia:</i> Se requiere experiencia en trabajo, experiencia de coordinación de campo, conocimiento.
<b>REVISIONES DE CALIDAD</b>	
<b>ENTREGABLES/ PROCESOS</b>	<b>REVISIONES DE CALIDAD</b>
Barrera viva	Mantenimiento de las plantas instaladas
Emballado de concreto del canal Chotepe	Revisión del control de los malos olores
<b>ACTIVIDADES DE CONTROL Y GESTIÓN DE LA CALIDAD</b>	
<b>ACTIVIDADES DE CONTROL DE LA CALIDAD</b>	Centrar el sistema de calidad según las necesidades de los destinatarios finales del proyecto.
	Garantizar la calidad de las adquisiciones requeridas por el proyecto.
	Verificar que los proveedores posean documentación legal necesaria para su funcionamiento.
<b>ACTIVIDADES DE GESTIÓN DE LA CALIDAD</b>	Dar prioridad a la identificación de necesidades en la construcción del emballado y en la barrera viva.
	Definir mecanismos sistemáticos para registrar los cambios en las comunidades a raíz de la intervención del proyecto.
	Revisar sistemáticamente los resultados del proyecto y planificar acciones para mejorar la intervención.
<b>HERRAMIENTAS DE CALIDAD</b>	
Implementación regular de manera semestral con un Sistema de Monitoreo, mantenimiento para alcanzar los objetivos definidos el plan del proyecto.	

Fuente: Elaboración Propia.

### 6.3.6.2 CONTROL DE CALIDAD

Es el proceso de monitorear y registrar los resultados de la ejecución de las actividades de gestión de calidad, para evaluar el desempeño y asegurar que las actividades del proyecto sean ejecutadas en tiempo y costo, tal como fueron planificadas.

El control de la Calidad del Proyecto incluye los procesos y actividades de la organización ejecutante que determinan responsabilidades, objetivos y políticas de calidad a fin de que el proyecto satisfaga las necesidades por la cuales fue emprendido.

A continuación, se hace la matriz de control de actividad para cada uno de las actividades de la ejecución del proyecto, tomando en cuenta los criterios de evaluación y aceptación. Cada una de las actividades serán evaluadas a lo largo del período de ejecución y las correcciones que correspondan deberán de aplicarse inmediatamente con el fin de mantener siempre la calidad requerida:

**Tabla 38: Matriz Control de Calidad de Actividades**

Ítem	Actividad	Variable a medir	Tolerancia	Método de medición	Encargado
1.00	Marcaje	Coordenadas	+/- 5cms	Estación Total	Supervisión de Campo/Topografía
2.00	Terracería	Niveles	+/- 5cms	Nivel de Precisión	Supervisión de Campo/Topografía
3.00	Embalaje de Tuberías	Método de amarre	Ninguna	Inspección Visual	Operaciones y Logística
4.00	Transporte de Tuberías	Rutas de transporte	Mínimo una ruta alterna	Rutas preestablecidas	Operaciones y Logística
5.00	Instalación de Tuberías Reforzadas	Uniones/material	Ninguna	Revisión visual y de acuerdo a especificación e planos	Supervisión de Campo.
6.00	Rellenos	Porcentaje de Compactación	+/- 3%	Proctor Modificado	Supervisión de campo/Laboratorio
7.00	Siembra de Plantas	Calidad y Tipo	Ninguna	Inspección Visual	Supervisor de campo/Jardinero
8.00	Pruebas de Funcionamiento	Flujo con desnivel correcto	Ninguna	Comparación de velocidad del canal aguas arriba	Supervisión de campo.

Fuente: Elaboración Propia

### 6.3.7 GESTIÓN DE LOS RECURSOS

Dentro de la gestión de recursos humanos del proyecto, se incluye los procesos que organizan, gestionan y direccionan las acciones propuestos para el logro de resultados. Es importante contar como una adecuada asignación de roles y responsabilidades, con la finalidad de que todos los miembros de los diferentes equipos participe en la fase de planificación y toma de decisiones.

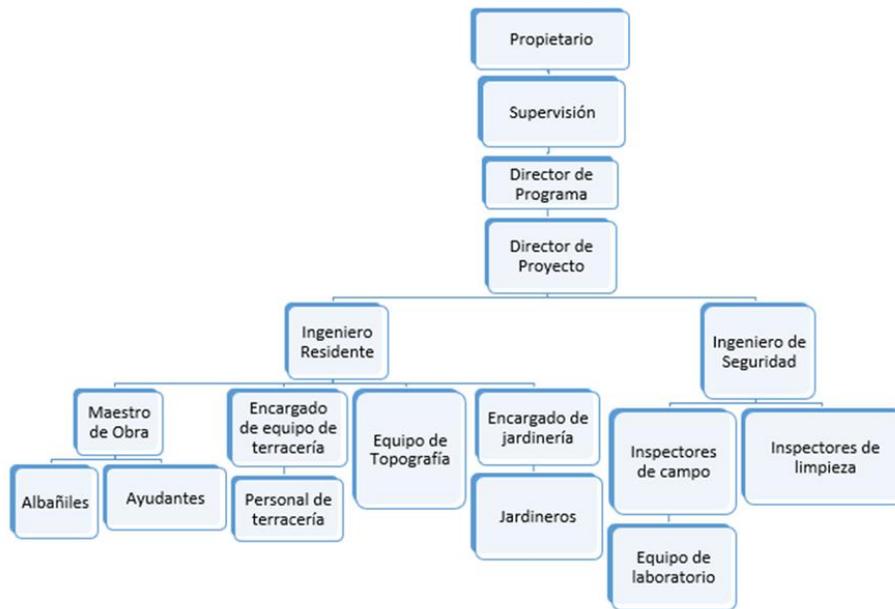
### 6.3.7.1 PLAN DE GESTIÓN DE LOS RECURSOS

El plan de gestión de recursos humanos del proyecto “Construcción e implementación de barreras vivas y embaulado de concreto como alternativas de mitigación y control de los malos olores en el canal Chotepe”, permite desarrollar los procesos para la construcción efectiva de relaciones de trabajo.

Se planifica un organigrama de los recursos de acuerdo a las jerarquías para la toma de decisiones en las diferentes actividades a ejecutarse, así como el seguimiento de las reuniones con los entes municipales para lograr el beneficio general de la comunidad.

El Propietario, la Supervisión y el Director de Proyectos, son piezas claves en el éxito del proyecto, especialmente al presentarse cambio o modificaciones que generen más tiempo o costo.

#### ORGANIGRAMA DEL PROYECTO



**Figura 55: Organigrama**

Fuente: Elaboración Propia

Este organigrama corresponde a todo el personal de campo que estará involucrado directamente con la ejecución del proyecto

Planificar la gestión de los recursos humanos es el proceso de organiza y dirigir el equipo del proyecto, compuesto por el personal con alguna asignación de roles y responsabilidades. A fin de garantizar que los recursos sean utilizados eficazmente.

