

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

TEMA:

**Presas inflables para controlar las inundaciones de Guayaquil y la
contaminación en Los Ríos urbanos**

AUTOR:

Pin Rivera, Whitman Steeven

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
Ingeniero Civil**

TUTOR:

Colón Gilberto Martínez Rehpani

Guayaquil, Ecuador

11 marzo del 2021



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Pin Rivera Whitman Steeven** como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Civil**.

TUTOR

f. 

Ing. Martínez Rehpani Colón Gilberto, Mg. Sc. Phd (e)

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

Ing. Alcívar Bastidas Stefany Esther, Ms. Sc

Guayaquil, a los 11 días del mes de marzos del año 2021



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Pin Rivera Whitman Steeven**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Presas inflables para controlar las inundaciones de Guayaquil y la contaminación en los ríos urbanos** previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 11 días del mes de marzos del año 2021

EL AUTOR:

f. _____
Pin Rivera Whitman Steeven



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
AUTORIZACIÓN

Yo, **Pin Rivera Whitman Steeven**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Presas inflables para controlar las inundaciones de Guayaquil y la contaminación en los ríos urbanos**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 11 días del mes de marzos del año 2021

EL AUTOR:

f. _____
Pin Rivera Whitman Steeven

REPORTE URKUND



Urkund Analysis Result

Analysed Document: Trabajo Titulación B2020 Pin Whitman.pdf (D98481079)
Submitted: 3/16/2021 6:18:00 AM
Submitted By: claglas@hotmail.com
Significance: 4 %

Sources included in the report:

40018ee142fd9396a391b5ba8889dd40ce1f9886.pdf (D75893418)
Examen Complexivo Aurelio Vera.pdf (D20832403)
<http://aldf.gob.mx/archivo-027a57875ea54db65fb86646226b9611.pdf>
<https://www.semanticscholar.org/paper/Operating-Experience-of-Inflatable-Dam-for-Control-She-Wong/2efe68b5afa541ecdb37fc1edd46068be827386>
<http://www.arquitecturaenacero.org/uso-y-aplicaciones-del-acero/soluciones-constructivas/tablestacas-una-colaboracion-efectiva-del>
<https://www.epn.edu.ec/wp-content/uploads/2018/08/LOES.pdf>
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/480>
<http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/27783>
https://uamenlinea.uam.mx/materiales/licenciatura/hidrologia/principios_fundamentos/libro-PFHS-05.pdf
<https://www.eluniverso.com/guayaquil/2018/06/06/nota/6795557/contaminacion-estero-miradia-ambiente/>
<https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
<https://www.redalyc.org/pdf/259/25914104.pdf>
<https://navegacion.tripod.com/webonmediacontents/10.7%20Mareas%20y%20corrientes%202020.pdf>
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/29768/1/Tesis%20I.%20M.%20518%20>

TUTOR

f.

Ing. Martínez Rehpani Colón Gilberto, Mg. Sc. Phd (e)

AGRADECIMIENTOS

Agradezco sobre todas las cosas a Dios por darme la oportunidad de seguir adelante con mi vida y poder culminar una de mis metas planteadas por el año 2016 desde que pisé por primera vez la universidad.

A mi familia, hermanos y amigos. Que han estado en los buenos y malos momentos. Que supieron ayudarme al crecimiento no tanto educativo si no espiritual y porque no a mí el autor de este escrito. El tiempo que transcurrió no fue en vano he aprendido muchas cosas y las llevo en el corazón y en el alma, estas situaciones que han formado mi carácter y que me ayudaron a formarme como el ser humano que hoy en día soy.

Agradezco a mi tutor el Ingeniero Gilberto Martínez, por ser, no solo un docente más, si no una persona quien cree en el potencial de la juventud y fomenta mucho el compromiso social y ambiental.

Whitman Pin Rivera

DEDICATORIA

Este escrito va dedicado a mi familia y a Dios. A mi madre Priscila Rivera, quien, si no fuera por su motivación diaria en los momentos de flaqueza, no podría haber llegado hasta este punto de mi carrera, se merece varios libros con diferentes tomos para llegar expresar el 1% de lo que quisiera expresar.

A mi padre Whitman Pin, quien es y será el pilar fundamental para la incursión en todo lo que me plantee. Él es una de las personas a quien más admiro tanto como hijo, esposo, padre y profesional. Espero poder llevar su nombre en alto y que se sienta orgulloso de ello. Por último, y no menos importante, a mis hermanos quienes lo amo infinitamente.

Whitman Pin Rivera



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

Ing. Stefany Alcívar Bastidas, M.Sc.
DIRECTORA DE CARRERA

f. _____

Ing. Clara Glas Cevallos, MSc.
COORDINADOR DEL ÁREA

f. _____

Ing. Fernando Javier Plaza Vera, PhD
OPONENTE

ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	2
INTRODUCCIÓN	2
1.1 Antecedentes	3
1.2 Planteamiento del Problema.....	6
1.3 Situación problemática.....	6
1.4 Justificación.....	7
1.5 Objetivos	8
1.5.1 Objetivo general.....	8
1.5.2 Objetivos específicos	8
CAPÍTULO II	9
MARCO TEÓRICO	9
2.1 MARCO LEGAL.....	9
2.1.1 Constitución Nacional de la República del Ecuador	9
2.1.2 Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental	11
2.1.3 Código Orgánico del Ambiente	11
2.1.4 Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021: Todo una Vida.....	12
2.1.5 Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas.....	13
2.1.6 Ley Orgánica Reformatoria a Ley Orgánica de Educación Superior (LOES)	14
2.1.7 Estatuto de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil....	15
2.1.1 Planificación Estratégica Institucional 2017-2021	16
2.2 MARCO TEÓRICO.....	17
2.2.1 Precipitaciones	17
2.2.2 Condiciones de Lluvias en la ciudad de Guayaquil	17
2.2.3 Mareas	18

2.2.3.1 Terminología Básica	18
2.2.4 Condiciones de Mareas en la ciudad de Guayaquil.....	18
2.2.5 Contaminación del agua	19
2.2.6 Contaminación del Estero Salado al Golfo de Guayaquil.....	20
2.2.7 Energía Renovable	21
2.2.7.1 Tornillo de Arquímedes.....	22
2.2.7.2 Turbina de Tornillo de Arquímedes	23
2.3 Presas.....	23
2.4 Presas Inflables.....	24
2.4.1 Historia	24
2.4.2 Presas Inflables: Conceptualización	25
2.4.3 Tipos de Presas Inflables.....	26
2.5 Presas infladas con Aire.....	26
2.6 Presas infladas con Agua	27
2.7 Material.....	28
2.7.1 Caucho Reforzado	29
2.8 Sistema Automatizado de Inflado y Desinflado.....	30
CAPÍTULO III	31
METODOLOGÍA	32
3.1 Tipo de Investigación.....	32
3.2 Documental o Bibliográfica	32
3.2 Método Inductivo – Deductivo.....	32
3.3 Método histórico.....	32
3.4 Metodología del proceso	33
3.5 Enfoque Cualitativo.....	33
3.6 Presas Inflables a Nivel Mundial.....	34
3.7 Presas inflables en el Ecuador.....	35

3.7.1	Transvase Daule – Vines	35
3.7.2	Compuertas inflables	36
3.8	Presas Inflables en el Mundo	37
3.8.1	Parque fluvial del Besós – Barcelona	37
3.8.1.1	Mecanismo de Operación	39
	Las zonas húmedas	39
	La zona de uso público	39
3.8.2	Hong Kong	40
3.8.2.1	Mecanismo de operación	41
3.8.3	Nueva York	42
3.8.3.1	Mecanismo de operación	42
3.9	Directrices teóricas y estratégicas para construcción de Presas inflables	43
3.9.1	Estudio topográfico	44
3.9.2	Suelos Blandos en Guayaquil	44
3.9.3	Estudio Hidrológico – Hidráulico	46
3.9.4	Tablestacado	46
3.9.5	Hormigón	47
3.9.6	Ataque Físico	48
3.9.7	Ataque Químico	48
3.9.8	Cimentación	49
3.9.9	Cargas consideradas para el diseño de base de hormigón	49
3.9.10	Pilotes metálicos con perfiles H.	50
3.9.11	Métodos de protección anticorrosiva para pilotes metálicos	51
3.9.12	Protección catódica	51
3.9.13	Ánodos de Sacrificio	51
3.10	Sistema de Anclaje	52

3.10.1	Anclaje en una sola línea.....	52
3.10.2	Anclaje de doble línea	52
3.11	Malla recolectora de Basura	53
3.12	Sismicidad de la zona de estudio.....	54
3.12.1	Vulnerabilidad de las estructuras en Guayaquil	55
CAPÍTULO IV		56
4.1	Presas Inflables en la ciudad de Guayaquil	56
4.2	Presas inflables Estero Salado.....	58
4.3	Alternativas de construcción de presas inflables.....	60
4.3.1	Alternativa de Cimentación.....	60
4.3.2	Alternativa de tipo de hormigón.....	61
4.3.3	Alternativa de tipo de anclaje.....	62
4.3.4	Alternativa de turbina de Arquímedes	63
4.3.5	Alternativa de recolección de desperdicios	64
4.3.6	Alternativa de tipo de desvió del rio	65
4.3.7	Alternativa de implementación en el Estero Salado.....	66
4.4	Ubicación de Presa Inflable en Estero Salado.....	67
4.5	Estudio Hidrológico	70
	Método Racional	70
4.6	Periodo de Retorno y Duración de precipitación	70
4.7	Coefficiente de Esguerrimiento	71
4.8	Área de Descarga	71
4.9	Ventajas de las presas inflables en Guayaquil.....	73
4.10	Planos esquemáticos.....	74
CAPÍTULO V		78
5.1	Conclusiones	78
5.2	Recomendaciones.....	79

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 80

Índice de Tablas

Tabla 1. Características principales de ciudades con Presas de cauchos	34
Tabla 2. Tabla de intensidad para un periodo de retorno y duración.....	70
Tabla 3. Tabla de coeficiente de escorrentías.	71

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Mapa Geográfico de Urdesa.....	7
Ilustración 2. Lluvias en la ciudad de Guayaquil.	17
Ilustración 3. Ubicación de la Ría Guayas en el mapa Geográfico del Ecuador.....	19
Ilustración 4. Contaminación del Estero Salado.....	20
Ilustración 5. Tornillo de Arquímedes.....	22
Ilustración 6. Turbina de tornillo de Arquímedes.....	23
Ilustración 7. Proyecto Hidroeléctrico Agoyán ubicado en la ciudad de Tungurahua - Río Pastaza.	24
Ilustración 8. Presa inflable ubicado en el Río Nakdong-gang, Andong, Corea del Sur, una de las presas más grandes construidas.....	25
Ilustración 9. Esquema básico de presa de caucho inflada con Aire.....	27
Ilustración 10. Esquema básico de presa de caucho inflada con Agua.	28
Ilustración 11. Componentes de las presas de goma.	28
Ilustración 12. Esquema básico de presa de caucho Inflada.....	30
Ilustración 13. Esquema básico de presa de caucho desinflada.	30
Ilustración 14. Esquema básico del Sistema de Control Automático para presas inflables.....	31
Ilustración 15. Presas Inflables Proyecto Daule- Vinces, estación derivadora Junquillo.....	36
Ilustración 16. Parque Fluvial del Besós ubicado en Barcelona - España.....	37
Ilustración 17. Distribución de las tres zonas del Parque Fluvial del Besós, Zonas Húmedas, Zona de Uso Publica y Desembocadura.	38
Ilustración 18. Zona de uso Público Parque fluvial del Rio Besós.	39
Ilustración 19. Mapa de la ubicación de las presas inflables en Hong Kong.	40
Ilustración 20. Presa inflable en Río Shanbei - Hong Kong.....	41
Ilustración 21. Presa Inflable New York.	43
Ilustración 22. Mapa de zonas potencialmente inundables en el Ecuador.	44
Ilustración 23. Zona de Estudio, Estero Salado.....	45
Ilustración 24. Pilotes de acero en forma de H.....	50
Ilustración 25. Esquema de Ánodo de Sacrificio implementado en pilotes metálicos. Implementado en pilotes metálicos.....	51
Ilustración 26. Anclaje en una sola línea.....	52

Ilustración 27. Anclaje en doble línea.	53
Ilustración 28. StormX Netting Trash Trap o Malla recolectora de Basura.	54
Ilustración 29. Mapa de Riesgo sísmico del Ecuador.	55
Ilustración 30. Presa urbana Caterpillar - Urdenor sobre un ramal del Estero Salado ubicado en la calle, Diagonal a la gasolinera "Primax" en la Avenida Juan Tancamarengo.	56
Ilustración 31. Presa urbana Quisquís ubicado en el Canal Guajiro - Mapasingue Este, Complejo Deportivo Mapasingue ubicado en la Vía Daule.	57
Ilustración 32. Ubicación del Tramo del Estero Salado a analizar desde Mapasingue Este - Urdesa.	58
Ilustración 33. Ubicación del Tramo del Estero Salado a analizar desde Mapasingue Este - Urdesa.	59
Ilustración 34. Implementación de pilotes metálicos para la construcción de presas inflables.	60
Ilustración 35. Bosquejo de Tipo de hormigón resistente a condiciones marinas.	61
Ilustración 36. Bosquejo de Tipo de hormigón resistente a condiciones marinas.	62
Ilustración 37. Bosquejo de turbina o tornillo de Arquímedes para la obtención de energía renovable.	63
Ilustración 38. Bosquejo de turbina o tornillo de Arquímedes para la obtención de energía renovable.	64
Ilustración 39. Bosquejo de implementación de ataguía de desvío metálico.	65
Ilustración 40. Bosquejo de desinflado de presas de caucho en el Estero Salado, Puente "Las Monjas".	66
Ilustración 41. Bosquejo de inflado de presas de caucho en el Estero Salado, Puente "Las Monjas".	66
Ilustración 42. Ubicación de las presas inflables en los puntos de estudio en el tramo del Estero Salado.	67
Ilustración 43. Ubicación del Punto 2 a la altura del Centro Comercial Alban Borja.	68
Ilustración 44. Punto 1 Presa Quisquis - Mapasingue Este, Complejo Deportivo Mapasingue ubicado en la Vía Daule.	68
Ilustración 45. Tramo de Estudio punto 1, 2, 3.	69
Ilustración 46. Punto 3 Puente "Las Monjas".	69
Ilustración 47. Subcuenca hidrográfica al área de estudio del tramo Estero Salado.	72

Ilustración 48. Ubicación de la Presa de caucho Puente del Alban Borja.....	74
Ilustración 49. Ubicación de la Presa de caucho Puentes “Las Monjas”.	74
Ilustración 50. Vista en 3D Presa inflable con su losa de hormigón armado.....	75
Ilustración 51. Vista en planta de presa inflable.....	75
Ilustración 52. Vista frontal de la presa inflable.....	75
Ilustración 53. Detalle de los pilotes metálico a lo largo de la estructura.	76
Ilustración 54. Vista lateral de la presa inflable con el respectivo doble línea de anclaje.	76
Ilustración 55. Detalle de tipo de pernos a usar para el anclaje del cuerpo de goma.	77

RESUMEN

La inundación es el fenómeno climatológico más común de la ciudad de Guayaquil, en especial por los cuerpos hídricos que conforman la ciudad. Sin embargo, el crecimiento poblacional acelerado sin una planificación urbanística adecuada ha incrementado el riesgo de sufrir mayores daños y pérdidas en caso de un evento como ese; puesto que a medida que la población aumenta, el uso de recursos y, por ende, la contaminación por desechos también incrementa. Generando la necesidad de desarrollar soluciones efectivas que mitiguen los efectos de la inundación, por tal razón, se propone la instalación de una estructura de presas inflables en el sector de Urdesa donde se ubica una parte del Estero Salado. Estas presas inflables son de fácil construcción, pues consta de una estructura de goma en dirección transversal del río que, mediante un sistema automatizado, infla y desinfla la estructura de acuerdo con las necesidades de la obra, como son: el control de inundaciones y retención de residuos para reciclaje. Esta tecnología existe desde los años 50 en Europa y Estados Unidos se ha diseñado en distintas ciudades en el mundo, donde se analizó los casos de Barcelona, Hong Kong y Nueva York, puesto que comparten condiciones similares con la ciudad de Guayaquil. Lo que sirvió como base para desarrollar las directrices y esquemas teóricos necesarios que lleve a la implantación de un sistema de alivio para las inundaciones naturales adaptado al sector en cuestión, demostrando la viabilidad del estudio.