A continuación, se muestran las tablas con los perfiles de los responsables y la relación entre las áreas del proyecto y los miembros del equipo.

**Tabla 39: Perfil de los responsables.**

<b>SIGLAS</b>	<b>ROL (INGLÉS/ ESPAÑOL)</b>		<b>DESCRIPCIÓN</b>
R	Responsible	Responsable	Este rol realiza el trabajo y es responsable por su realización. Lo más habitual es que exista sólo un R es quien debe ejecutar las tareas.
A	Accountable	Aprobador	Este rol se encarga de aprobar el trabajo finalizado y a partir de ese momento, se vuelve responsable del trabajo aprobado. Debe asegurarse que se ejecuten las tareas tal como se solicitaron.
C	Consulted	Consultado	Este rol posee alguna información o capacidad necesaria para terminar el trabajo. Se le informa y se le consulta información.
I	Informed	Informado	Este rol debe ser informado sobre los resultados del trabajo.

Fuente: Elaboración Propia.

La siguiente matriz RACI muestra la asignación de responsabilidades del proyecto. Los cambios propuestos en la matriz deben ser revisados y aprobados por el equipo del contratista y equipo de supervisión y la aprobación del propietario de la urbanización.

En esta matriz se asigna el rol que el recurso debe desempeñar para cada actividad dada. No es necesario que en cada actividad se asignen los cuatro roles, pero sí por lo menos el de responsable (A) y el de encargado (R). Un mismo recurso puede tener más de un rol para una tarea, por ejemplo, puede ser el encargado (R) y responsable (A) del mismo, en cuyo caso se anotará R/A

**Tabla 40: Matriz RACI**

ACTIVIDAD	PROPIETARIO	SUPERVISIÓN	DIRECTOR DE PROYECTO/ COORDINADOR DE PROYECTO	EQUIPO TÉCNICO DEL PROYECTO
<b>Diseño y presupuesto</b>				
Diseño y presupuesto	A	R	C	I
<b>Permiso de Construcción</b>				
Trámite del permiso de construcción	R	A	C	I
<b>Preliminares y terracería</b>				
Trazado y marcaje	I	A	C	R
Descapote	I	A	C	R
Excavación	I	A	C	R
Relleno y compactado con material selecto	I	A	C	R
Atierro y compactado con material del sitio	I	A	C	R
Botado de material de sitio (puede usarse en bordo del canal)	I	A	C	R
Botado de material sobrante de construcción	I	A	C	R
<b>Obras civiles del embaulado</b>				
Suministro e Instalación de doble Tubería Reforzada de 72"	I	A	C	R
Construcción de Cabezal de Entrada (incluye pedestales de refuerzo)	I	A	C	R
Construcción de área de desembocadura (losa de mampostería)	I	A	C	R
Desvío del canal hacia la tubería	I	A	C	R
Construcción del complemento del Cabezal de Entrada que servirá como rebose en inviernos fuertes.	I	A	C	R
<b>Obras complementarias/ Barrera viva</b>				
Siembra de primera línea de árboles (arbustos) altura entre 0 y 2 mts.	I	A	C	R

**Continuación Tabla 40: Matriz RACI**

ACTIVIDAD	PROPIETARIO	SUPERVISIÓN	DIRECTOR DE PROYECTO/ COORDINADOR DE PROYECTO	EQUIPO TÉCNICO DEL PROYECTO
Siembra de segunda línea de árboles (Coníferas) altura entre 2 y 6 mts.	I	A	C	R
Siembra de tercera línea de árboles (árbol de hoja caduca) altura entre 6 y 12 mts.	I	A	C	R
Riego y cuidado de barrera viva para su preservación de crecimiento.	I	A	C	R
<b>Pruebas de funcionamiento, imprevistos y finalización</b>				
Pruebas de Funcionamiento	I	A	C	R
Imprevistos	A	C	R	I
Finalización	I	A	R	I

Fuente: Elaboración Propia.

**6.3.7.2 ADQUIRIR EL EQUIPO DEL PROYECTO**

La adquisición del equipo del proyecto se refiere al proceso de reclutamiento del personal con las habilidades y conocimientos, para llevar a cabo cada una de las actividades del proyecto.

Se muestran, los criterios de selección utilizados en la contratación del talento humano:

**Tabla 41: Criterios de Aceptación del Talento Humano.**

Requisito	Criterio de aceptación	Entregable
Experiencia anterior	Contar con mínimo de tres años de experiencia comprobada en la ejecución de proyectos de construcción.	Para la verificación de la experiencia deben entregar las constancias de trabajo de las empresas, donde se brindó este tipo de servicios, así como los contactos telefónicos que proporcionen referencia en cuanto al trabajo realizado.
Ejecutor del proyecto	Asignar Director de Proyecto que deberá reportar a la Supervisión.	Descripción de roles y funciones del equipo del proyecto.
Verificación de conocimientos.	Asignar al personal a contratar las actividades.	Barrera viva y embaulado de concreto.

Fuente: Elaboración Propia.

### 6.3.7.3 DESARROLLAR EL EQUIPO DEL PROYECTO

Desarrollar el equipo del proyecto, es el momento idóneo para fortalecer conocimientos anteriores y adquirir nuevas formas de trabajar, está encaminado a mejorar las relaciones de los equipos y por ende la cohesión grupal.

**Tabla 42: Plan de Capacitación para mejorar Competencias del equipo del Proyecto**

Cargo	Tipo de formación
Supervisión general	Charla de bioseguridad Charla de monitoreo y evaluación Charla de incidencia política municipal
Director de proyecto	Charla de bioseguridad Charla de monitoreo y evaluación Charla de incidencia política municipal
Ingeniero Residente	Charla de bioseguridad Charla de monitoreo y evaluación
Ingeniero de Seguridad	Charla de bioseguridad Charla de monitoreo y evaluación
Inspectores	Charla de bioseguridad Charla de monitoreo y evaluación
Maestro de Obra	Charla de bioseguridad
Topógrafos	Charla de bioseguridad
Albañiles	Charla de bioseguridad
Ayudantes	Charla de bioseguridad
Jardineros	Charla de bioseguridad

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 43: Plan de Reconocimiento**

Forma	Reconocimiento
Individual	Reuniones semanales donde se reconoce de manera verbal el desempeño satisfactorio según las metas planteadas por el proyecto. Presentación ante los demás integrantes del equipo los principales logros obtenidos de manera individual.
Grupal	Durante la reunión semanal el Director de Proyecto describe los esfuerzos de trabajo efectuados durante la semana y también cada miembro del equipo expresa y describe los esfuerzos que ha visualizado en sus compañeros de equipo.

Fuente: Elaboración Propia.