Palabras claves: presas inflables, Estero Salado, contaminación, medio ambiente, basura, inundación.

ABSTRACT

Flooding is the most common climatic phenomenon in Guayaquil, in particular, because of the water bodies that make up the city. However, accelerated population growth without proper urban planning has increased the risk of further damage and loss in case of such an event; then according as the population increases, the use of resources and therefore waste pollution also increases. So, it generates the need to develop efficient solutions to alleviate the effects of the flood, then it is propounded to install a structure of inflatable dams in Urdesa where a stretch of the Estero Salado is situated. These inflatable dams are easy to build since they consist of a rubber structure along the river's width that, employing an automated system, inflates and deflates the framework according to the project needs, such as flood control and waste management. This technology has existed since the '50s and has been used in different cities worldwide, so Barcelona, Hong Kong, and New York's cases were analyzed, since they share similar conditions as Guayaquil. It has served as a basis to develop the necessary guidelines and theoretical schemes that lead to the implementation of a relief system for natural floods adapted to the selected stretch, demonstrating the feasibility of the study.

Keywords: Rubber dams, Estero Salado, contamination, environment, trash, flooding.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es una variación que afecta a la Tierra, esto se debe a la acción del ser humano y la construcción de estructuras lo que conlleva alteraciones en el medio ambiente. Por consiguiente, la implementación de alternativas amigables es importante para la reducción de estos cambios. Esto se ve reflejado en la construcción de presas tradicionales, el cual afecta a la morfología de los ríos donde se construyen.

Por esta razón, la implementación de presas inflables ayudará a reducir el impacto ambiental en el cuerpo de agua donde se instale, protegiendo la biodiversidad (flora y fauna) del sitio y la propiedad de las asentaciones de los alrededores, cumpliendo el objetivo principal de su aplicación que pueden ser: retención, control de inundaciones o avenidas, derivación o almacenamiento.

En el Ecuador se desconoce la implementación de presas inflables por lo que la implementación en ciudades con problemas como son las inundaciones serias fundamental para el desarrollo del sector es el caso de la ciudad de Guayaquil donde el fenómeno de inundaciones es muy mencionado y conlleva a pérdidas humanas y materiales.

El propósito de esta investigación es ubicar un cuerpo hídrico que nazca o pase por la malla urbana donde se implementarán las presas facilitando la instalación de defensas en las áreas de influencia de las subcuencas hidrográficas que afectan a Guayaquil, protegiéndola de las amenazas de eventos climáticos extremos, como la inundación natural y el incremento de contaminación en los cuerpos de agua.

1.1 Antecedentes

La inundación es el desastre natural con mayor riesgo de ocurrencia en el mundo, generando estragos a nivel social, económico y ambiental. Aproximadamente 1200 millones de personas son propensas a este fenómeno. Asimismo, se pronostica que para el 2050 sean 1600 millones, alrededor del 20% de la población mundial, quienes se vean afectadas por este fenómeno, esto en comparación con otros desastres naturales tales como: huracanes, terremotos, erupciones volcánicas, deslizamientos de tierras, sequías e incendios forestales, según datos obtenidos por la Organización de la Naciones Unidas (ONU, 2020).

Ahora, al comprenderse a las inundaciones, como el espacio que puede ocupar el agua en áreas libres, provocadas por lluvias de alta intensidad, desbordamientos de esteros y ríos, además del incremento de marea en la zona costera (Fares, 2017), se denota que estas características se ajustan a las condiciones que viven en Sudamérica y el Caribe, explicando porqué se ven tantos casos de este fenómeno en la región; que, añadido a los asentamientos irregulares cerca de ríos (puesto que estas zonas proveen a los residentes de agua para su uso doméstico y eliminación de sus propios desechos), ocasionan contaminación y agravan la incidencia de inundaciones.

Los últimos 20 años se han registrado 548 fenómenos, obteniendo pérdidas de 1000 millones de dólares afectando a más de 53 millones de personas a nivel de América Latina y el Caribe (ONU, 2020). De acuerdo con el estudio realizado por Reguero, Losada, Díaz-Simal, Méndes y Beck, (2015) sobre los factores que contribuyen a las inundaciones costeras en Latinoamérica y el Caribe, logra establecer que, efectivamente, “la ciudad de Guayaquil presenta todas las condiciones (localización geográfica, concentración de la población, densidad urbana y medio construido), que la hace estar altamente expuesta a las inundaciones que serán cada vez más frecuentes e intensas en un contexto de cambio climático” (p. 35).

La ciudad de Guayaquil se encuentra en la provincia del Guayas asentada al margen de la Ría con el mismo nombre, con acceso al Océano Pacífico mediante los distintos ramales o brazo de mar del interior del estuario del Golfo de Guayaquil. Construida sobre planicies, llanuras, zonas de manglar y de esteros. Consta de una población de 2'350,915 habitantes, según el último censo del 2010 (INEC, 2010).

La tasa de crecimiento de 4.33% a vivienda (INEC, 2010), incremento poblacional, una de las principales causas para la contaminación ambiental ocasionado por la construcción de infraestructuras con fines industriales, de vivienda, recreacionales y comerciales, lo que colapsa el sistema de alcantarillado sanitario y ocasiona inundaciones en distintos puntos bajos y cercanos a los esteros, refiriéndose a los asentamientos por el Estero Salado. De igual manera, cuando el periodo de lluvias intensas y el incremento de la marea coinciden agrava la problemática de inundaciones en la ciudad de Guayaquil, impidiendo la capacidad de descarga de los sistemas de drenaje de alcantarillado y aguas lluvias (M.I. Municipalidad de Guayaquil & Consorcio Lahmeyer Cimentaciones, 2000).

Según el estudio de Reguero *et al* (2015), da la pauta a una problemática que se viene dando desde hace más de 5 años: las inundaciones en la ciudad de Guayaquil, demostrando la necesidad de generar nuevos proyectos, ideas o iniciativas para mitigar el impacto de las inundaciones en la ciudad y ver un camino que ayude Guayaquil en ser un referente para el resto de las ciudades que sufran eventos similares. Desde el punto de vista geomorfológico, el Estero Salado es una bahía lateral o adyacente del delta en cual forma de la Ría Guayas que desemboca entre los territorios de Guayaquil y la Isla Puná.

El delta se conforma por un grupo de islas que se encuentran en formación a su vez se encuentra rodeada de manglar y esteros de agua salobre, que van desde la ciudad de Guayaquil hasta el Estero Puná. El sistema estuarino de la Ría Guayas y el Estero Salado está influenciado por corrientes oceánicas, flujo y reflujo de mareas, por el ingreso de agua tropical calidad de una salinidad baja procedente del norte y aguas subtropicales frías y salinas provenientes del sur (M.I. Municipalidad de Guayaquil & Consorcio Lahmeyer Cimentaciones, 2000).

Por lo tanto, el Estero Salado, al ser considerado como un brazo de mar ubicado en la ciudad de Guayaquil sujeto a las acciones de flujo-reflujo de las mareas, sumado al incremento poblacional, industrial e infraestructuras, presenta complicaciones en la introducción y circulación de agua nueva del mar abierto; además de obstruir la descontaminación natural del ramal, lo que provoca el colapso y taponamiento de los sistemas de alcantarillado sanitario y, en consecuencia, grandes inundaciones (M.I. Municipalidad de Guayaquil & Consorcio Lahmeyer Cimentaciones, 2000).

Otro factor esencial por conocer, sobre cómo se generan las inundaciones en la ciudad de Guayaquil, es la climatología en el sector de análisis que se presenta en dos estaciones al año, las cuales son: estación seca, comprendida entre los meses de junio a septiembre. La segunda estación se denomina lluviosa, comprendida durante los meses de diciembre a mayo. El promedio anual de precipitaciones registradas en el año fue de 327.7 mm en la zona de Guayaquil, estos datos obtenidos de la página oficial del Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada tienen como referencia el periodo de 1981 hasta el 2010 (Trewin , 2007).

El enfoque de la investigación es evaluar el efecto socioambiental que ocasiona las mareas, lluvias y la contaminación de una zona determinada del sector norte de Guayaquil, donde se ubica el Estero Salado, brazo de mar el cual es influenciado por el incremento de marea y de las lluvias generadas en los meses de diciembre hasta abril que, eventualmente, son descargadas al alcantarillado pluvial ocasionando desbordes en el sistema y en el de inundaciones que afectan al sector aledaño al brazo de mar (CAF, 2014).

A lo largo del Estero Salado se encuentra sedimentos aluviales cuaternarios producto de las inundaciones del Río Daule, el material que se encuentra es tipo arcilloso – limoso, pero en su mayoría predominan las arenas. La zona donde se encuentra el estero se denomina bosque húmedo tropical y matorral desértico tropical, posee una extensión de manglar de bosque tipo ribereña (Fundación Guayaquil Siglo XXI, 2005).

El Estero Salado, gran parte ubicado en la ciudad de Guayaquil, es un brazo de mar influenciado por el incremento de marea y de las lluvias generadas durante los meses de diciembre hasta abril que son descargadas al alcantarillado pluvial ocasionando desbordes en el sistema y en el de inundaciones que afectan al sector aledaño al brazo de mar. El promedio anual de precipitaciones registradas en el año fue de 327.7 mm en la zona de Guayaquil, según el Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada estos datos tienen obtenidos en la página oficial tienen como referencia las normales del periodo de 1981 hasta el 2010 (INOCAR, 2017).

La climatología en el sector de análisis presenta dos estaciones al año, las cuales son: la estación seca, comprendida entre los meses de junio a septiembre, con un promedio mensual de precipitación varía entre un rango de 0.6 a 1.4 mm, en eventos extraordinarios como es el Fenómeno del Niño logra alcanzar hasta 623 mm en el mes de junio. La segunda estación se denomina lluviosa, la cual comprende los meses de

diciembre a mayo, con un promedio de precipitación mensual de 45 a 286.6 mm (M.I. Municipalidad de Guayaquil, 2008).

La elevación de la ciudad de Guayaquil no es favorable debido a que la ciudad se encuentra en un rango de 2 a 4 m.s.n.m, por lo que, es propenso a sufrir efectos negativos como:

a) Inundaciones debido al incremento de la marea cuando el océano posee niveles meteorológicos o climáticos.

b) Inundaciones debido a la gran cantidad de agua proveniente de las lluvias en las cuencas urbanas por encima de la tubería urbana (Reyes, 2010).

c) Sumado las inundaciones por mareas y lluvias, está la contaminación que existe en los cuerpos hídricos de la ciudad de Guayaquil por parte de la población, destruyendo la biodiversidad que existe en los sitios aledaños.

1.2 Planteamiento del Problema

En el sector de Urdesa, ubicado en la ciudad de Guayaquil, existe el riesgo de inundaciones que se presentan durante la temporada de lluvias afectando los sectores aledaños. La preocupación por parte de las autoridades debido a la problemática de las inundaciones y de contaminación se ve reflejada por las iniciativas y proyectos que se desarrollan en la urbe. No obstante, nos queda la interrogante:

¿Qué medidas se han desarrollado para mitigar el nivel de afectación en los sectores aledaños al Estero Salado por la zona de Urdesa durante la presencia de inundaciones y contaminaciones?

1.3 Situación problemática

La ciudad de Guayaquil se encuentra en la cuenca baja de la Ría Guayas, en confluencia por los Ríos Daule y Babahoyo, es una zona que geográfica e históricamente está expuesta a inundaciones. Desde el 2010 hasta el 2015 se tiene registrado en el cual la ciudad ha sufrido un total de 79 inundaciones las cuales tuvieron lugar en la parroquia Tarqui (Hernandez, 2017). El sector de Urdesa pertenece a la Parroquia Tarqui, es propenso a sufrir inundaciones, siendo objeto de estudio por parte de esta investigación para poder ubicar las presas inflables en sectores con la misma problemática.

Ilustración 1. Mapa Geográfico de Urdesa



Nota: El gráfico representa la zona de estudio ubicado en la ciudad de Guayaquil, el sector de Urdesa
Fuente: *Google Earth, 2020.*

1.4 Justificación

La ciudad de Guayaquil, al encontrarse en la cuenca baja de la Ría Guayas, en confluencia por los ríos Daule y Babahoyo, es un modelo adecuado para el estudio del fenómeno de las inundaciones, ya que cuenta con las condiciones idóneas tanto geográfica, urbanística, demográfica y/o climatológica, para encontrar soluciones creativas, ecológicas y, sobre todo, viables. Razón por la cual, se propone este trabajo de investigación: presas inflables para controlar las inundaciones en los ríos urbanos de la ciudad de Guayaquil.

Esta investigación se enfoca en los beneficios socioambientales aplicables en los diez cuerpos de agua que posee Guayaquil, estableciendo los sectores de Urdesa y Mapasingue Oeste como principales ejes geográficos. El resultado de esta investigación no solo ayudará a mitigar la problemática de las inundaciones y contaminación, sino a su vez reducirá el impacto social, pues generará la plusvalía de los alrededores de los cuerpos de agua.

Del mismo modo, haciendo uso de gráficas y esquemas ilustrativos, además a las presas inflables, o también conocidas como presas de caucho, y realizar un listado de las características como su funcionalidad, aspecto, modo de uso y facilidad de implementación, para demostrar la viabilidad de llevar a cabo la propuesta.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Estudiar y fundamentar la instalación de presas inflables en los cuerpos de agua de Guayaquil para lograr una regeneración ambiental, que incluya establecer los criterios para implantar un esquema o estrategia de alivio, que conduzca a reducir las inundaciones naturales de la ciudad a través del uso de estas defensas, mejorar el entorno social de cada cuerpo hídrico y revitalizar la calidad del agua.

1.5.2 Objetivos específicos

a) Realizar un levantamiento bibliográfico global y analizar 3 casos a nivel mundial, donde se implantó el sistema de presas inflables para el control pluvial y de mareas en ríos urbanos, en los que se están obteniendo resultados eficientes y viables.

b) Desarrollar las principales directrices y estrategias teóricas para un arreglo general con presas inflables, para los cuerpos hídricos de Guayaquil en sus zonas bajas, con una propuesta de implantación de un esquema de alivio para inundaciones naturales por aguas superficiales marinas y/o pluviales.

c) Definir un trecho de cuerpo hídrico de Guayaquil, donde posiblemente sea necesario proyectar una presa inflable, y realizar un levantamiento teórico de los factores estructurales que deberían ser llevados en consideración para su implementación, así como una relación de beneficios y dificultades que se podrían presentar cuando se intente disminuir el flujo de aguas superficiales marinas y/o pluviales, almacenadas temporalmente.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO LEGAL

El marco jurídico mencionado a continuación valida la realización del presente trabajo de estudio. Dichas regulaciones delimitan nuestro campo de acción, en especial, los que intervienen en los aspectos ambientales, con el fin de promover valores éticos en el desarrollo de la investigación.

2.1.1 Constitución Nacional de la República del Ecuador

Los lineamientos instituidos por la Asamblea Nacional (2008) concernientes al medio ambiente, deberes y derechos del estado con los habitantes los encontramos en la Constitución Nacional de la República del Ecuador y es el siguiente:

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (p. 13).

El Art. 14 manifiesta, como derecho constitucional del ciudadano, el acceso a vivir y desarrollarse en un ambiente saludable; manteniendo un equilibrio entre el buen vivir y el salvaguardar los ecosistemas y su biodiversidad. Por ende, tenemos como responsabilidad desarrollar nuevos modos de obtener un nivel óptimo de vida, sin dejar de ser ambientalmente sostenibles.

De la misma manera, el artículo 15, señala que: “El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto” (p. 13). De esta manera, el Estado incluirá a la población en la intención de mantener un estado limpio, con la incitación de objetivos y metas que puedan lograrse con la participación ciudadana, mediante el uso de los conocimientos y conjunto de técnicas para la disminuir los procesos contaminantes.

Al igual que en los artículos anteriores, refiriéndose a la posición del Estado en relación a las nuevas tecnologías frente al medio ambiente y el buen vivir, el artículo 66, numeral 27 señala: “El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza” (p. 29), haciendo saber a la población que el Estado reconoce y garantizará el derecho a residir en un entorno que cuente con los estándares óptimos de calidad de vida natural, en concordancia con la naturaleza, para asegurar su estabilidad y permanencia ecológica.