#### 6.3.7.4 DIRIGIR Y CONTROLAR LOS RECURSOS

Es el proceso que consiste en hacer seguimiento del desempeño de los miembros del equipo, proporcionando retroalimentación, resolver problemas, gestionando cambios, asegurar que los recursos asignados y adjudicados al proyecto estén disponibles tal como se planificó, así como de monitorear la utilización de recursos planificada frente a la real y realizar acciones correctivas según sea necesario, con mecanismos de control y vigilancia.

Sistema de capital humano de control:

1. Planes de trabajo
2. Organigrama y perfiles
3. Contratación Revisión y selección
4. Inducción
5. Registro de RH
6. Desempeño de RH
7. Monitoreo de RH
8. Control Humano
9. Desarrollo Humano
10. Mejora de los controles

#### 6.3.8 GESTIÓN DE LA COMUNICACIONES

Mantener informados a todos los interesados del proyecto es esencial para garantizar el éxito del proyecto. La Gestión de las Comunicaciones del Proyecto incluye los procesos necesarios para asegurar que la planificación, recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, control, monitoreo y disposición final de la información del proyecto sean oportunos y adecuados.

##### 6.3.8.1 PLAN DE COMUNICACIONES DEL PROYECTO

A continuación, se presenta el Plan de Gestión de las Comunicaciones del Proyecto:

**Tabla 44: Plan de Gestión de las Comunicaciones del Proyecto.**

NOMBRE DEL PROYECTO	SIGLAS DEL PROYECTO
Implementación de barreras vivas y embaulado de concreto como alternativas de mitigación y control de los malos olores en el canal Chotepe.	IBVECAMCMOCC
<b>COMUNICACIONES DEL PROYECTO: ESPECIFICAR LA MATRIZ DE COMUNICACIONES DEL PROYECTO.</b>	
Ver Matriz de Comunicaciones del Proyecto – versión 1.0	

## Continuación Tabla 44: Plan de Gestión de las Comunicaciones del Proyecto.

PROCEDIMIENTO PARA TRATAR CONFLICTOS:
<ol style="list-style-type: none"><li>1. La información debe ser comunicada por los canales institucionales oficiales, y expresada formalmente por la persona o grupo.</li><li>2. Se llevará un registro detallado de los conflictos.</li></ol>
<b><u>CONTROL DE CONFLICTOS</u></b>
<ol style="list-style-type: none"><li>3. Se revisa el Control de Conflictos en la reunión semanal de coordinación con el fin de:<ol style="list-style-type: none"><li>a) Identificar posibles problemas y determinar soluciones para aplicar medidas correctivas y de mejora.</li><li>b) Proponer plan de acciones correctivas ante diferentes situaciones registradas.</li><li>c) Seguimiento y monitoreo de las soluciones aplicadas, para verificar que las salidas fueron efectivas.</li></ol></li></ol>
PROCEDIMIENTO PARA ACTUALIZAR EL PLAN DE GESTIÓN DE COMUNICACIONES:
<p>El Plan de Gestión de las Comunicaciones deberá ser revisado y/o actualizado cada vez que:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Ingrese una solicitud de cambio aprobada que impacte el Plan de Proyecto.</li><li>2. Se tome acción correctiva que impacte los requerimientos o necesidades de información de los partes interesados.</li><li>3. Contratación de personal nuevo o personal que se retira del proyecto.</li><li>4. Cambios en las asignaciones de personas a roles del proyecto.</li><li>5. Existencia de quejas, sugerencias, comentarios o evidencias de requerimientos de información no satisfechos.</li></ol>
<p>La actualización del Plan de Gestión de las Comunicaciones deberá seguir los siguientes pasos:</p> <p>Identificación y clasificación de las partes interesadas.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1 Determinación de requerimientos de información.</li><li>2 Elaboración de la Matriz de Comunicaciones del Proyecto.</li><li>3 Actualización del Plan de Gestión de las Comunicaciones.</li><li>4 Aprobación del Plan de Gestión de las Comunicaciones.</li><li>5 Difusión del nuevo Plan de Gestión de las Comunicaciones.</li></ol>
GUÍAS PARA EVENTOS DE COMUNICACIÓN:
<p>Guías para Reuniones. - Todas las reuniones deberán seguir las siguientes pautas:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Agendar con anterioridad e informar a los participantes.</li><li>2. Enviar correo para informar fecha, hora y lugar, también pedir confirmación de asistencia.</li><li>3. Se debe empezar puntual.</li><li>4. Fijar los objetivos de la reunión, los roles y agenda</li><li>5. Se debe cumplir a cabalidad la agenda.</li><li>6. Se debe asignar un apersona que elabore la Ayuda Memoria de la reunión.</li><li>7. Se debe enviar por correo a los miembros del Equipo los acuerdos/compromisos de la reunión.</li></ol>

## Continuación Tabla 44: Plan de Gestión de las Comunicaciones del Proyecto.

Guías para Correo Electrónico. - Todos los correos electrónicos deberán seguir las siguientes pautas:

1. Los correos electrónicos entre el Equipo de Proyecto y el Patrocinador deberán ser enviados por el director del Proyecto, para establecer una sola vía formal de comunicación. Con copia a la Supervisión y al Propietario.
2. Los enviados por el Patrocinador y recibidos por cualquier persona del Equipo de Proyecto deberán ser copiados al director del Proyecto, para que todas las comunicaciones con éste, se encuentre informado el director del Proyecto.
3. Los correos internos entre miembros del Equipo de Proyecto, siempre deberán dar copia al
4. Director del Proyecto para que este informado de todo lo que sucede.

### GUÍAS PARA DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO:

Guías para Codificación de Documentos. - La codificación de los documentos del proyecto será la siguiente:

**COD\_HON\_BBB\_A\_M**

Donde:

COD= Código de proyecto

HON= Honduras

BBB= Nombre del oficio

A= Año

M= Mes

Guías para Almacenamiento de Documentos. - El almacenamiento de los documentos del proyecto deberá seguir las siguientes pautas:

1. Durante la fase de ejecución del proyecto, cada miembro del equipo tendrá en su poder una carpeta en físico y digital que contenga: Cronograma del proyecto, presupuesto y EDT. (entre otros documentos)
2. Los insumos y documentos del proyecto serán actualizados de forma interactiva por los miembros del equipo del proyecto, la herramienta utilizada será Dropbox.
3. El director del Proyecto, es el responsable de la consolidación de información, y controlar las actualizaciones de versiones.

Guías para Recuperación y Reparto de Documentos.

1. Para la solicitud de información por parte de personas externas al proyecto, se debe solicitar autorización del director de Proyecto.
2. La información y documentos (digitales e impresos) es custodiada por el Director de Proyecto.

### GUÍAS PARA EL CONTROL DE VERSIONES:

1. Los documentos están sujetos a control de cambios, por lo que deben ser ajustados conforme a la siguiente plantilla:

#### CONTROL DE VERSIONES

<i>Código de Versión</i>	<i>Hecha por</i>	<i>Revisada por</i>	<i>Aprobada por</i>	<i>Fecha</i>	<i>Motivo</i>

Fuente: Elaboración Propia.

Cuando se hacen modificaciones en los documentos, se agregan los datos, descritos a continuación. COD\_HON\_BBB\_A\_M.

1. Donde:
2. COD=Código de proyecto
3. HON= Honduras
4. BBB=Nombre del oficio
5. A= Año
6. M=Mes

### 6.3.8.2 GESTIONAR Y MONITOREAR LAS COMUNICACIONES

Para gestionar y monitorear las comunicaciones de acuerdo a todas las actividades a ejecutarse se especifica los mecanismos para llevar el control de los avances y necesidades para que todos los interesados estén informados y se puedan tomar decisiones a tiempo para evitar atrasos innecesarios.

**Tabla 45: Matriz de Comunicaciones**

Items	Actividades	Informe	Medio	Frecuencia	Interesados				
					Emisor	Autoriza	Soporta	Valida	Receptor
1	Diseño y presupuesto	S, DP	I	E	S	P	DP	S, P	DP
2	Permiso de Construcción	P	I	E	P	P	DP	S	DP
3	Trazado y marcaje	IR, T	I, M, R, G, P	S	IR	DP	T	S	MO, AI, Ay
4	Descapote	IR	I, M, R, G, P	D	IR	DP	T	S	MO, AI, Ay
5	Excavación	IR	I, M, R, G, P	D	IR	DP	T	S	MO, AI, Ay
6	Relleno y compactado con material selecto	IR	I, M, R, G, P	D, S	IR	DP	T	S	MO, AI, Ay
7	Atierro y compactado con material del sitio	IR	I, M, R, G, P	D, S	IR	DP	T	S	MO, AI, Ay
8	Botado de material de sitio (puede usarse en bordo del canal)	IR	I, M, R, G, P	D, S	IR	DP	T	S	MO, AI, Ay

**Continuación Tabla 45: Matriz de Comunicaciones**

Items	Actividades	Informe	Medio	Frecuencia	Interesados				
					Emisor	Autoriza	Soporta	Valida	Receptor
9	Botado de material sobrante de construcción	IR, IS	I, M, R, G, P	D, S	IR	DP, IS	T	S	MO, AI, Ay
10	Suministro e Instalación de doble Tubería Reforzada de 72"	IR, MO	I, M, R, G, P	D, S	IR	DP	T	S	MO, AI, Ay
11	Construcción de Cabezal de Entrada (incluye pedestales de refuerzo)	IR, MO	I, M, R, G, P	D, S	IR	DP	T	S	MO, AI, Ay
12	Construcción de área de desembocadura (losa de mampostería)	IR, MO	I, M, R, G, P	D, S	IR	DP	T	S	MO, AI, Ay
13	Desvío del canal hacia la tubería	IR, MO	I, M, R, G, P	D, S	IR	DP	T	S	MO, AI, Ay
14	Construcción del complemento del Cabezal de Entrada que servirá como rebose en inviernos fuertes.	IR, MO	I, M, R, G, P	D, S	IR	DP	T	S	MO, AI, Ay
15	Siembra de primera línea de árboles (arbustos) altura entre 0 y 2 mts.	IR, MO	I, M, R, G, P	D, S	IR	DP	T	S	MO, J
16	Siembra de segunda línea de árboles (Coníferas) altura entre 2 y 6 mts.	IR, MO	I, M, R, G, P	D, S, Q	IR	DP	T	S	MO, J
17	Siembra de tercera línea de árboles (árbol de hoja caduca) altura entre 6 y 12 mts.	IR, MO	I, M, R, G, P	D, S, Q, M	IR	DP	T	S	MO, J

**Continuación Tabla 45: Matriz de Comunicaciones**

Items	Actividades	Informe	Medio	Frecuencia	Interesados				
					Emisor	Autoriza	Soporta	Valida	Receptor
18	Riego y cuidado de barrera viva para su preservación de crecimiento.	IR, MO	I, M, R, G, P	S, Q	IR	DP	T	S	MO, J
19	Pruebas de funcionamiento	DP	DP, S	E, M, Q	IR	DP	T	S	MO, Al, Ay
20	Imprevistos	DP, S, IR, IS	DP, S	Q, M	IR	DP	DP, IR	S	DP
21	Finalización	S, DP	DP, S	E	DP	P	IR	S, DP, P	P

Fuente: Elaboración Propia.

Frecuencia: M (Mensual), S (Semanal), Q (Quincenal), D (Diario), E (Eventual)

Medio: I (Informe), M (Minuta), e- (e-mail), R (Reunión), G (Gráficos), P (Plantilla), TV, R.

Responsabilidad: E (Emisor), A (Autoriza), S (Soporte), V (Valida), R(Receptor)

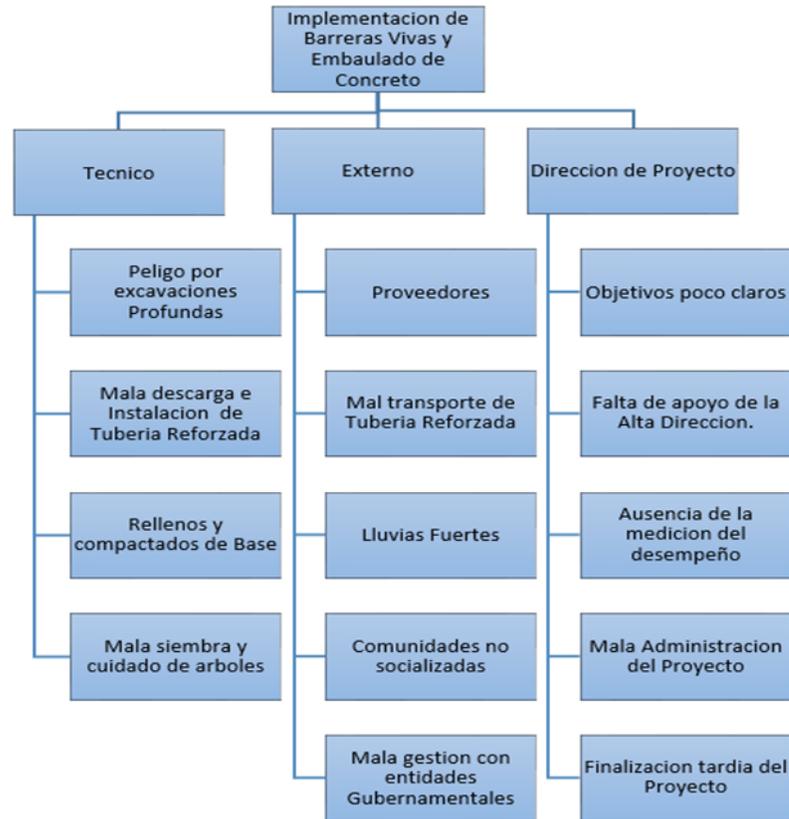
Interesados: P (Propietario), C (Contratista), S (Supervisión), DP (Director de Proyecto), IR (Ingeniero Residente), IS (Ingeniero de Seguridad), I (Inspectores), MO (Maestro de Obra), T(Topógrafo), Al (Albañil), Ay (Ayudante), J(Jardinero).