Además, la Asamblea Nacional Constituyente (2008) mediante la Carta Magna en su artículo 395 establece:

Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales: 1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado [...] que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras (p. 119).

Del artículo anteriormente mencionado, se entiende que el Estado continuará su desarrollo, pero tendrá en cuenta las regulaciones e imposiciones presentes en la Ley para mantener equilibrado el entorno natural, con la protección de los ecosistemas y mediante la proyección a los años futuros, comprometiéndose a cumplir los requerimientos de las próximas generaciones.

Por último, en concordancia con el artículo anterior, el artículo 396 señala:

Art. 396.- El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos [...] La responsabilidad por daños ambientales es objetiva [...] Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente (p. 119).

Entendiéndose que el Estado constitucional tomará medidas sancionatorias cuando se existan daños que amenacen al medio ambiente. Todos quienes se vean involucrados en los procesos que generen un impacto negativo en el ecosistema y la biodiversidad, serán igualmente responsables por esos daños, además de su respectiva recuperación.

2.1.2 Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental

De acuerdo con el Congreso Nacional (2004) mediante la Ley de Prevención y control de la Contaminación Ambiental establece:

Art. 6.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, [...] contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades (p. 2).

En este artículo se estipula que la responsabilidad que conllevan la descarga de residuos en cuerpos de agua sin que se sujeten a las regulaciones y ordenanzas pertinentes, se atenderán a medidas sancionatorias, puesta que su prohibición es absoluta. Por lo tanto, se establece que la presente norma tiene pertinencia con el proyecto, puesto que destaca las prohibiciones que nos corresponden al momento de llevar a cabo la propuesta en el Estero Salado.

2.1.3 Código Orgánico del Ambiente

La Asamblea Nacional del Ecuador (2017) en el Código Orgánico del Ambiente promueve:

Art. 6.- Derechos de la naturaleza. Son derechos de la naturaleza los reconocidos en la Constitución, los cuales abarcan el respeto integral de su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales [...]. Para la garantía del ejercicio de sus derechos, en la planificación y el ordenamiento territorial se incorporarán criterios ambientales territoriales en virtud de los ecosistemas [...] (p. 12).

En el momento que en la Constitución Nacional se destacó la importancia del medio ambiente como responsabilidad de todo ciudadano, produjo la necesidad de implementar una base legislativa que respalde a la naturaleza como un sujeto de derecho, por lo que se desarrolló el presente Código de Ambiente entre otros entes regulatorios. Y el artículo anterior resalta ese mismo concepto, la personificación de la naturaleza y sus derechos, lo que indica que existe un conjunto de normas que toda persona natural o jurídica debe acatar en pro de una convivencia integral y ecológicamente responsable.

Por otra parte, el artículo 7 menciona:

Art. 7.- Deberes comunes del Estado y las personas. Son de interés público y por lo tanto deberes del Estado y de todas las personas, comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades y colectivos, los siguientes:

1. Respetar los derechos de la naturaleza y utilizar los recursos naturales, los bienes tangibles e intangibles asociados a ellos, de modo racional y sostenible;

2. Proteger, conservar y restaurar el patrimonio natural nacional, los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país;

3. Crear y fortalecer las condiciones para la implementación de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático (p. 2).

El compromiso que tenemos como ciudadanos ecuatorianos, es el de obedecer cada una de las normas estipuladas en la Constitución y sus regulaciones adjuntas, por lo que, en tema de conciencia ambiental, todos tenemos una responsabilidad para/con ella. Por consiguiente, se demuestra que el propósito del trabajo de investigación tiene congruencia con esta misma ley, dado que la creación de una estructura que minimice el impacto del cauce del Estero para proteger la biodiversidad del sector cumple a lo descrito en cada numeral del artículo.

2.1.4 Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021: Todo una Vida

La Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (2017) en el objetivo 3 del Plan Nacional de Desarrollo 2017 – 2021: Toda una vida, menciona lo siguiente:

Objetivo 3: Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones [...] Para reducir la vulnerabilidad ambiental es urgente tomar acciones para el manejo responsable del patrimonio natural. Su biodiversidad terrestre y marina, para asegurar condiciones para la regeneración de los ciclos vitales, con especial énfasis en el agua.

El tercer objetivo del Plan Nacional propone una garantía de protección a los derechos de la naturaleza, mediante una política ambiental que se compromete en el manejo responsable del patrimonio natural, con especial enfoque en los recursos no renovables. Sin dejar de lado, el fortalecimiento de los derechos humanos desde un punto de vista inclusivo, a través de la equidad de género y la plurinacionalidad.

2.1.5 Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible por sus siglas (ODS) es una iniciativa organizada por las Naciones Unidas para erradicar la pobreza, proteger el planeta y garantizar a la población un mejor planeta para el 2030, consta de 17 objetivos que promueven los temas sociales, económicos y ambientales.

El objetivo número seis para el Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas (2019) menciona:

Objetivo 6.- Agua limpia y saneamiento. La escasez de agua afecta a más del 40 por ciento de la población mundial, una cifra alarmante que probablemente crecerá con el aumento de las temperaturas globales producto del cambio climático [...] La decreciente disponibilidad de agua potable de calidad es un problema importante que aqueja a todos los continentes. Cada vez más países están experimentando estrés hídrico, y el aumento de las sequías y la desertificación están empeorando estas tendencias. Se estima que al menos una de cada cuatro personas se verá afectada por escasez recurrente de agua para 2050. Con el fin de garantizar el acceso universal al agua potable segura y asequible para todos en 2030, es necesario realizar inversiones adecuadas en infraestructura [...].

Existe una estrecha relación entre el ser humano y el agua, es necesario para su desarrollo y subsistencia, por lo que su cuidado es imperativo. El objetivo 6 establece esa importancia y promueve estrategias para “garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos” (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2016, p. 7).

Según el Boletín 3 sobre los ODS en Ecuador y su rol del estado en su implementación (2018),

En Ecuador se han llevado a cabo esfuerzos importantes por parte de la Asamblea Nacional orientados a definir su rol con relación a la Agenda 2030, como un poder del Estado llamado a promover su implementación a través de la promulgación de leyes y normativas para acelerar el cumplimiento de los 17 ODS (p.4).

La agenda organizada del 2030 plantea 17 objetivos de desarrollos sostenibles (O.D.S), son un conjunto de indicadores para promover el avance en 3 diferentes áreas del desarrollo sostenible como son: económico, social y ambiental. Estas tres

principales directrices podrán ayudar al progreso sostenible de todos los países que lo adopten. Para el presente trabajo investigativo se cumple con tres de los objetivos a plantear según Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (2017) :

[...] **Objetivo 13.** Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.

Objetivo 14. Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.

Objetivo 15. Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestiona sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad [...] (pp. 72 - 84).

La implementación de mecanismos para reducir el cambio climático y sus efectos mediante planes establecidos por los países que se acoplan a la iniciativa de la ODS. La protección del ecosistema marino promoviendo medidas de restauración promovidos por el desarrollo constante de investigación para poder abarcar el tema del cambio climático ampliamente. Por último, fomentar al desarrollo para la conservación de la biodiversidad que el ecosistema de cada país posee (Organización Internacional del Trabajo, 2017).

2.1.6 Ley Orgánica Reformatoria a Ley Orgánica de Educación Superior (LOES)

El artículo 8 (Asamblea Nacional, 2018) indica que:

Art. 8.- [...]La Educación Superior tendrá los siguientes fines:

a) Aportar al desarrollo del pensamiento universal, al despliegue de la producción científica, de las artes y de la cultura y a la promoción de las transferencias e innovaciones tecnológicas [...]

d) Formar académicos y profesionales responsables, en todos los campos del conocimiento, con conciencia ética y solidaria [...]

f) Fomentar y ejecutar programas de investigación de carácter científico, tecnológico y pedagógico que coadyuven al mejoramiento y protección del ambiente y promuevan el desarrollo sustentable nacional en armonía con los derechos de la naturaleza constitucionalmente reconocidos [...]

h) Contribuir en el desarrollo local y nacional de manera permanente, a través del trabajo comunitario o vinculación con la sociedad;

i) Impulsar la generación de programas, proyectos y mecanismos para fortalecer la innovación, producción y transferencia científica y tecnológica en todos los ámbitos del conocimiento (p. 9).

2.1.7 Estatuto de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil

El Consejo Universitario de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (2018) mediante el Estatuto la UCSG adopta la misión de, “generar, promover, difundir y preservar la ciencia, la tecnología, el arte y la cultura, formando personas competentes y profesionales socialmente responsables para el desarrollo sustentable del país [...]” (p. 2).

De la misma manera, el Art. 3 menciona que:

Art. 3.- Son las responsabilidades sustantivas de la UCSG las siguientes:

- a. La producción del conocimiento científico y tecnológico [...]
- c. La gestión del conocimiento y los saberes de manera ética, crítica y prospectiva para la solución de los problemas de la sociedad [...] (p. 2).

Además, los fines del Estatuto de UCSG (2018) en el artículo 6 se estipula:

Art. 6.- Fines. – La UCSG se orienta a la consecución de los siguientes fines:

a. Formar, en todos los niveles, profesionales de excelencia con sólidos valores éticos y morales, conciencia reflexiva, responsabilidad social y ambiental; autonomía y liderazgo innovador, capacidades para asumir los desafíos de la sociedad en un mundo cambiante [...]

f. Generar producción científica, humanística y tecnológica a través de la investigación, la construcción de los aprendizajes y su transferencia, aportando al pensamiento universal y a los objetivos de los planes de desarrollo nacional, regional, local y sectorial, en el marco de la sustentabilidad [...]

h. Permanecer atenta al proceso de transformación e integración de las sociedades latinoamericana y mundial, colaborando con la defensa y protección ecológica y el desarrollo sostenible [...]

i. Realizar y participar en actividades que vinculen a la UCSG con la sociedad, a través de consultorías, asesorías, investigaciones,

transferencias tecnológicas, estudios, capacitación, intervenciones sociales y otros [...] (p. 3).

2.1.1 Planificación Estratégica Institucional 2017-2021

A pesar de existir seis dimensiones de pertinencia respecto a la organización del conocimiento de una institución, es la segunda dimensión la que nos concierne como trabajo de investigación:

[...]b. La dimensión tecnológica, dado los avances relacionados con las tecnociencias y la necesidad de construir una postura crítica y creativa frente a los efectos que produce este tipo de innovación. Así mismo, es de vital importancia esta dimensión para la pertinencia del sistema de educación superior con los nuevos horizontes de futuro de la sociedad ecuatoriana, en lo relacionado a la producción de modelos tecnológicos prototípicos a escala, que solucionen los problemas y desafíos de los territorios, en el marco del respeto al medio ambiente [...] (Comisión de Integración de Análisis, Diagnóstico y Contrucción del PEDI, 2017, p. 265).

A medida que el avance tecnológico desplaza su horizonte, obliga a la sociedad ecuatoriana a seguirle el paso. Por lo tanto, las instituciones educativas, en especial las que se desenvuelven dentro del campo de las tecnociencias, requieren hacer frente a tales retos con conocimientos y estudios que pongan esta innovación a servicio de la comunidad, mediante el desarrollo de modelos tecnológicos que respondan a las problemáticas que más acontecen en la actualidad y que, además, sean ambientalmente sustentables.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Precipitaciones

De acuerdo con Soriana & García (2020),

Se conoce como precipitación a la cantidad de agua que cae a la superficie terrestre y proviene de la humedad atmosférica, ya sea en estado líquido (llovizna y lluvia) o en estado sólido (escarcha, nieve, granizo). La precipitación es uno de los procesos meteorológicos más importantes para la Hidrología, y junto a la evaporación constituyen la forma mediante la cual la atmósfera interactúa con el agua superficial en el ciclo hidrológico del agua (p.2).

2.2.2 Condiciones de Lluvias en la ciudad de Guayaquil

En la región de la costa del Ecuador, el cambio climático se refleja con la presencia de eventos no recurrentes como “El fenómeno del Niño” y “El fenómeno de la Niña”. Estos fenómenos desarrollan intensas lluvias ocasionando deslizamientos e inundaciones. El perfil costanero donde se encuentra Guayaquil posee problemas de precipitaciones extraordinarias causando el incremento de los ríos dentro de las zonas. La corriente fría del Humboldt proveniente del sur y la corriente proveniente del Golfo de Panamá son los principales factores que afectan la distribución de las lluvias en Ecuador. Según La Organización Panamericana de la Salud, (2000) “La precipitación acumulada a lo largo del año, por ejemplo, Guayaquil excedió los 4.000 milímetros, según el INAMHI” (p.178).

Ilustración 2. Lluvias en la ciudad de Guayaquil.



Nota: Reproducida de “Intensa lluvia inunda calles y afecta tránsito vehicular en Guayaquil”, por Pesantes Enrique, 2018 (<https://www.elcomercio.com/actualidad/marea-lluvia-inundacion-calles-guayaquil.html>). Todos los derechos reservados [2018] por El Comercio.

2.2.3 Mareas

La marea es un cambio del nivel de mar que se produce principalmente por la fuerza de atracción gravitatoria que el Sol y la Luna ejercen sobre la Tierra. Esta atracción se manifiesta sobre todo el planeta, afectando a su parte sólida, líquida y gaseosa. Las mareas de la litosfera son datos despreciables para el estudio de inundaciones, a comparación los que ocurren en el océano en donde puede modificar el nivel en varios metros dependiendo de la fuerza de atracción (Mederos, 2009).

2.2.3.1 Terminología Básica

- **Bajamar:** nivel más bajo de marea.
- **Pleamar:** nivel más alto de marea.
- **Amplitud de marea:** diferencia entre bajamar y pleamar.
- **Altura de la marea:** Distancia vertical entre el nivel del mar y el nivel de reducción de sondas, en un determinado instante.
- **Altura de la bajamar:** Nivel más bajo alcanzado por la marea vaciante y el nivel de reducción de sondas.
- **Nivel medio del mar (N.M.M):** Promedio de todos los datos de bajamar y pleamar, con respecto al nivel que se realizan los levantamientos de una superficie terrestre (Leniz , 2020).

2.2.4 Condiciones de Mareas en la ciudad de Guayaquil

El efecto de las mareas sobre la ciudad de Guayaquil ocurre por el movimiento de la Tierra y la Luna, por atracción gravitacional se obtiene dos ciclos de marea cada día lunar; en pocas palabras, se obtiene dos pleamares y dos bajamares, lo que se conoce como Marea Semidiurna con una duración aproximada de 24.8 horas. Las condiciones en la onda de mar presentan variaciones diurnas pequeñas debido a que sus amplitudes no son iguales en dos ciclos de mareas consecutivas. Esto quiero decir que se presenta una pleamar más baja y una más alta, de igual manera ocurre en las bajamares.

Existe un aumento del rango de marea hacia la parte interna del estuario, esto debido a que la geometría y la fricción hidráulica sufre una deformación gradual a medida que ingresa al estuario. En el Golfo de Guayaquil, las pleamares ocurren al mismo instante y experimentan un progresivo retardo. En breves palabras, la marea que ingresa a Guayaquil, la pleamar, se produce con un retraso de 4 horas que en la entrada del golfo. Estos datos se obtuvieron por Interagua en el año 2003 y se

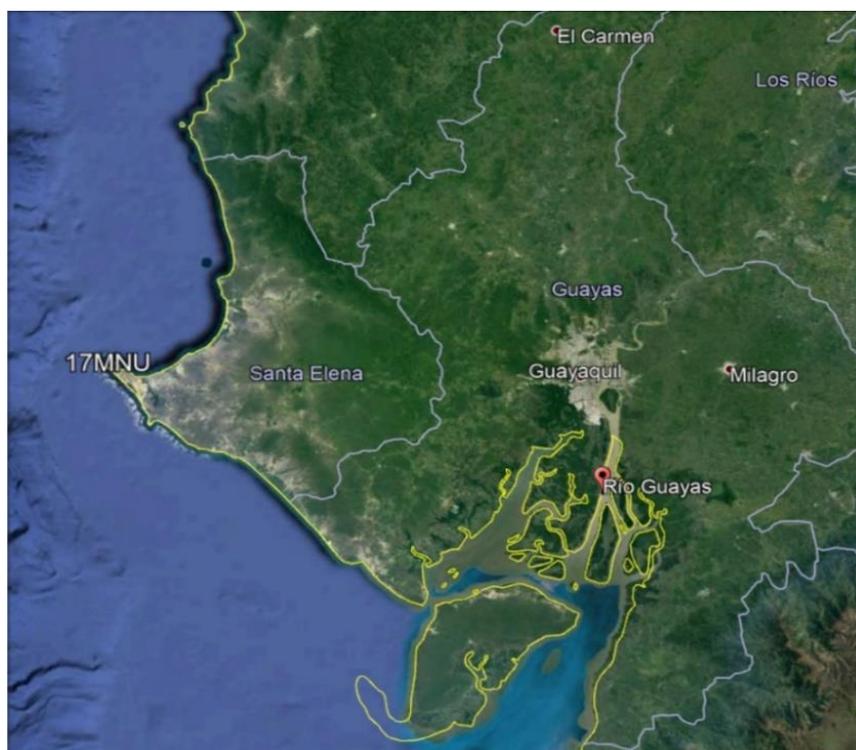
instalaron tres mareógrafos ubicados en el tramo Guayas – Daule, La Toma y en el Malecón 2000 y un punto intermedio entre ambos (Reyes, 2010).