### 6.3.9 GESTIÓN DE LOS RIESGOS

La Gestión de Riesgos en proyectos está basada en la identificación, análisis, planificación de respuesta y control de riesgos de un proyecto. Por otro lado, incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de la Gestión de Riesgos en dicho proyecto. Los objetivos se centran en aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos. También se disminuye la probabilidad y el impacto de eventos negativos en el proyecto.

#### 6.3.9.1 IDENTIFICAR LOS RIESGOS

Este proceso consta de determinar los riesgos que pueden afectar a un proyecto y documentar sus características, a continuación, se presentan tabulados los mismos.



**Figura 56: Estructura de Desglose de los Riesgos**

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 46: Registro de Riesgos**

<b>Id</b>	<b>Descripción</b>	<b>Afecta</b>
1	Peligro de atierro por excavaciones Profundas	Costo y Cronograma
2	Mala Descarga e Instalación de Tubería Reforzada	Costo.
3	Rellenos y compactados de Base	Cronograma
4	Mala siembra y cuidado de arboles	Cronograma
5	Falla de proveedores	Cronograma
6	Mal transporte de Tubería Reforzada	Cronograma
7	Lluvias Fuertes	Costo y Cronograma
8	Comunidades no socializadas	Cronograma
9	Mala gestión con entidades Gubernamentales	Cronograma
10	Objetivos poco claros	Costo y Cronograma
11	Falta de apoyo de la Alta Dirección.	Cronograma
12	Ausencia de la medición del desempeño	Costo y Cronograma
13	Mala Administración del Proyecto	Costo y Cronograma
14	Finalización tardía del Proyecto	Costo y Cronograma

Fuente: Elaboración propia

### 6.3.9.2 ANÁLISIS Y MATRIZ DE RIESGOS

La Matriz Probabilidad-Impacto permite priorizar las tareas de una forma muy visual y sencilla, basándose en las dos dimensiones esenciales relativas al riesgo:

1. La probabilidad de que el evento suceda.
2. El impacto que provocaría en caso de que sucediese.

La Matriz Probabilidad-Impacto, también llamada Matriz de Riesgo o Mapa de Calor, es una matriz ordenada, con la Probabilidad y el Impacto en los ejes de coordenadas y que nos facilita la comparación visual entre diversos riesgos. Permite combinar los dos factores en un solo gráfico y evaluarlos al mismo tiempo.

**Tabla 47: Matriz Probabilidad e Impacto**

<b>Id</b>	<b>Descripción</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Impacto</b>
1	Peligro de atierro por excavaciones Profundas	Baja	Alto
2	Mala Descarga e Instalación de Tubería Reforzada	Alta	Medio
3	Rellenos y compactados de Base	Muy Baja	Muy Bajo
4	Mala siembra y cuidado de árboles	Muy Baja	Muy Bajo
5	Falla de proveedores	Baja	Alto
6	Mal transporte de tubería Reforzada	Baja	Medio
7	Lluvias Fuertes	Media	Alto
8	Comunidades no socializadas	Baja	Alto
9	Mala gestión con entidades Gubernamentales	Media	Alto
10	Objetivos poco claros	Baja	Medio
11	Falta de apoyo de la Alta Dirección.	Baja	Alto
12	Ausencia de la medición del desempeño	Baja	Bajo
13	Mala Administración del Proyecto	Baja	Alto
14	Finalización tardía del Proyecto	Baja	Medio

Elaboración: Elaboración Propia

### 6.3.9.3 EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS

De acuerdo a la tabla anterior procedemos hacer la evaluación de riesgos.

**Tabla 48: Evaluación de Riesgos**

Probabilidad		Impacto				
		Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
		1	2	3	4	5
Muy Bajo	1	Rellenos y compactados de Base				
		Mala siembra y cuidado de arboles				
Bajo	2		Ausencia de la medición del desempeño	Mal transporte de Tubería Reforzada	Peligro de atierro por excavaciones Profundas	
				Objetivos poco claros	Falla de proveedores	
				Finalización tardía del Proyecto	Comunidades no socializadas	
					Falta de apoyo de la Alta Dirección.	
Medio	3				Mala Administración del Proyecto	
					Lluvias Fuertes	
Alto	4			Mala Descarga e Instalación de Tubería Reforzada	Mala gestión con entidades Gubernamentales	
Muy Alto	5					

Fuente: Elaboración propia.

Con la tabulación anterior procedemos a generar el mapa de calor de los riesgos

**Tabla 49: Mapa de Calor**

Probabilidad		Impacto				
		Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
		1	2	3	4	5
Muy Baja	1	1				
		1				
Baja	2		4	6	8	
				6	8	
				6	8	
					8	
Medio	3				12	
					12	
Alto	4			12		
Muy Alto	5					

Fuente: Elaboración propia

Podemos apreciar de la tabla anterior cuales son los riesgos más incidentes de acuerdo a su probabilidad e impacto. Se puede apreciar que los Riesgos de mayor incidencia tiene una probabilidad media-baja, pero que en caso de ocurrir incurren en un impacto alto.

Se detalla a continuación las estrategias a seguir para cada uno de los riesgos identificados en el proyecto.

**Tabla 50: Evaluación de los Riesgos**

<b>Id</b>	<b>Descripción</b>	<b>Respuesta</b>
1	Peligro de atierro por excavaciones Profundas	<b>Mitigar:</b> Se deben de considerar los entabacados de paredes inestables y se debe de excavar en las partes más profundas excavaciones con bermas.
2	Mala Descarga e Instalación de Tubería Reforzada	<b>Mitigar:</b> Se deben de revisar los equipos y procedimientos de izaje de manera estricta.
3	Rellenos y compactados de Base	<b>Mitigar:</b> Se deben de realizar las pruebas de densidades aleatorias para conformidad.
4	Mala siembra y cuidado de arboles	<b>Aceptación activa:</b> Se debe de dar seguimiento continuo al sembrado, riego y mantenimiento.
5	Falla de proveedores	<b>Aceptación activa:</b> Después de la selección de proveedores debe de darse seguimiento continuo para asegurar los suministros.
6	Mal transporte de Tubería Reforzada	<b>Transferir:</b> Debe de hacerse la adquisición con asegurar con el proveedor el transporte.
7	Lluvias Fuertes	<b>Aceptación pasiva:</b> Mantener las medidas de prevención pertinentes, sistemas de achicado, equipo para terracería adicional.
8	Comunidades no socializadas	<b>Aceptación activa:</b> Mantener la socialización continua de ser necesario.
9	Mala gestión con entidades Gubernamentales	<b>Aceptación activa:</b> Realizar y obtener todos los permisos correspondientes antes de comenzar cualquier actividad.
10	Objetivos poco claros	<b>Aceptación pasiva:</b> Establecer los objetivos previamente y en reuniones de seguimiento hacer las observaciones.
11	Falta de apoyo de la Alta Dirección.	<b>Aceptación pasiva:</b> Informar cualquier situación que altere el correcto avance del proyecto.
12	Ausencia de la medición del desempeño	<b>Mitigar:</b> Realizar seguimientos quincenales que permitan evaluar cualquier avance fuera de lineamientos.
13	Mala Administración del Proyecto	<b>Aceptación activa:</b> Monitorear constantemente el desarrollo y flujo del proyecto. Preferiblemente de manera quincenal.
14	Finalización tardía del Proyecto	<b>Aceptación activa:</b> Alertar cualquier atraso que se vea reflejado en las actualizaciones quincenales del Programa de Trabajo.

Fuente: Elaboración Propia.

### 6.3.10 GESTIÓN DE LAS ADQUISICIONES

La Gestión de las Adquisiciones del Proyecto incluye los procesos de compra o adquisición de los productos y servicios que es necesario obtener fuera del equipo del proyecto incluye los procesos de gestión del contrato y de control de cambios requeridos para la construcción de las barreras vivas y el embaulado de concreto reforzado longitudinal al canal Chotepe.

#### 6.3.10.1 PLAN DE ADQUISICIONES

Coordinación de las adquisiciones: se revisa el Plan Operativo Anual (POA) del proyecto por el personal técnico luego informar al área administrativa los insumos requeridos para la ejecución de las actividades, el área administrativa realiza tres cotizaciones mismas que se someten a un análisis comparativo de precios para seleccionar la mejor oferta, mientras tanto ya se tiene la orden de inicio y se trabaja en las actividades preliminares tal como instalar la oficina temporal, las instalaciones hidrosanitarias y eléctricas.

Restricciones y supuestos: Las restricciones y supuestos que han sido identificados y que pueden afectar la adquisición de los materiales son las siguientes:

1. Los proveedores deben cumplir con el tiempo estipulado de entrega de la tubería.
2. La calidad de los productos debe ser garantizada.
3. Cambios en los precios de las cotizaciones podrían afectar las compras efectuadas.
4. El equipo de terracería debe trabajar en el tiempo estipulado y garantizar el trabajo fuerte en verano para evitar atrasos de las lluvias.

Se tomarán como referencia las siguientes métricas:

1. Porcentaje de presupuesto real en contraste con el presupuesto planificado.
2. Calidad y aseguramiento del proveedor con respecto producto ofertado.
3. Coste total del producto sobre la vida útil del mismo.

Incumplimiento de contratos: se utilizará el formato de contrato elaborado por el apoderado legal de la empresa en los siguientes casos:

1. Contrato de personal.
2. Contrato por subcontratista.
3. Contrato de servicio de transporte.
4. Contratos de servicios de bioseguridad.

Los pagos en los contratos de servicios y transporte se realizan contra entrega del bien o servicios, verificando la calidad según lo estipulado en el contrato, en el caso de los contratos por subcontratista se realizan los pagos según el avance y desempeño de la actividad desarrollada con la construcción.

#### 6.3.10.2 EFECTUAR LAS ADQUISICIONES

A continuación, detallamos uno a uno el procedimiento para la firma de los Contratos de compra de materiales:

1. Revisar el fondo disponible.
2. Solicitar cotizaciones de los materiales. Tres cotizaciones.
3. Elaborar cuadro comparativo de ofertas y elegir la que más se ajusta al presupuesto.
4. Revisar la calidad producto.
5. Elaborar el contrato con los términos correspondientes y proceder a la firma del mismo.

A continuación, detallamos uno a uno el procedimiento para la firma de los Contratos de Personal:

1. Analizar el perfil profesional que se necesita y publicar en los diferentes medios de comunicación solicitando personal.
2. Recepción y selección de hoja de vida para posteriormente agendar citas para la entrevista.
3. Se realizan las entrevistas de personal y se revisan los requisitos.
4. Se realiza la evaluación de las entrevistas y preselección de candidatos.
5. Elección final del candidato que reúne todos los requisitos para desempeñar el puesto.
6. Incorporación e integración del nuevo profesional (inducción inicial).

**Tabla 51. Formatos Estándar a Utilizar**

TIPO DE CONTRATO	DESCRIPCIÓN
<b>Contrato de Personal</b>	Se conviene o acuerda las funciones y obligaciones específicas del empleado, así también el empleador define los términos pertinentes los cuales se estipulan legalmente en el contrato de trabajo
<b>Contratos de Servicio de Transporte</b>	Es necesario para este tipo de servicios utilizar el formato institucional de contratos de transporte.
<b>Contrato de Compra de Materiales</b>	En caso que la compra de material, sea mayor de cien mil lempiras se requiere un contrato donde se especifique tiempo de entrega y características del material requerido.

Fuente: Elaboración propia

### 6.3.10.3 CONTROLAR LAS ADQUISICIONES

Para garantizar el éxito en el proyecto, se estableció una matriz que tiene como objetivo definir el tipo de adquisición, modalidad y fechas de inicio y fin de cada uno de los contratos requeridos en los proyectos. En esta ocasión se relacionó la EDT, con dicha matriz.

**Tabla 52: Matriz de Adquisiciones**

EDT	IMPLEMENTACIÓN DE BARRERAS VIVAS Y EMBAULADO DE CONCRETO COMO ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL DE LOS MALOS OLORES EN EL CANAL CHOTEPE.				
	ENTREGABLE	TIPO DE ADQUISICIÓN	MODALIDAD DE LA ADQUISICIÓN	FECHA INICIO	FECHA FINAL
1	Diseño y presupuesto	Propuesta de Diseño y presupuesto	Contrato por servicio	4 ene 2021	10 feb 2021
2	Permiso de construcción	Trámite Municipal	Contrato por servicio	10 feb 2021	10 feb 2021
3	Topografía	Mano de Obra con equipo	Contrato por servicio	11 feb 2021	6 mar 2021
4	Terracería	Alquiler de equipo	Contrato de servicio	22 abr 2021	29 jun2021
5	Obras civiles del embaulado	Trabajo por obra	Contrato por servicio	10 may 2021	22 Jun 2021
6	Obras complementarias /Barreras vivas	Trabajo por obra	Contrato por servicio	22 abr 2021	27 may 2021
7	Pruebas de funcionamiento	Realización de pruebas necesarias en el proyecto	Contrato por servicio	29 may 2021	29 jun 2021
8	Proveedores	Compra de materiales	Contrato Compra de Materiales	4 ene 2021	15 jun 2021
9	Seguridad y limpieza	Mano de obra	Contrato por personal	4 ene 2021	29 jun 2021

Fuente: Elaboración Propia.