La naturaleza ha proveído de todo lo que la humanidad ha requerido a lo largo de historia, permitiendo nuestra evolución. Sin embargo, esta evolución ha requerido un consumo cada vez mayor de sus recursos, generando así un desequilibrio del ecosistema que en algunos casos llega a ser permanente. El agotamiento de recursos esenciales no renovables, como el agua, vuelve urgente la creación de nuevos proyectos de conservación que mitiguen el impacto negativo que hemos venido acumulando con los años desde la revolución industrial.

2.2.5 Contaminación del agua

El agua es uno de los elementos que más se encuentran en la naturaleza, por lo que se consideraba un recurso natural renovable, aunque, en realidad, no lo es. Este fluido se encuentra presente en forma de ríos, lagunas, mares, acuíferos, etc. Ha sido un recurso que ha sido utilizado para beneficio y desarrollo de la humanidad. El constante uso de este recurso ha conllevado a su contaminación y gradual agotamiento, afectando a la biodiversidad y al propio ser humano, lo que ha conllevado a la constante búsqueda de reducir este impacto a través de los años.

Ilustración 3. Ubicación de la Ría Guayas en el mapa Geográfico del Ecuador.



Nota: El grafico representa la ubicación de la ría Guayas en el Golfo Ecuatoriano.

Fuente: Google Earth, 2020.

La gran cantidad de desechos que son arrojados a los ríos, mares y lagos provienen en su mayoría por el sector industrial, además de residuos provenientes del ser humano. Estos agentes contaminantes generan un impacto ambiental titánico que no permite el correcto desarrollo de la flora y fauna; siendo el caso de la Ría Guayas, denominado ría por el agua salada que proviene del flujo y reflujo del Océano Pacífico y al agua dulce proveniente de los ramales del Estero. A esta ría se le atribuyen contaminantes por descargas de aguas residuales, industriales y desechos tóxicos provenientes de la población; sumado a la deforestación en las zonas aledañas a causa de las construcciones, en adición al crecimiento poblacional y asentamiento ilegal en zonas cercanas al río, causa un desequilibrio ambiental (Acuña , & Solis - Castro, 2019).

2.2.6 Contaminación del Estero Salado al Golfo de Guayaquil

De acuerdo con el concepto dado por Vera (2011), el cual estipula que,

El golfo de Guayaquil, aquella región definida por la CAAM que incluye la más de agua e islas con una extensión de 13,701 Km² (11,711 km² de superficie de agua y 1,990 km² de islas e islotes), constituye el rasgo geomorfológico más singular de todo el perfil litoral ecuatoriano [...] Se divide en dos zonas: estuario interior [...] El estuario interior está formado por dos canales, el canal del Estero Salado y del Río Guayas [...] (pp. 41-42)

En adición con lo mencionado por Monserrate y Medina (2011),

Ilustración 4. Contaminación del Estero Salado



Nota: Reproducida de “Contaminación del estero salado, en la mira en Día del Ambiente”, por El Universo, 2018 (<https://www.eluniverso.com/guayaquil/2018/06/06/nota/6795557/contaminacion-estero-mira-dia-ambiente/>). Todos los derechos reservados [2018] por El Universo.

El Estero Salado es un sistema estuarino, considerado como un referente geográfico que caracteriza a Guayaquil, la ciudad más poblada del Ecuador. Las actividades antropogénicas que se realizan en la urbe y en sus alrededores han afectado en diferente grado, las condiciones ambientales y estética paisajística del Estero Salado. Las zonas intermareales son la conexión entre los estuarios y tierras firmes, donde se presenta una respuesta inmediata a las alteraciones del ecosistema (p. 7).

El ecosistema del Estero Salado consta de manglares y bosques a los que se le ha dado seguimiento debido a que ha sufrido un deterioro producto del desarrollo urbano. El crecimiento acelerado de la ciudad de Guayaquil es una de las principales causas de su contaminación. Además, sumado a las actividades industriales, inadecuado sistema de alcantarillado y falta de tratamiento de aguas residuales son factores que han influenciado a la contaminación ambiental, alterando el entorno natural del Estero. Estudios realizados por Monserrate & Medina (2011), indican que un 60% de los contaminantes provienen de aguas residuales de uso doméstico, mientras que el otro 40% proviene de las industrias cercanas al Estero.

2.2.7 Energía Renovable

Las energías renovables son fuentes de energía que tienen como principal característica su limpieza, que son continuas e inagotables. Las fuentes para este tipo de energía difieren de las obtenidas por el uso del carbón o del petróleo, se las encuentra en el entorno en que el ser humano vive y pueden ser: agua, viento y sol, tomando como ejemplo, la energía mareomotriz (un tipo de energía renovable que utiliza las mareas para la generación de energía) (Spiegeler & Cifuentes, 2016).

El Ecuador es considerado uno de los países con mayor abundancia de recursos naturales a nivel mundial por lo que se aprovecha para la generación de Energías Renovables, incentivado, a su vez, por las autoridades competentes, dando paso a una iniciativa ecológica que ayuda a reducir el impacto negativo causado por la contaminación mundial. La generación de energía eléctrica mediante recursos naturales se obtiene con la implementación de ideas innovadoras en donde la tecnología juega un papel importante para su viabilidad; de tal forma que se puede obtener beneficios económicos, ambientales, tecnológicos y sociales (Roldán, 2009).

2.2.7.1 Tornillo de Arquímedes

El tornillo de Arquímedes es una máquina de forma helicoidal, usada para la elevación de agua y productos agrícolas como harina y cereales. El mecanismo de funcionamiento consta de un tornillo que gira en un cilindro hueco, ubicado en un plano inclinado facilitando la transportación de cualquier tipo de material desde la parte inferior, mientras va rotando en su propio eje. El principal funcionamiento que se le dio al tornillo de Arquímedes fue de bombear fluidos, no obstante, se le ha dado un uso alternativo: la generación de energía. Generar energía eléctrica requiere que el mecanismo de funcionamiento sea al revés, es decir, el giro que se le daba para elevar fluidos ahora funciona para la generación de energía, rotando en sentido contrario, como una especie de turbina (Blogia, 2007).

Ilustración 5. Tornillo de Arquímedes.

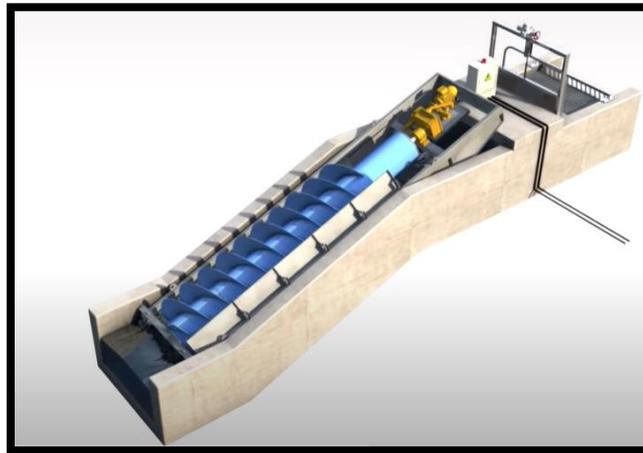


Nota: Reproducida de *El libro de la Física del Bing bang hasta la resuri*, (Vol. 1, p 155), por Pickover Clifford, 2011, Librero. Todos los derechos reservados [2011] por Pickover Clifford

2.2.7.2 Turbina de Tornillo de Arquímedes

La turbina del tornillo de Arquímedes es un elemento de forma helicoidal ubicado dentro de un cilindro en posición inclinada. Los principales factores que se deben tener en cuenta, al momento de la implementación de este tipo de turbina, son: diámetro del eje, caudal disponible, ángulo de inclinación y longitud del tornillo (Lucio, 2019).

Ilustración 6. Turbina de tornillo de Arquímedes.



Nota: Reproducida de “Landy Hidrotornillos”, por Landustrie, 2012 (https://www.landustrie.nl/fileadmin/user_upload/LANDY_hidrotornillos.pdf). Todos los derechos reservados [2012] por Landustrie.

2.3 Presas

Según Sandoval (2018), una presa es una estructura hidráulica que funciona como barrera para retener cualquier tipo de fluido. Se ubica generalmente en ríos cuyo fin es retener o embalsar el agua para poder elevar su nivel y de esta forma aprovechar para diferentes fines como producción de energía, abastecimiento de agua para zonas aledañas a su construcción, para riego de sembríos, para controlar inundaciones, etc. Existen diferentes tipos de presas y se pueden clasificar de acuerdo con su forma, material de construcción y su aplicación.

De acuerdo con su forma, estas se pueden ser:

- Presas de gravedad
- Presas de contrafuertes
- Presas de arco simple
- Presas mixtas

De acuerdo con el material que se implementó, estas pueden ser:

- Concreto

- Mampostería
- Materiales sueltos (enrocado o escollera, arcilla)
- Inflables (Rubber Dam)

De acuerdo con su aplicación, pueden ser:

- Filtrantes o diques de retención
- Control de avenidas o control de inundaciones
- Derivación
- Almacenamiento

Ilustración 7. Proyecto Hidroeléctrico Agoyán ubicado en la ciudad de Tungurahua - Río Pastaza.



Nota: Reproducido de “CELEC EP”, por CELEC EP, 2016 (<https://www.celec.gob.ec/hidroagoyan/index.php/13-centrales/agoyan/41-galeriaagoyan>). Todos los derechos reservados [2016] por CELEC EP.

2.4 Presas Inflables

2.4.1 Historia

La idea de las presas inflables surgió en el año 1956, por el ingeniero estadounidense Norman Imberston. Las características de la presa inflable eran de 1.52 metros de alto y 39.6 metros de longitud ubicada en el río de Los Ángeles. El material con el que estaba construido era de neopreno reforzado con nailon. Este material fue fabricado por *Firestone Tire and Rubber Co*, Akron Ohio (Thomas, Vasudeo Rane, V.K., Kanny, & Dutta, Hydraulic Rubber Dam: An Effective Water Management Technology. William Andrew [Fotografía], 2019).

La idea de la creación de las presas inflables nace de la necesidad de innovar con la ingeniería local, donde se implementaban tablonces removibles y compuertas de acero para la desviación de ríos; con el objetivo de aumentar el nivel de agua en ciertas zonas y aprovechar el embalse para riego o para fines de generación eléctrica. El sistema que se implementaba para la movilización de las compuertas era manual por lo que se necesitaba mano de obra humana a lo que una simple falla o descuido ocasionara inundaciones y problemas de arrastre de compuertas debido a la fuerza del agua (Díaz, 2015).

A medida que se fue conociendo el nuevo modelo de presas inflables, este se fue acoplando a nivel mundial. En el año 1960, se construyó la primera central hidroeléctrica donde se ubicaron una serie de presas de goma a lo largo del *Río Vézère* en el país de Francia. En la década de los 70, el aumento de presas inflables en el país de Francia aumento llegando a instarse más de diez presas inflables. Esta idea llegó hasta Japón en donde se ejecutaron más de 1500 presas inflables (Zhang, Tam, & Zheng, 2003).

2.4.2 Presas Inflables: Conceptualización

Las presas inflables se conforman por un cuerpo de goma anclado a una cimentación dentro de un cauce de agua, el cuerpo de goma se inflaba y desinflaba mediante la introducción y extracción de agua. Al ser un material elástico es capaz de resistir las presiones y tensiones que ocasionaba el desnivel del agua, tenía que ser de un material resistente y flexible como para adaptarse al cuerpo de agua a retener, así mismo regresar a su forma original cuando este no se esté siendo utilizado (Díaz, 2015).

Ilustración 8. Presa inflable ubicado en el Río Nakdong-gang, Andong, Corea del Sur, una de las presas más grandes construidas.



Nota: Reproducido de “*Rubber Dam*”, por DaedoEntec Inflatable Rubber Weir, 2019 (<http://www.erubberdam.co.kr/en/business2-1.php>). Todos los derechos reservados [2019] por DaedoEntec Inflatable Rubber Weir.

2.4.3 Tipos de Presas Inflables

Existen dos tipos de presas inflables, según el material a llenarse, la clasificación puede ser: presas inflables con agua o presas infladas con aire. El material va a depender mucho de la ubicación en donde se construirá el proyecto, puesto que debe realizar un esquema separando los beneficios o ventajas que le puede otorgar ambos sistemas de llenado.

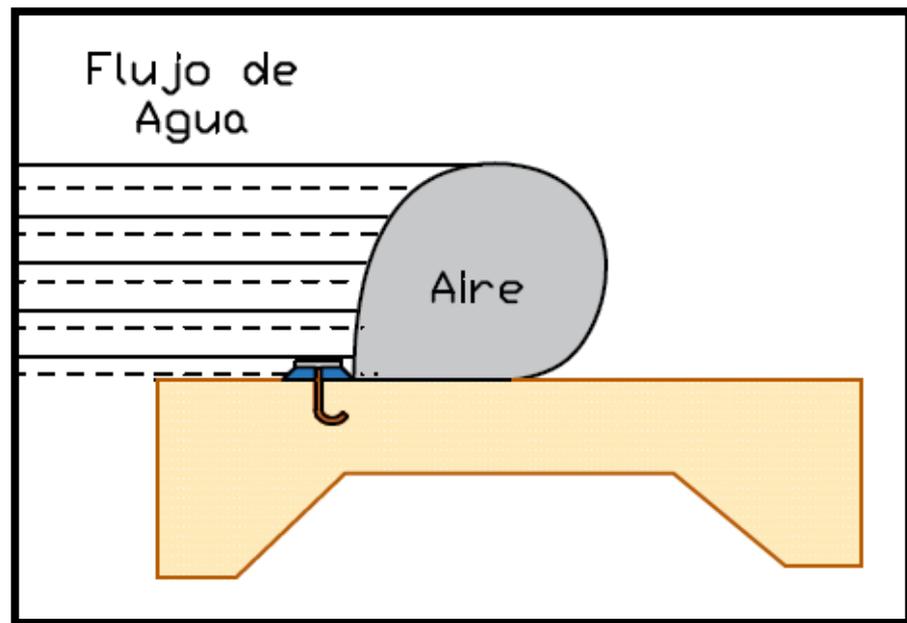
2.5 Presas infladas con Aire

El proceso de llenado de este tipo de presa es mediante aire, este método de inflado se lo realiza mediante una serie de tubos que se localizan al centro de la bolla, por lo que el llenado del material es inmediato y de manera progresiva. La presión estándar manejada en la presa va alrededor de 30 Kpa. La forma que adquiere al ser inflado es de forma circular (Zhang, Tam, & Zheng, 2003).

Características

- El tiempo de inflado y desinflado se realiza con una bomba por lo que el inflado se realiza en el menor tiempo posible.
- Las tuberías para la bomba de aire son de menor diámetro por lo cual el costo en estos implementos es menor.
- Es ideal para climas con temperaturas bajas, debido a que no se puede congelar.
- La cimentación sería más estrecha debido a su alcance de dimensión es menor a la de una con agua.
- La forma que se le puede otorgar es proporcional a la cantidad de aire al ingresar y se mantiene firme.

Ilustración 9. Esquema básico de presa de caucho inflada con Aire.