## BIBLIOGRAFÍA

- BID. (2013). *Tratamiento de aguas residuales en Mexico*. Obtenido de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Tratamiento-de-aguas-residuales-en-México.pdf>
- Cerem Comunicación. (2019). *Multa para España por el incumplimiento de la Directiva 91/271/CEE*. <https://www.cerem.es/blog/vertidos-sin-depurar-comienzan-las-sanciones>
- CESCCO. (2006). *Bienvenido a CESCCO*. <http://www.miambiente.gob.hn/cescco/quien-somos/>
- Cerem Business School. (08 de 2019). Vertidos sin Depurar, Cmienzan las Sanciones. Obtenido de <https://www.cerem.es/blog/vertidos-sin-depurar-comienzan-las-sanciones>
- Definicion.de. (2020). *Definición de laboratorio—Qué es, Significado y Concepto*. <https://definicion.de/laboratorio/>
- European Union. (2013). *Report from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the committee of the regions*. <https://ec.europa.eu/environment/water/water-urbanwaste/implementation/pdf/7th%20Report%20on%20the%20implementation%20of%20Directive.pdf>
- EcoInventos. (18 de diciembre de 2018). Obtenido de <https://ecoinventos.com/planta-italiana-tratamiento-aguas-residuales-autoconsumo>.
- Espinal, A. M., & Flores, M. R. (2014). *Determinacion de Contaminacion en la Micro cuenca de Campisa*. San Pedro Sula.
- El heraldo. (6 de abril de 2017). Obtenido de <https://www.elheraldo.hn/tegucigalpa/1059738-466/honduras-m%C3%A1s-de-600000-capitalinos-sin-servicio-de-aguas-negras>
- (Ente Regulador de los servicios de agua potable y saneamiento, 2015). Obtenido de [http://observatoriodescentralizacion.org/descargas/wp-content/uploads/2017/08/indicadores\\_2015.pdf](http://observatoriodescentralizacion.org/descargas/wp-content/uploads/2017/08/indicadores_2015.pdf)
- Eduardo Ronzano, & Dapena, J. L. (2002). *Tratamiento Biologico de las Aguas Residuales*. España: PRIDESA.
- FOCARD-APS. (2013). *Gestión de las Excretas y Aguas Residuales en Centroamérica y República Dominicana*. [https://www.sica.int/documentos/gestion-de-las-excretas-y-aguas-residuales-en-centroamerica-y-republica-dominicana-diagnostico-regional\\_1\\_79739.html](https://www.sica.int/documentos/gestion-de-las-excretas-y-aguas-residuales-en-centroamerica-y-republica-dominicana-diagnostico-regional_1_79739.html)

- Francescutti, P. (2008). *Árboles contra el mal olor* / *soitu.es*.  
[http://www.soitu.es/soitu/2008/08/21/medioambiente/1219310159\\_538382.html](http://www.soitu.es/soitu/2008/08/21/medioambiente/1219310159_538382.html)
- INE, XVII Censo de Población y VI de Vivienda. (2013). *PROYECCIONES DE POBLACIÓN POR DEPARTAMENTO 2013-2030*. Cortes, Honduras.
- Irish Standard. (2004). *Air Quality: Determination of Odour Concentration by Dynamic Olfactometry*. [https://infostore.saiglobal.com/en-us/standards/une-en-13725-2004-10778\\_SAIG\\_AENOR\\_AENOR\\_24112/](https://infostore.saiglobal.com/en-us/standards/une-en-13725-2004-10778_SAIG_AENOR_AENOR_24112/)
- Ley general de Aguas. (2009). Obtenido de [https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam\\_files/ley-general-de-aguas-2009.pdf](https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/ley-general-de-aguas-2009.pdf)
- Levy, O. M., & Torres Garza, T. J. (2014). *AFECCIONES DE LOS POBLADORES DE LA MICROCUENCA CANAL CAMPISA (MCC) Y RIESGOS SANITARIOS*. San Pedro Sula.
- Ley general de Aguas. (2009). Obtenido de [https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam\\_files/ley-general-de-aguas-2009.pdf](https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/ley-general-de-aguas-2009.pdf)
- Nacer en Honduras. (2010). Clima de Honduras. Obtenido de <https://nacerenhonduras.com/2010/05/el-clima-de-honduras.html>
- Pan American Health Organization: PAHO/WHO. (2012). *Propuesta de lineamiento para la vigilancia sanitaria y ambiental del impacto de los olores ofensivos en la salud y calidad de vida de las comunidades expuestas en áreas urbanas*. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/impacto-olores-ofensivos-salud.pdf>
- Sandoval, D. (2018). *Auditorías Ambientales en Honduras, la Experiencia del CESCO*. 85.
- SECOPT-JICA. (1994). *Categorías de aguas de acuerdo a su nivel de contaminación*. <https://www.jica.go.jp/english/about/history/index.html>
- Secretaria de Salud Pública. (1996). *Norma Técnica para Descarga de Aguas Residuales*.
- UNESCO. (2017). The United Nations World Water Development Report 2017. *WASTEWATER THE UNTAPPED RESOURCE*.
- ONU. (2017). *Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas 2017*. Sec. Obtenido de [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247553\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247553_spa)
- ONU para la Alimentación y la Agricultura. (2014). *Los ríos de América Latina, entre los más contaminados del mundo*. Obtenido de <http://www.fao.org/home/es/>