Nota: Adaptado de Hydraulic Rubber Dam An effective Water Managment Technology (p.110) por Thomas, Vasudeo , V.K., Kanny, & Dutta, 2019, Elsevier Inc. Todos los derechos reservados [2019] por Elsevier Inc.

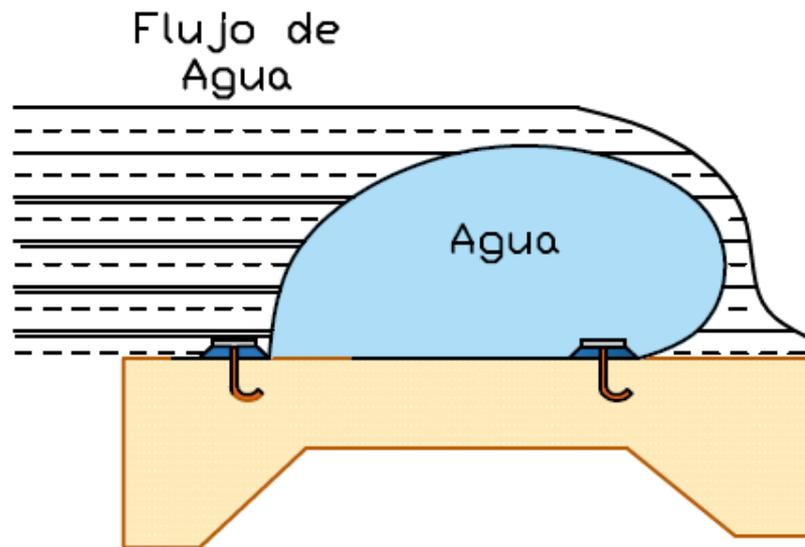
2.6 Presas infladas con Agua

El proceso de llenado de este tipo de presa es mediante agua, este método de inflado se lo realiza mediante una bomba hidráulica y tuberías que se localizan al centro de la bolla, la forma que adquiere al ser llenado con agua es de forma de lagrima. Este tipo de inflado es usado para climas tropicales, puesto que climas inferiores a 0°C enfriaría y afectaría a la estructura de goma.

Características

- La cimentación para las presas inflables con agua sería más ancha, puesto que la forma que adquiere es de una lágrima.
- Minimiza las vibraciones.
- Soportar un desborde mayor al 50% de su altura.
- El proceso de inflado es de forma uniforme.
- Funciona sin energía eléctrica (Zhang, Tam, & Zheng, 2003).

Ilustración 10. Esquema básico de presa de caucho inflada con Agua.



Nota: Adaptado de *Hydraulic Rubber Dam An effective Water Managment Technology* (p.110) por Thomas, Vasudeo , V.K., Kanny, & Dutta, 2019, Elsevier Inc. Todos los derechos reservados [2019] por Elsevier Inc.

2.7 Material

La estructura de goma se encuentra compuesta por múltiples capas de caucho reforzado y textil. El número de capas varía dependiendo del fabricante, no obstante, el número recomendado es de 2 capas de textiles y 3 capas de caucho. Es importante que los materiales a usarse cumplan con una serie de exigencias para prevenir desastres a nivel estructural (Zhang, Tam, & Zheng, 2003).

Ilustración 11. Componentes de las presas de goma.



Fuente: Elaboración Propia

2.7.1 Caucho Reforzado

El caucho por usar para la fabricación de las presas inflables debe de cumplir con las características que se detallan a continuación:

- Resistente a la tracción
- Alargamiento por tracción
- Resistente a la degradación
- Resistente al envejecimiento por calor
- Resistente al ozono
- Resistente a la flexión y fatiga
- Resistente a la abrasión y desgaste

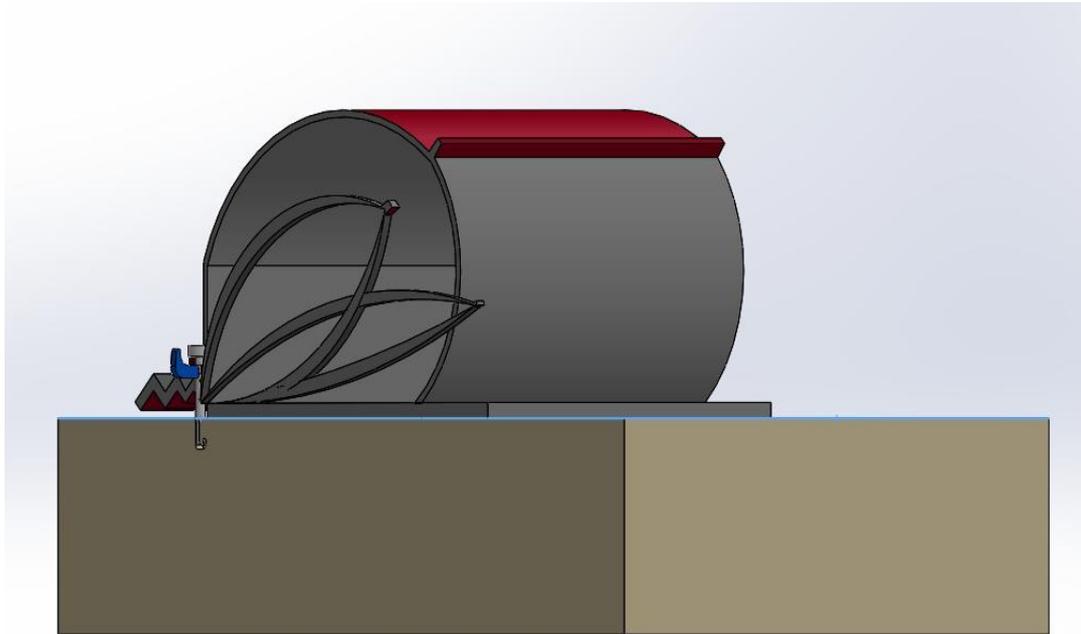
2.7.2 Textil

La principal característica que debe tener el textil es la flexibilidad por lo que el uso de nylon o poliéster es uno de los materiales más usados para la construcción de presas inflables, en vista que cumple con las siguientes características:

- Mayor flexibilidad
- Mayor adherencia con el caucho
- Mayor capacidad de absorción al agua (Zhang, Tam, & Zheng, 2003).

Ilustración 12. Esquema básico de presa de caucho Inflada.

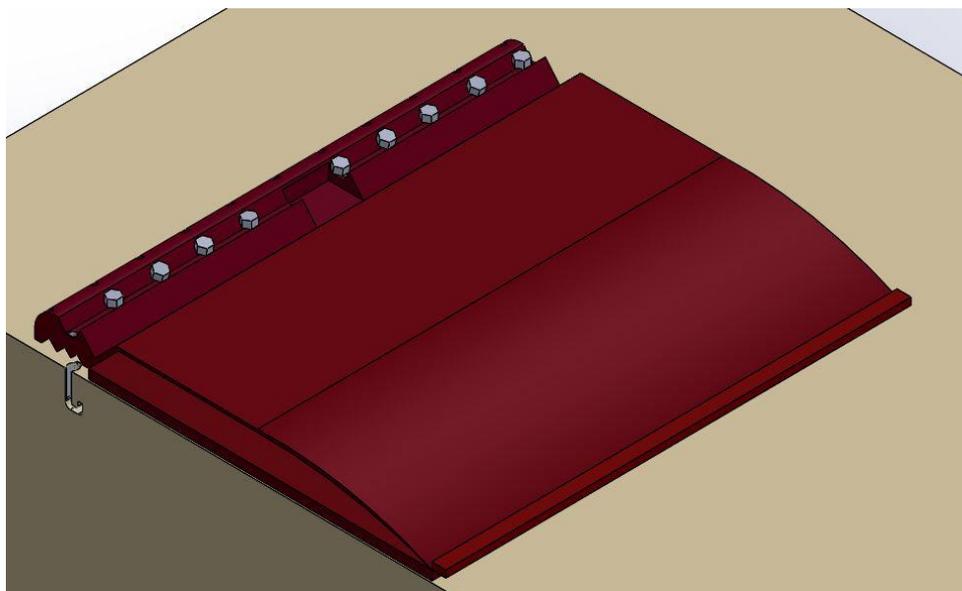
2.8 Sistema Automatizado de Inflado y Desinflado



Fuente: Elaboración Propia.

El proceso de inflado y desinflado depende del tipo de material a llenar, sea este agua o aire. Puesto que al momento de implementar uno u otro, requiere de una bomba o compresor de aire, lo que permitirá el inflado y desinflado correspondiente. El tiempo promedio que toma, independientemente del tipo de llenado, es de 10 a 15 minutos.

Ilustración 13. Esquema básico de presa de caucho desinflada.

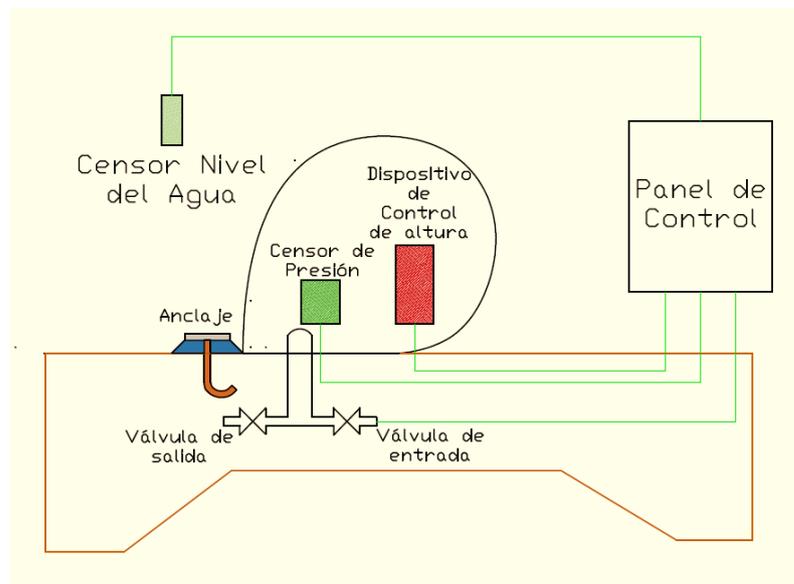


Fuente: Elaboración Propia.

El uso de un sistema automático para el proceso de inflado y desinflado de la presa inflable se realiza mediante un sistema que hace uso de sensores ubicados en el extremo del cuarto de operación de la presa inflable para monitorearlo de manera remota. Los tipos de sensores y dispositivos a usar para el control de la presa inflable son:

- Censor de presión
- Dispositivo de medición de altura
- Sensor para el nivel de agua.
- Panel de Control
- Válvulas de entrada y salida

Ilustración 14. Esquema básico del Sistema de Control Automático para presas inflables.



Fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Tipo de Investigación

La investigación es una forma de recopilación e interpretación de información el cual permite dar pauta para la realización de cualquier tipo de estudio, dicha información es importante obtenerla mediante fuentes confiables como son las gubernamentales o estatales, para posteriormente ser procesada y profundizada y así generar nuevos conocimientos en el área que se desea aplicarla. Para el desarrollo de este estudio se escogió la investigación documental o bibliográfica.

3.2 Documental o Bibliográfica

Según Carrasco y Calderero (2000) señalan “La investigación documental o bibliográfica consiste en la búsqueda, recopilación, organización, valoración, crítica e información de datos bibliográficos” (p. 35). Razón por la cual el presente estudio, conforma la investigación documental debido a que se realizó una investigación exhaustiva del tema de presas inflables, en la que se buscaban ciudades a nivel mundial que hayan resultado en modelos exitosos que tengan semejanza con la ciudad de Guayaquil para el control o mitigación de inundaciones ocasionado en los esteros de la ciudad, utilizando diversas fuentes documentales como tesis, artículos de revista o periódicos, informes gubernamentales o estatales, libros, entre otros.

3.2 Método Inductivo – Deductivo

El método inductivo es opuesto al método deductivo, dado que la inducción se basa en el análisis de casos particulares para desarrollar un conocimiento general, en contraste con la deducción que se basa en un fundamento o evento general para confirmarlo en eventos específicos. Sin embargo, la conjunción de ambos métodos se refleja en el campo de la investigación: se analiza la problemática para obtener un fundamento teórico (método deductivo), luego se comprueba que tal fundamento se aplique a los casos específicos (método inductivo), lo que viabiliza el trabajo de investigación (Prieto, 2017). La aplicación de este método permitió direccionar la investigación de manera global a una forma local mencionando las directrices que se debe seguir para la implementación de las presas inflables en las zonas costeras del Ecuador. Ubicando como modelo la ciudad de Guayaquil.

3.3 Método histórico

De acuerdo con el concepto dado por Tevni Garajales (2002),

La investigación histórica se refiere al esfuerzo que se realiza con el propósito de establecer sucesos, ocurrencias o eventos en un ámbito que interesa al historiador; se entiende por metodología el modo como se enfocan los problemas y se buscan las respuestas [...] cuando el esfuerzo que se realiza es sistemático partiendo de un problema se proponen hipótesis, las cuales son verificadas a partir de datos primarios, a fin de formular generalizaciones o conclusiones–, se puede decir que la investigación histórica se ubica en el ámbito de la ciencia (p. 4).

La aplicación de este método permitió plantar la iniciativa de la implementación de presas inflables que se viene proyectando desde la década los 50, según datos históricos mencionados en el capítulo dos de la presente investigación, cuya finalidad es poder implementarla actualmente, ya que esa tecnología ha ido desarrollándose con resultados prometedores.

3.4 Metodología del proceso

Las presas inflables han tenido acogida a nivel mundial, por lo que se encuentran en 5 de los 7 continentes: América del norte, América del sur, Asia, África y Europa. Obteniendo resultados y ventajas importantes versus las presas de construcción tradicional. Las ventajas que se le pueden atribuir a la construcción de las presas inflables son las siguientes:

- Sistema operativo simple y económico.
- Costo bajo en instalación.
- Poco mantenimiento.
- Longitud máxima de 100 metros.
- Diseñado para cargas en ambas direcciones.
- Estructura ligera.
- Operación amigable con el medio ambiente.
- Instalación en cualquier tipo de sección transversal.

3.5 Enfoque Cualitativo

Según Fernández, Baptista & Hernández (2014), señalan que el enfoque “utiliza la recolección y análisis de los datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación” (p. 4), estudiando el contexto de eventos particulares para formular o afinar interrogantes que lleven a una

interpretación más exacta de las mismas, por lo que al utilizar el enfoque cualitativo hacemos uso del método deductivo.

Por lo tanto, este trabajo de investigación posee un enfoque cualitativo, puesto que la investigación se basa en la recolección y análisis de información sobre las presas inflables que se encuentran a nivel mundial, realizando una comparación con sus características geológicas, hidráulicas y geotécnica en relación con la ciudad de Guayaquil.

3.6 Presas Inflables a Nivel Mundial

El uso de presas para la contención de agua con fines de control de inundaciones se ubican aguas arriba de zonas urbanas, por esta razón la implementación en áreas urbanas es casi inexistente, sin embargo, se implementa otro tipo de estructuras de retención o contención de aguas que alteran la morfología del río afectando directamente a la flora y fauna aguas abajo de la estructura. El campo de la ingeniería ha buscado alternativas en donde el impacto ambiental sea la menor posible, es ahí donde la creación de presas inflables nace en la década de los 50, como una alternativa de contención y control de aguas, el cual adopta las características del sitio en el que se ha implementado, reduciendo en menor cantidad los efectos que se mencionaron anteriormente (Escudero, Castillo, Rodríguez, Morales & Altarejos, 2013).

Ciudades como Nueva York, Barcelona y Hong Kong disponen de presas inflables para el control de inundaciones, riego, uso recreativo y de tratamiento de aguas residuales. Dichas ciudades comparten características tales como:

Tabla 1.
Características principales de ciudades con Presas de cauchos

	Nueva York	Hong Kong	Barcelona
Densidad Poblacional (hab./km ²)	10000	7096	16420
Altitud (media) m.s.n.m.	10	7	10
Ríos con presas inflables	<i>East River</i>	<i>Shanbei</i>	<i>Besós</i>

Fuente: Elaboración propia.

Estas características mencionadas anteriormente se asemejan a las condiciones que se encuentran en la ciudad de Guayaquil, además de ser ciudades con una desembocadura al mar, el cual permite detallar que existe una problemática de incremento de mareas en las zonas costeras. El implemento de las presas inflables como mecanismo de retención de líquidos no consta en la ingeniería en Ecuador, no obstante, se ha implementado compuertas inflables en el proyecto Transvase Daule-Vinces.