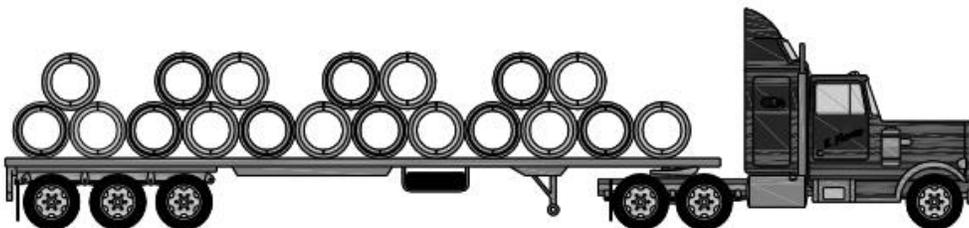
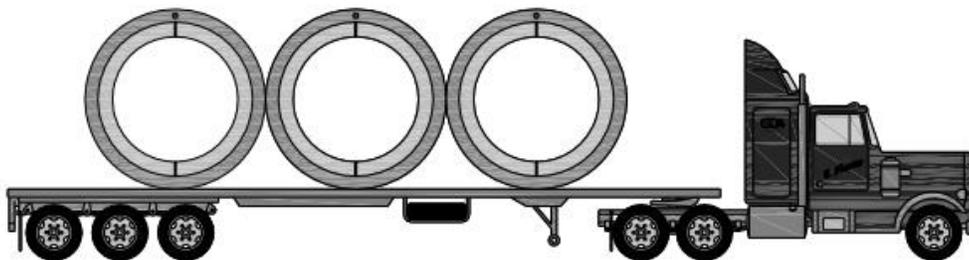
- OPS. (2012). *LINEAMIENTO PARA LA VIGILANCIA SANITARIA Y AMBIENTAL DEL IMPACTO DE LOS OLORES OFENSIVOS EN LA SALUD Y CALIDAD DE VIDA DE LAS COMUNIDADES EXPUESTAS EN AREAS URBANAS*. Bogota.
- Pimentel, H. R. (2017). Las aguas residuales y sus efectos contaminantes. Obtenido de <https://www.iagua.es/blogs/hector-rodriguez-pimentel/aguas-residuales-y-efectos-contaminantes>.
- Reglamento Nacional de Descarga y Reutilización de aguas residuales. (2009). *REGLAMENTO NACIONAL DE DESCARGA Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES*.
- Sampieri, R. H. (2010). *METODOLOGÍA de la investigación* (Quinta ed.).
- Sewervac. (2019). Obtenido de [www.sewervac.es](http://www.sewervac.es)
- Texas Commission on Environmental Quality. (2016). Obtenido de <https://www.tceq.texas.gov/>
- Torrente, S. Y. (Febrero de 2018). Influencia del pH en la eficiencia del tratamiento de aguas. Obtenido de [https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/20315/YanezTorrente\\_Sandra\\_TFG\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/20315/YanezTorrente_Sandra_TFG_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Universidad de Córdoba. (2020). Cómo transformar el lodo de las aguas residuales en abono. Obtenido de <https://www.agenciasinc.es/Noticias/Como-transformar-el-lodo-de-las-aguas-residuales-en-abono>,
- Yee-Batista, C. (2013). Un 70% de las aguas residuales de Latinoamérica vuelven a los ríos sin ser tratadas. *Grupo Banco Mundial*.

## ANEXOS

### ANEXO 1. TUBERIAS REFORZADAS



### ANEXO 2. TRANSPORTE DE TUBERIAS REFORZADAS



**ANEXO 3. DESCARGA CON GRUA DE TUBERIAS REFORZADAS**



**ANEXO 4: CANAL CHOTEPE SECTOR SURESTE S.P.S.**



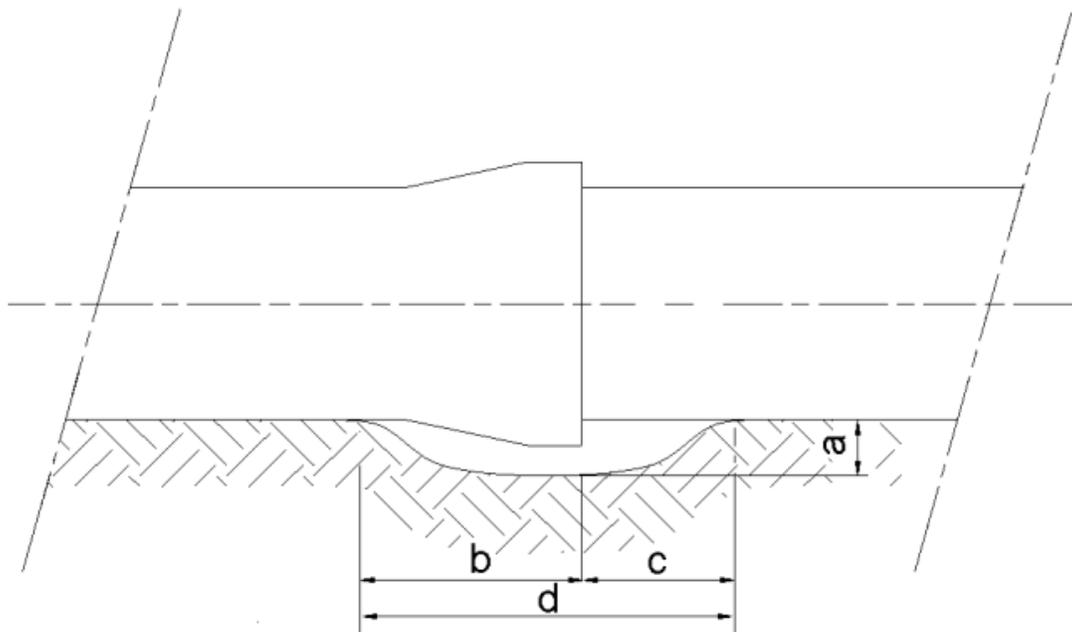
ANEXO 5: EMBAULADOS CON TUBERIAS REFORZADA PREFABRICADA



ANEXO 6: ANCHURA MINIMA DE ZANJA DE ACUEDO AL DIAMETRO DEL TUBO

Diámetro nominal mm	Diámetro exterior del cuerpo del tubo "De" mm	Ancho nominal de zanja "B" mm
760	940	2 140
910	1 116	2 316
1 070	1 295	2 495
1 220	1 473	2 673
1 520	1 828	3 028
1 830	2 196	3 396
2 130	2 556	3 756
2 440	2 896	4 096

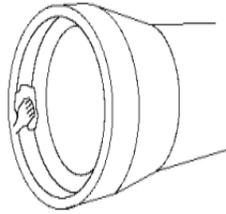
## ANEXO 7: CONCHAS DE ENCHUFE PARA TUBERIA



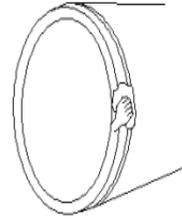
## ANEXO 8: DIMENSIONES RECOMENDADAS PARA CONCHAS DE ENCHUFE

Diámetro nominal del tubo mm	"a" cm	"b" cm	"c" cm	"d" cm
760	14,0	39,5	12,5	52,0
910	16,5	44,0	12,5	56,5
1 070	16,5	43,0	12,5	55,5
1 220	18,0	47,0	12,5	59,5
1 520	6,0	28,0	15,0	43,0
1 830	6,0 *	30,5 *	17,0	47,5
2 130	*	*	17,0	17,0
2 440	*	*	17,0	17,0

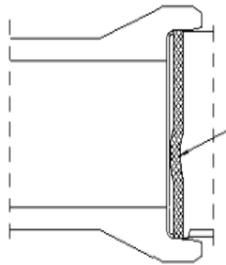
## ANEXO 9: PROCEDIMIENTO PARA INSTALACION DE JUNTAS



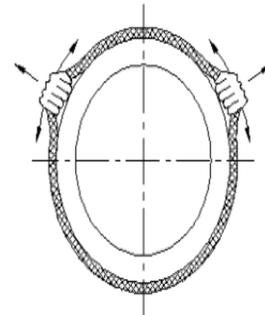
Limpiar cuidadosamente la superficie de la extremidad campana



Limpiar cuidadosamente la superficie de la extremidad espiga



Una tensión desigual de la junta de hule puede provocar fugas



Ajustar la junta cuidadosamente, igualando la tensión del hule.