3.7 Presas inflables en el Ecuador

3.7.1 Transvase Daule – Vinces

El proyecto de Transvase de Daule – Vinces es una de las obras más relevantes en los últimos años, ubicada en la Cuenca Baja de la Ría Guayas, entre los ríos Daule y Babahoyo. El objetivo de la infraestructura es de regular el cauce de los ríos para almacenar y distribuir agua a las áreas rurales de aproximadamente 10 cantones de la provincia de Guayas, donde los agricultores de las provincias del Guayas y Los Ríos son los más beneficiados, ya que incrementa la producción y la calidad.

El valor del proyecto está en un aproximado de US\$342'972,124.83 dólares. Este proyecto comprende entre obras civiles, compensación ambiental, expropiaciones, escalamientos, fiscalización y supervisión (Secretaría Nacional del Agua, 2013). Según el Informe Evaluación Operativa y línea base del Proyecto Trasvase Daule-Vinces (Villalba, 2016), las obras civiles que contemplan esta gran estructura son:

- a)** Estructura de derivación en el Río Daule
- b)** Canal de Trasvase
 - Trasvase tramo Río Daule - Río Nuevo
 - Trasvase tramo Río Nuevo - Río Colorado
 - Obras de Toma (9)
 - Sifones (7)
- c)** Canales y Cauces distribuidores de agua
 - Canal de conexión Seco de Baba
 - Estero y canal Pascuencial Norte y Sur
 - Canal PUL – OA1
 - Canal Mastrantal – Vernaza
- d)** Estructuras de Derivación y distribución (Compuertas inflables)

- Pula
- Mastrantal
- Vernaza
- Junquillo
- Nuevo
- Pueblo Viejo

3.7.2 Compuertas inflables

En la construcción del Trasvase Daule – Vinces se implementó esta nueva tecnología de presas y compuertas neumáticas inflables. El elemento posee una forma cilíndrica de caucho que se colocó a través del canal o río para elevar los niveles de agua. Este mecanismo es innovador y el primero visto en el país, puesto que es una alternativa frente otro tipo de mecanismos para el control de flujo; el cual, las características principales son su durabilidad, fácil instalación, bajo costo de mantenimiento, alta resistencia ante la sedimentación, adaptable a tramos largos y, sobre todo, el mecanismo de inflado y desinflado, que además se realiza con aire.

Ilustración 15. Presas Inflables Proyecto Daule- Vinces, estación derivadora Junquillo.



Nota: Reproducido de “Innovación tecnológica para el desarrollo de infraestructura”, por Mundo Constructor, 2018 (<https://www.mundoconstructor.com.ec/innovacion-tecnologica-desarrollo-infraestructura/>). Todos los derechos reservados [2018] Mundo Constructor.

La compuerta se infla mediante una válvula de aire ocasionando que la presa se vacíe, haciendo que la compuerta gradualmente disminuya, dando paso al flujo de agua. El transvase del río Daule transporta un caudal de $96 \text{ m}^3/\text{s}$ ayudando así a la parte agrícola del sector en épocas de sequía y, a su vez, mejorando la condición de vida de los moradores de los 10 cantones beneficiados por el proyecto.

3.8 Presas Inflables en el Mundo

El uso de presas inflables alrededor del mundo se lo logra encontrar en 5 de los 7 continentes. Su uso es variado, tanto para riego, como para control de inundaciones, almacenamiento de agua y para manejo de residuos en ríos; tomando como ejemplo a las tres ciudades que se mencionan a continuación, pues ejecutaron el proyecto de las presas inflables obteniendo resultados prometedores. Estas tres ciudades poseen características similares, como la elevación m.s.n.m, densidad poblacional y ríos con salida directa al mar. Estas características se asemejan a la ciudad de Guayaquil cuya densidad poblacional es de $7917.63 \text{ habitantes}/\text{Km}^2$, 6 m.s.n.m, la ría Guayas el cual ingresa a la ciudad llegando al Estero Salado (INEC, 2010).

3.8.1 Parque fluvial del Besós – Barcelona

La cuenca del Río Besós ubicada en la provincia de Barcelona posee una superficie de $1,024 \text{ km}^2$, subdividiéndose en tres tramos donde se mezclan: áreas recreativas para ciclismo, caminata, áreas verdes y el Río Besós que, a su vez, consta de 12 presas inflables a lo largo del río, con un promedio de 52.5 metros de ancho cada una (Benavides, 2012).

Ilustración 16. Parque Fluvial del Besós ubicado en Barcelona - España.



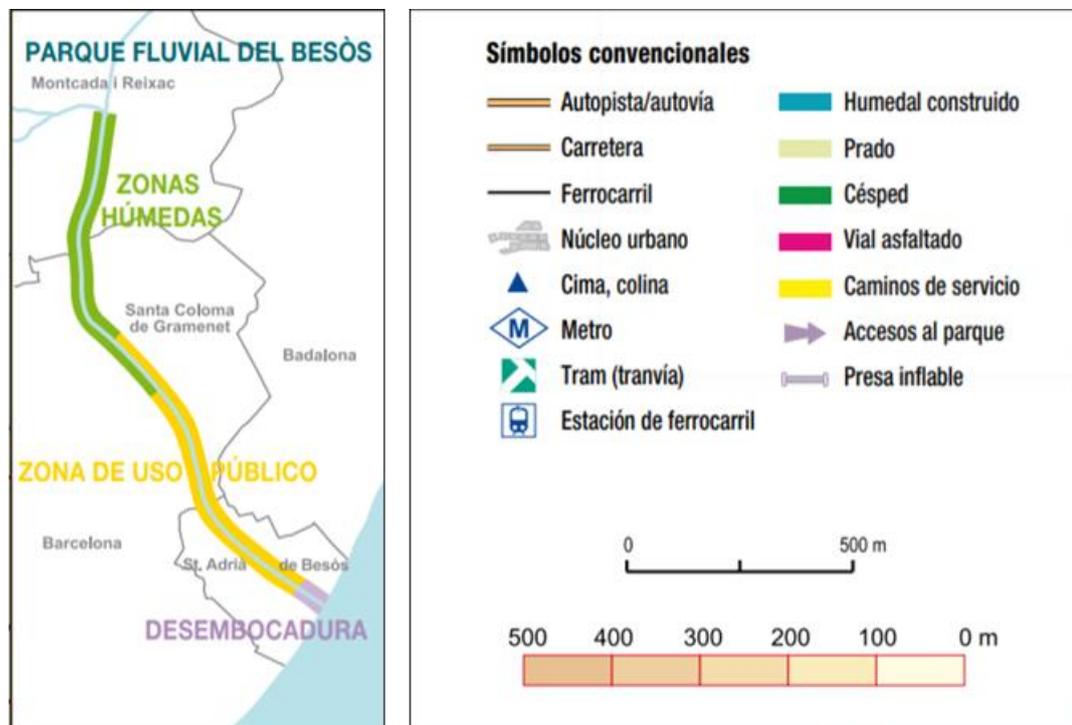
Fuente: Google Earth, 2021.

El Parque Fluvial se ubica en el Río Besós ocupando una longitud de nueve kilómetros desde la confluencia del Río Ripoll hasta desembocar en el mar Mediterráneo. Está ubicada dentro de la ciudad de Barcelona, una de las ciudades más importantes de España. De igual característica topográfica que Guayaquil, con una altura sobre el nivel del mar de 15 metros. Ha sufrido de graves inundaciones, como la ocurrida en el año 1962 en Sant Adiré, por causa del desbordamiento del río Besós donde se construyó un muro de hormigón de 4 metros en distintos tramos de la zona para mitigar el impacto que causaban dichas inundaciones. Es uno de los espacios ecológicos más grandes que promueve el turismo en la ciudad de Barcelona, Santa Coloma de Gramenet, Sant Adria de Besós y Montcada.

Los principales objetivos del proyecto:

- Mejorar la calidad ambiental y el paisaje del cauce
- Garantizar la capacidad hidráulica del río
- Recuperar y naturalizar el tramo de la desembocadura al mar Mediterráneo
- Proponer una propuesta de ambiente de río, ocio, aire libre.

Ilustración 17. Distribución de las tres zonas del Parque Fluvial del Besós, Zonas Húmedas, Zona de Uso Pública y Desembocadura.



Nota: Reproducida de “Parc Fluvial del Besós”, por Diputació Barcelona, 2012 (<https://parcs.diba.cat/es/web/fluvial/el-parc-fluvial>). Todos los derechos reservados [2012] por Diputació Barcelona.

3.8.1.1 Mecanismo de Operación

El parque es un proyecto exitoso, no solo por su impacto ambiental, sino que a su vez suma al turismo y promueve la práctica de actividades físicas, viéndose reflejado en las 500,000 personas que asisten anualmente al Parque Fluvial del Besós (Alarcón , Salgot, & Folch, 2015). El parque fue inaugurado en el año 2004 y consta de tres tramos los cuales son: zonas húmedas, zona de uso público y desembocadura.

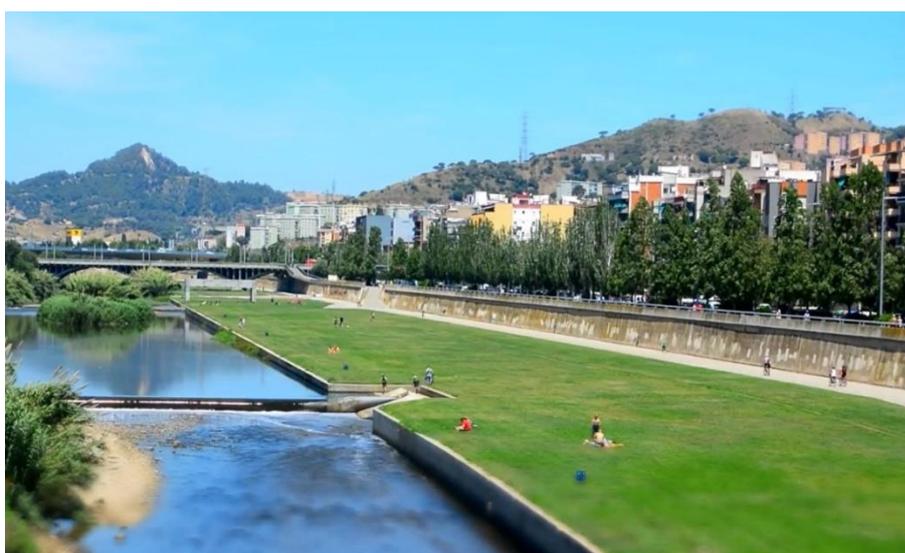
Las zonas húmedas

Este espacio posee 3.8 kilómetros de largo y se encuentra restringido al público, ya que posee una construcción de tratamiento terciario, mediante zonas húmedas construidas con carrizales plantados que depuran alrededor de un 30% de las aguas residuales de Montcada para mejorar la calidad del efluente (Benavides, 2012).

La zona de uso público

La zona de uso público posee una longitud de 5 kilómetros en el término municipal de Santa Coloma de Gramenet hasta el puente de Ferrocarril, en Sant Adrià de Besós. Consta de 11 presas inflables a lo largo del tramo del río creando una lámina de agua continua a lo ancho del canal central. La altura de la presa sobre el canal se encuentra en un rango de 1.2 a 1.8 metros, la altura inflada 1.34 m (Benavides, 2012). Ubicado en los últimos 450 metros del Río Besós antes de desembocar al mar Mediterráneo. Esta zona se encuentra protegida y restringida al público debido a su valor biológico y paisajístico (Benavides, 2012).

Ilustración 18. Zona de uso Público Parque fluvial del Rio Besós.

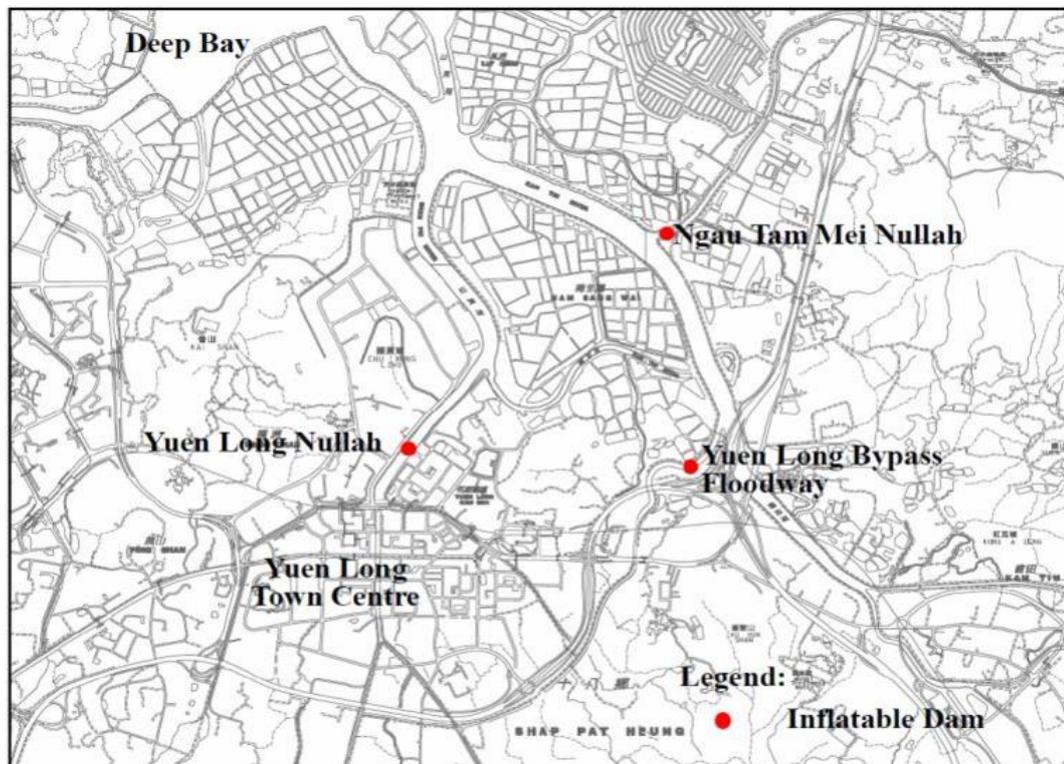


Nota: Reproducida de “Parc Fluvial del Besós”, por Diputació Barcelona, 2012 (<https://parcs.diba.cat/es/web/fluvial/el-parc-fluvial>). Todos los derechos reservados [2012] por Diputació Barcelona.

3.8.2 Hong Kong

Las presas inflables fueron introducidas en la ciudad de Hong Kong en 1960. Actualmente, la ciudad consta con 20 unidades, las cuales 15 fueron destinadas para la agricultura y la pesca del sector. Tres de ellos se destinaron al suplemento de aguas y los últimos dos fueron para el sistema de drenaje de aguas servidas. Estas presas también cumplen otro rol, como son: combatir temas de contaminación de los ríos, para riego en sectores agrícolas, control de inundaciones en zonas con cotas bajas, suministro de agua en épocas de sequías.

Ilustración 19. Mapa de la ubicación de las presas inflables en Hong Kong.



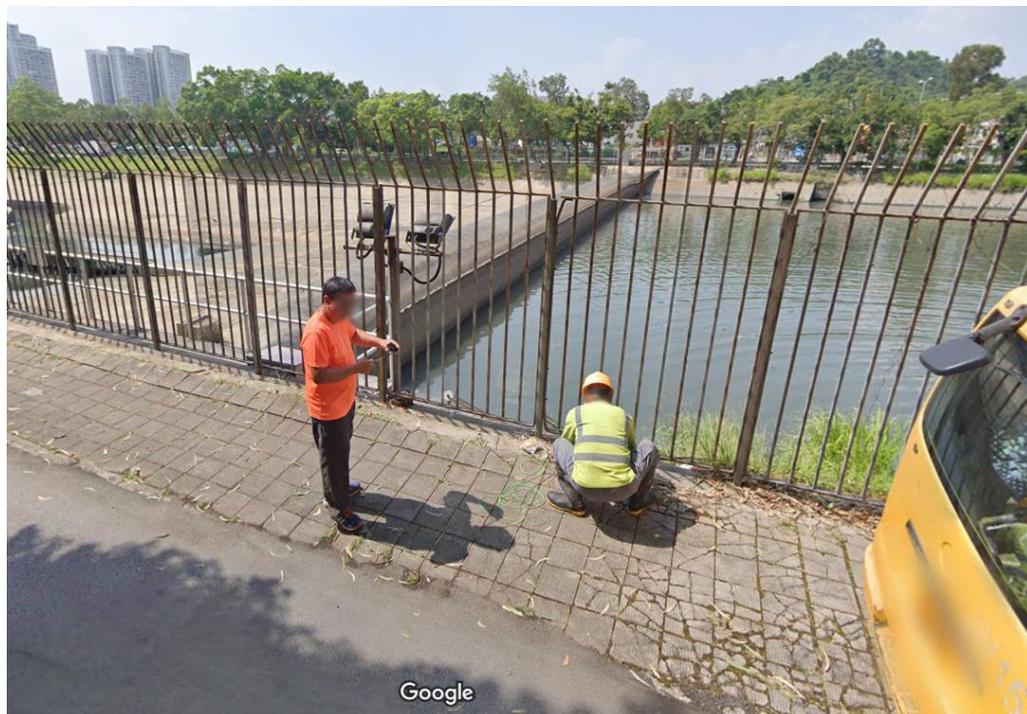
Nota: Reproducido de *Operating experience of inflatable Dam for Pollution Control in Deep Bay, Hong Kong*, por She, S.K., Wong, S.H., & POON, G.W., 2013 (<https://www.semanticscholar.org/paper/Operating-Experience-of-Inflatable-Dam-for-Control-She-Wong/2efe68b5afa541ecdb37fcf1edd46068be827386#references>). Todos los derechos reservados [2013] por Hong Kong”, por She, S.K., Wong, S.H., & POON, G.W.

3.8.2.1 Mecanismo de operación

Las presas inflables poseen un mecanismo o sistema de inflado y desinflado de aire, el sistema es automatizado lo que facilita la operación y el mantenimiento. Además, posee un sensor ubicado en la parte inferior de la presa aguas arriba y aguas abajo, el cual mide la presión hidrostática permitiendo el cálculo del nivel del agua en función de la altura de la columna del líquido. Los sensores transmiten a una unidad de control (PLC) o Prommable logic Controller, el cual determina si la presa debe inflarse o desinflarse (Zhang, Tam, & Zheng, 2003).

La unidad PLC determina el nivel mínimo que puede tener el agua para que el sistema desinifle la presa, es decir, si la lámina de agua está por debajo de los sensores, el sistema se activa desinflándolo para que el flujo no se vea alterado y sea lo más continuo posible. De igual manera, funciona cuando el nivel del agua es alto, activándose de forma automática el inflado y controlado el flujo uniforme. La unidad PLC envía señales a la estación de bombeo de *Hatsun* o la planta de tratamiento de aguas residuales de *Yuen Long*, el cual los monitorea si llegan a tener cualquier emergencia con el sistema de presas de inflables (Zhang, Tam, & Zheng, 2003).

Ilustración 20. Presa inflable en Río Shanbei - Hong Kong.



Fuente: Google Maps 2020.

3.8.3 Nueva York

La instalación de presas inflables en la ciudad de Nueva York comenzó como un proyecto para la protección ambiental, dispuesta por los altos funcionarios de la ciudad en donde se empleó un valor de \$15.7 millones de dólares americanos para la reducción de la contaminación con la implementación de este mecanismo. Las presas fueron instaladas dentro de las grandes líneas de alcantarillado que se encuentran dentro de la ciudad. Estos almacenan aguas pluviales y residuales que podrían llegar al puerto de la ciudad sin ningún tratamiento. Las presas están ubicadas en las alcantarillas y poseen un mecanismo automatizado con sensores que disponen su hinchamiento y deshinchamiento en época de lluvias.

3.8.3.1 Mecanismo de operación

El almacenamiento de las aguas pluviales y residuales terminan en una de las dos plantas de tratamientos que posee la ciudad, esto es gracias a la capacidad de desinflarse con mayor facilidad y rapidez. Las plantas de tratamientos de aguas residuales son: Newtown Creek y Red Hook. El aporte que le otorgan las presas inflables en reducir el desbordamiento del sistema de alcantarillado es aproximadamente de 100 millones de galones de agua por eventos de lluvia, ayudando así a retenerlos para posteriormente ser tratado y así mejorar la calidad de agua en los cuerpos de agua en la Nueva York.

La característica de estas presas inflables es su ubicación, se encuentra bajo tierra en distintos puntos de la ciudad de Brooklyn. Una de ellas se encuentra en Kent Avenue y South 5th Street, en el sector de Williamsburg de Brooklyn. La segunda se encuentra en las calles Gold y Plymouth en Red Hook. Ambas presas son monitoreadas por la planta de tratamiento ubicada en Red Hook.

Ilustración 21. Presa Inflable New York.



Nota: Reproducido de “Dyrhoff”, por Dyrhoff UK Ltd., 2021 (http://www.dyrhoff.co.uk/?post_type=portfolio&p=398). Todos los derechos reservados [2021] por Dyrhoff UK Ltd.

3.9 Directrices teóricas y estratégicas para construcción de Presas inflables

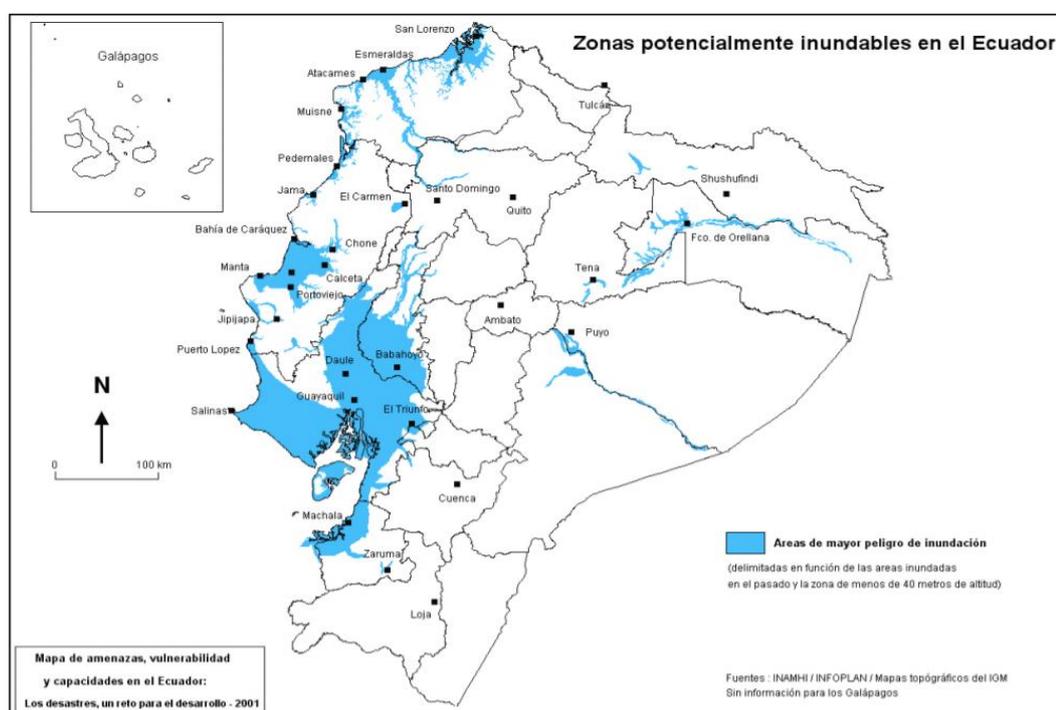
En el presente capítulo de la investigación se detallará de manera teórica y técnica la información necesaria para la construcción de presas inflables. Las consideraciones generales que cualquier presa pequeña con fines de control de inundaciones ubicada en la zona costera del Ecuador debe cumplir. En las cuales se mencionan:

- Estudio topográfico
- Estudio Hidrológico – Hidráulico
- Ataguía de desvío del Río
- Tipo de hormigón para ambiente marino
- Cimentación
- Pilotes metálicos
- Sistema de anclaje para la presa
- Sismología del sitio

3.9.1 Estudio topográfico

Se realizó un análisis específico del estudio topográfico del sector, dónde se desarrollará el proyecto de las presas inflables, el sitio a analizar es la ciudad de Guayaquil, el cual se encuentra en la región costera del Ecuador. El terreno natural que posee este sector no presenta grandes pendientes, tal como se presentan en regiones como la sierra y oriente del país. Las zonas cercanas a la costa poseen pendientes suaves que direccionan el flujo hacia una desembocadura al Océano Pacífico y, a su vez, se encarga del transporte y evacuación del agua pluvial proveniente de las ciudades aledañas a los ríos o esteros.

Ilustración 22. Mapa de zonas potencialmente inundables en el Ecuador.



Nota: Reproducido de “Cartografía de riesgos y capacidades en el Ecuador”, por Demoraes & D’ercole, 2001

(http://www.savgis.org/SavGIS/Etudes_realisees/DEMORAES_DERCOLE_Cartografia_riesgos_2001.pdf). Todos los derechos reservados [2001] por Demoraes & D’ercole.

3.9.2 Suelos Blandos en Guayaquil

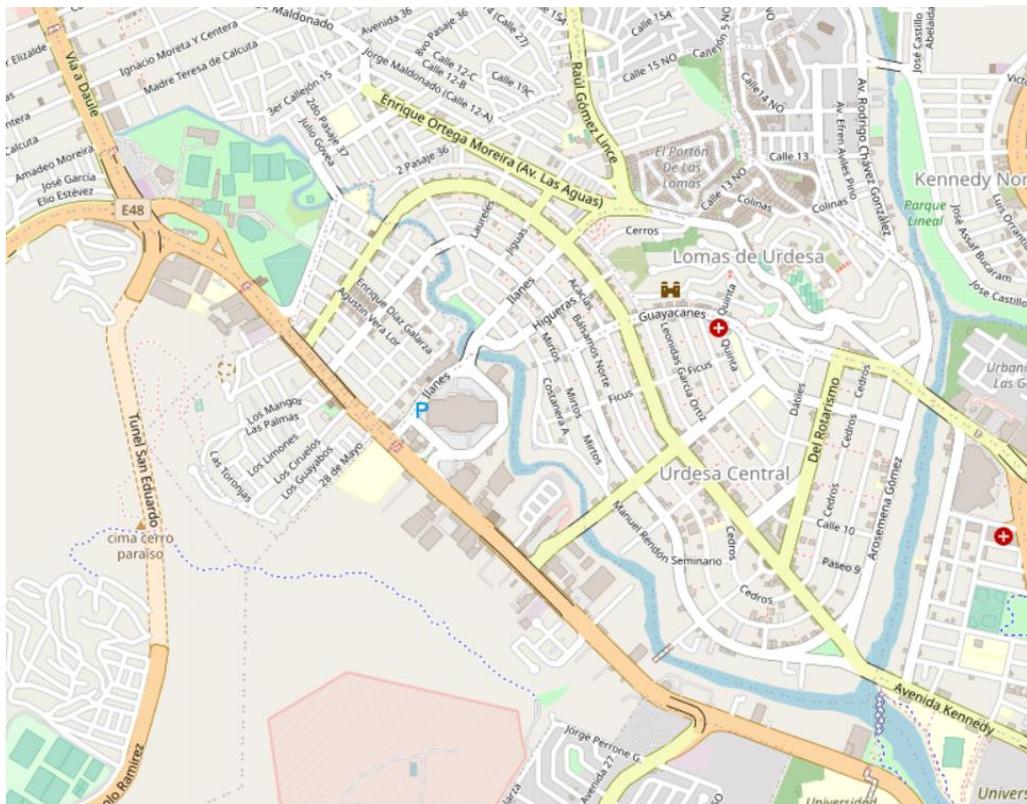
La investigación realizada por Benítez, Álvarez, Vera y Mera (2005), contribuyó en la actualización del mapa geológico de la ciudad de Guayaquil, además de determinar que Guayaquil se conforma por depósitos aluviales, coluviales, deltaicos estuarinos y formaciones rocosas. Los suelos deltaicos estuarinos están conformados por arcillas limosas con ligeras capas de arena limosa, y arena con residuos de

moluscos, el cual posee propiedades de suelo blando. Resultados que concuerdan con la investigación realizada por Geoestudios S.A. (2013).

Para el desarrollo del trabajo de titulación se procedió a la investigación del tipo de suelo que se ubica en Urdesa central y parte de Mapasingue Este y Oeste, a la altura del puente de “Las Monjas”, obteniendo un suelo blando según el mapa geológico (Benítez, Álvarez, Vera, & Mera, 2005).

Es importante conocer el tipo de suelo en donde se encontrará o se ubicará la estructura a proyectarse para el control o mitigación de inundaciones. Según la información recabada, el suelo localizado a la altura del puente de Las Monjas, conectando Urdesa Central con la Av. Carlos Julio Arosemena, entra en la categorización de suelo blando. En esta ubicación se ejecutará el proyecto de las presas inflables donde se realizará un plan constructivo, incluyendo una cimentación profunda con pilotes, para así llegar a un estrato de capa de roca que se encuentra en el lecho del Estero (Baquerizo, 2012).

Ilustración 23. Zona de Estudio, Estero Salado.



Fuente: Google Maps, 2020.

3.9.3 Estudio Hidrológico – Hidráulico

El estudio hidrológico permite determinar la demanda producida en las lluvias dentro de los periodos de diseño y, en base a la intensidad de lluvia, se aplican los modelos de cálculo para determinar la demanda; una vez definida, se considera el efecto del vertedero en el cuerpo de agua, el cual se ve afectado por dicho elemento (Sánchez , 2011).

El estudio hidráulico se encarga del dimensionamiento de la estructura y las afectaciones que pueden ocurrir a causa del desvío natural del cauce del río, entre los cálculos realizados se obtiene la altura máxima a represar el cual será un dato importante para la construcción de la presa, este dato determina la altura de la estructura de goma inflada con aire o agua debe tener.

3.9.4 Tablestacado

El uso de tablestacados es un tipo de estructura usada en el campo de obras marítimas. Por lo que, según el artículo de Víctor Yepes, J. L. Ponz, E. Pellicer y J. Moreno (2013), conceptualiza que, “las tablestacas son elementos prefabricados alargados, posee una sección transversal constante con poco espesor, se ubican en el terreno mediante vibración o golpeteo con el fin de formar pantallas continuas de impermeabilización o de sostenimiento” (p. 141). El procedimiento para la instalación de las tablestacas se coloca empotrándolas en el terreno que, a su vez, será reforzada por puntales inclinados ayudando a reducir los esfuerzos previstos (Yépes Piqueras, Ponz Tienda, Pellicer Armiñana, & Moreno Flores , 2013).

El propósito del tablestacado es de mitigar la erosión provocado por la velocidad que la corriente del agua ejerce, por lo que la recomendación es realizar una excavación de una profundidad aproximada de 1.5 a 2 metros. Dentro del proceso de rellenar por capas junto con geotextiles, como obras adicionales, es necesario realizar una estructura de contención provisional dentro de la excavación (puntales), en ese caso se debe de considerar un tablestacado de acero, por su facilidad de instalación y transporte.

El módulo de sección de la tablestaca debe ser considerado para las cargas que se someterán a la estructura provisional, las cuales son: el empuje de un suelo cohesivo saturado, el empuje del agua cercano y la descompensación que se produce al momento de la excavación. La inca de la tablestaca debe garantizar un equilibrio general al volteo del sistema de confinamiento, por lo que es necesario la maquinaria adecuada

como el martillo hidráulico con vibración o maquinarias de igual producción en tema de hincados en suelos cohesivos.

Otro aspecto importante para analizar es el modelo de capilaridad expuesta por Terzaghi (1978), el cual determina que en suelos con características similares puede existir un levantamiento en fondo de la excavación, descompensando el equilibrio general del confinamiento. Para analizar este fenómeno, es necesario ser evaluado a detalle para cumplir criterios conservadores. En el proceso de la excavación se debe considerar la longitud del empotrado del suelo, el cual debe ser un tercio de la altura de excavación; definidas estas alturas y niveles de hincado, se puede garantizar que no se presente el fenómeno descrito.

El uso de puntales en la excavación es necesario para el análisis, para garantizar el equilibrio del confinamiento. Su separación se encontrar dispuesta por la demanda y por el espacio de trabajo, donde se considera para el relleno. Una vez culminado los trabajos de instalación del tablestacado, ubicación del geotextil, puntales es necesario despejar las zonas de los elementos utilizados para la estructura de confinamiento provisional.

3.9.5 Hormigón

El hormigón es una mezcla de varios componentes como: agua, cemento, agregados finos y gruesos, aire y aditivos, puesto que, al unirse, se obtiene una mezcla homogénea. La implementación o fin que se le dé al compuesto es diversa, por la cual se debe tener en cuenta el ambiente a que se encuentre expuesto. La estructura por construirse (en caso del proyecto) es de carácter hidráulico, por consiguiente, estará expuesto a un ambiente marino, en el que el deterioro del hormigón se puede dar tanto física como química. La principal problemática que se debe de tener en claro es la presencia de sulfatos, ya que se presentan tanto física como químicamente en el hormigón.

3.9.6 Ataque Físico

El principal inconveniente de construir en un ambiente marino es la presencia de sulfatos que afectan directamente a la mezcla del hormigón armado. Por lo que,

El ataque físico ocasionado por los sulfatos se presenta como la cristalización de sales de sulfato en la superficie del hormigón. Este mecanismo de deterioro comienza cuando la estructura de hormigón está sometido a ciclos de humedecimiento y secado muy intensos como los que produce la acción de la marea en el mar y los esteros (Coronel & Balesco, 2009, pp. 2-3).

Estos fenómenos ocurren comúnmente en estructuras como presas, puentes, muelles y muros de contención que tienen interacción directa o indirectamente con el agua proveniente del mar o de los esteros en el caso de la ciudad de Guayaquil, se debe tener en cuenta los ataques físicos para el diseño del hormigón armado.

3.9.7 Ataque Químico

Según Carrasco, Balesco e Hidalgo (2009), mencionan que,

Una vez que los sulfatos ingresan al hormigón endurecido, reaccionan químicamente originando compuestos expansivos como la etringita, el yeso y la thaumasita. La principal causa de deterioro en el hormigón es la formación de etringita que procede básicamente de la combinación de los sulfatos con hidratos de Aluminato Tricálcico del cemento (Coronel & Balesco, 2009, pp. 2-3).

Las recomendaciones que se plantean para implementar un hormigón con características especiales para un ambiente agresivo son las siguientes:

- 1.** Cemento con menor contenido de hidróxido de calcio.
- 2.** Disminuir la relación agua – cemento y el tiempo de curado, esto ayudará a que el hormigón sea más permeable.
- 3.** El uso de aditivos que ayuden a reducir la relación agua – cemento, con la precaución de no implementar aditivos que contengan cloruro de calcio ya que este compuesto reduciría la resistencia a los sulfatos.
- 4.** En la construcción hay que tener en cuenta la compactación, curado y evitar agujeros.

3.9.8 Cimentación

La consideración que se deben tener en cuenta para la cimentación es una base de hormigón en donde estará sometido a cargas de la presa que se transfieren de manera directa. Además, debe de constar de una superficie rígida y lisa para ubicar las láminas de goma y, a su vez, ubicar dispositivos de empotramiento los cuales anclaran los siguientes dispositivos como: dispositivos de medición, sistemas de control de agua o aire para inflar y desinflar la presa. Las consideraciones de carga que se encontraran en la construcción de la presa inflable es la siguiente:

3.9.9 Cargas consideradas para el diseño de base de hormigón

Las cargas consideradas para la construcción de las presas de goma son todas las que se ubican por encima de las mismas. La altura de la presa es uno de los aspectos más relevantes, teniendo en cuenta su límite máximo, el cual puede alcanzar 5 metros; y el ancho depende del cauce del río. Con dichos valores se puede realizar un cálculo aproximado del peso que ejercerá la masa de goma dependiendo del tipo de material que este sea llenado ya sea agua o aire.

Las fuerzas ejercidas por las olas, la elevación y sismos no se consideran, en vista de que la estructura al ser de caucho no es de mucha relevancia. Por otra parte, si se realizara una estructura de presa convencional, estos cálculos serían de vital importancia. Las fuerzas por considerar, al ser una estructura hidráulica, son las siguientes:

- Fuerza hidrostática
- Carga de la presa llena y vacía
- Fuerza hidrodinámica
- Fuerza de inercia para el diseño de la cimentación.

3.9.10 Pilotes metálicos con perfiles H.

Los pilotes de acero, como su nombre lo indica, son construidos con perfiles de acero. Estos perfiles pueden ser H, son muy usados para soportar grandes cargas, a diferencia del pilote de hormigón armado o de madera; pues, al momento de hincarlo, mediante un martillo puede soportar grandes y numerosas cantidades de golpes gracias a la composición del material. La penetración al suelo es más fácil, posee una alta resistencia a la tracción y flexión. Puede alcanzar largas longitudes debido a que se puede empalmar o soldar. Las desventajas más notables son el costo y la susceptibilidad que posee a la corrosión, aunque el tema de la corrosión tiene solución aplicando cualquier tipo de pintura anticorrosiva a lo largo del elemento (Gavidia, 2019).

Ilustración 24. Pilotes de acero en forma de H.



Nota: Reproducido de “*Estaca metálica cravada*”, por Martelos Hidráulicos, 1996 (<https://www.marteloshidraulicos.com.br/estaca-metalica-cravada>). Todos los derechos reservados [1996] por Martelos Hidráulicos.

3.9.11 Métodos de protección anticorrosiva para pilotes metálicos

La corrosión es uno de los problemas que se presenta en toda estructura metálica, por lo que el implemento de sistemas o métodos para evitar la corrosión son importantes para mejorar la vida útil de la estructura. Entre los métodos más conocidos existen: recubrimiento, revestimiento y técnicas electroquímicas como la protección catódica (Sánchez, 2015).

3.9.12 Protección catódica

Según Sánchez & Lissette (2015), “es un método de naturaleza electroquímica usado para reducir o eliminar la corrosión de un metal generalmente el acero, haciendo que la superficie de este funcione como un gran cátodo de una celda electroquímica.” (p.23).

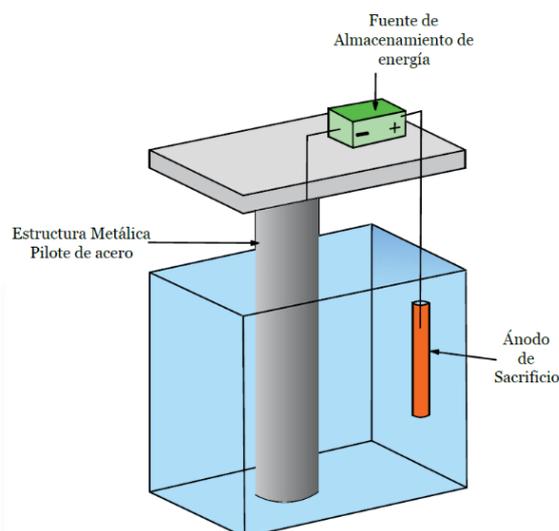
La protección catódica se puede obtener mediante dos tipos de métodos:

- a) Ánodos de Sacrificio
- b) Corriente Impresa

3.9.13 Ánodos de Sacrificio

De acuerdo con Francias, (2004), “el mecanismo de función del ánodo de sacrificio consiste en una conexión eléctrica a una estructura que se encontrará sumergida, esta descargará una corriente que fluirá a través del electrolito hasta la estructura que pretende proteger” (p.37).

Ilustración 25. Esquema de Ánodo de Sacrificio implementado en pilotes metálicos. Implementado en pilotes metálicos.



Nota: Adaptado de “Protección Catódica Costa Fuera”, por Baxter Richard & Britton Jim, 2011 (<https://www.cathodicprotection101.com/proteccion-catodica.htm>). Todos los derechos reservados [2011] por Deepwater Corrosion Services Inc.

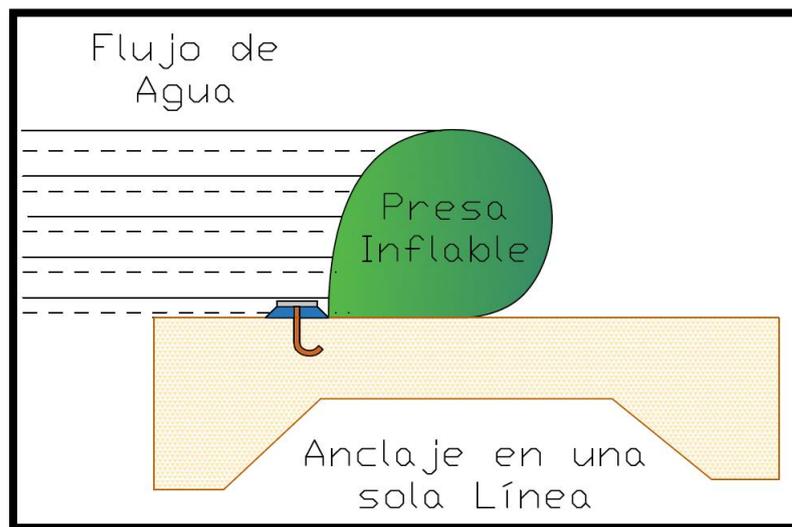
3.10 Sistema de Anclaje

El sistema de anclaje tiene como función: unir la cimentación con la presa de goma, el cual se sujetará a lo largo de la misma. De igual forma, el sistema varía dependiendo del tipo de llenado de la presa. Las presas que se encuentran llenas de agua son más pesadas; por lo tanto, es más estable. Por el contrario, las presas llenas de aire son más susceptibles a las vibraciones. Los diferentes tipos de anclaje se detallarán a continuación.

3.10.1 Anclaje en una sola línea

Este tipo de anclaje es muy usado para presas con un caudal de descarga bajo, donde la altura de la presa no supera los 2 metros. La ubicación del anclaje se realiza longitudinalmente en una sola fila, en la parte transversal del cuerpo de goma, que se encontrará sobre la superficie de la cimentación al cual se encontrará anclada.

Ilustración 26. Anclaje en una sola línea.

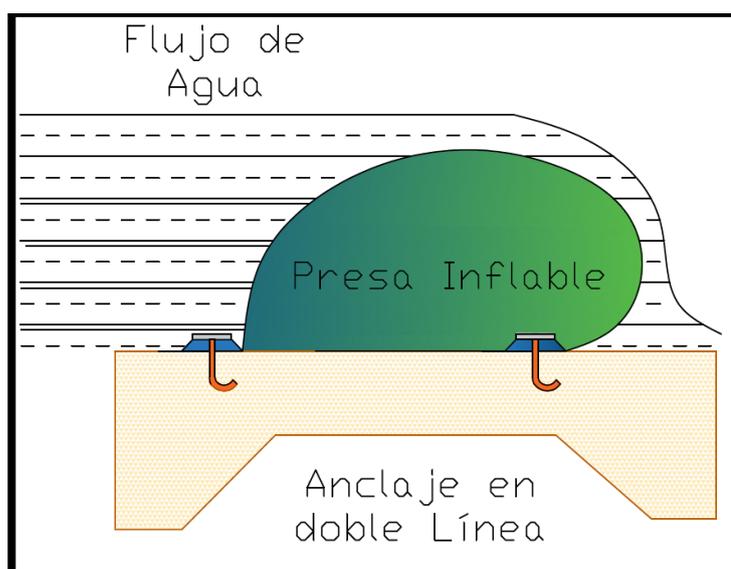


Nota: Adaptado de *Hydraulic Rubber Dam An effective Water Managment Technology* (p.110) por Thomas, Vasudeo , V.K., Kanny, & Dutta, 2019, Elsevier Inc. Todos los derechos reservados [2019] por Elsevier Inc.

3.10.2 Anclaje de doble línea

Este tipo de anclajes se implementa cuando la altura de la presa de goma supera a los 2 metros. La ubicación del anclaje se realiza en dos filas para facilitar la reducción de la carga en los anclajes individuales. El sistema de doble anclaje aumenta la estabilidad y reduce la vibración del cuerpo de goma, es muy usado en donde ocurre flujos inversos (Zhang, Tam, & Zheng, 2003).

Ilustración 27. Anclaje en doble línea.



Nota: Adaptado de *Hydraulic Rubber Dam An effective Water Managment Technology* (p.110) por Thomas, Vasudeo , V.K., Kanny, & Dutta, 2019, Elsevier Inc. Todos los derechos reservados [2019] por Elsevier Inc.

3.11 Malla recolectora de Basura

La malla recolectora de basura es una idea basada en el diseño de *StormX Netting Trash Trap*, está diseñada para capturar elementos sólidos flotantes, como plásticos, ubicados en las diferentes tuberías sanitarias y pluviales de una ciudad. Las mallas son reusables, esto evita el taponamiento de las tuberías, la implementación es sencilla se instalan al final de los tubos, se retira mediante grúas o grupo de personas la malla para evacuar los desperdicios que serán posteriormente transportados a los distintos puntos de recolección de desechos reciclables. El mecanismo de la malla es similar, por lo que la construcción y ubicación en la parte continua de la presa inflable, podría ayudar a la recolección de desperdicios sólidos que se encuentren en los cuerpos de agua de la ciudad (Godwin, Odlum, Wright , & Blake, 2019).

Ilustración 28. StormX Netting Trash Trap o Malla recolectora de Basura.

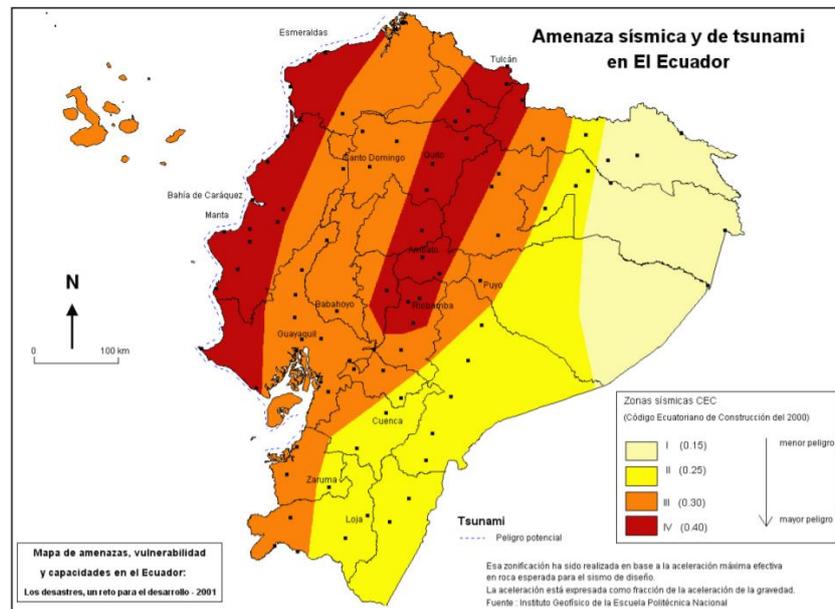


Nota: Reproducida de “StormX Netting Trash Trap”, Storms Water Systems, 2020 (<https://stormwatersystems.com/stormx-netting-trash-trap/>). Todos los derechos reservados [2020] por Storms Water Systems.

3.12 Sismicidad de la zona de estudio

El Ecuador es un país altamente sísmico. Se encuentra en el cinturón de fuego del Pacífico, por ello, es necesario diseñar cualquier tipo de estructura para evitar daños y causar pérdidas humanas. El territorio ecuatoriano se sitúa en un conjunto de fallas geológicas que se encuentran activas, lo que ocasiona que ciertas regiones sean sísmicamente altas. Una de las principales fallas geológicas está ubicada en el golfo de Guayaquil. Este tipo de falla se denomina dextral o mega-cizalla y atraviesa el territorio desde la parte norte oriente del país hasta llegar al golfo de Guayaquil (Castro, 2012).

Ilustración 29. Mapa de Riesgo sísmico del Ecuador.



Nota: Reproducido de “Cartografía de riesgos y capacidades en el Ecuador”, por Demoraes & D’ercole, 2001 (http://www.savgis.org/SavGIS/Etudes_realisees/DEMORAES_DERCOLE_Cartografia_riesgos_2001.pdf). Todos los derechos reservados [2001] por Demoraes & D’ercole.

3.12.1 Vulnerabilidad de las estructuras en Guayaquil

Por su historia, las estructuras de Guayaquil en su totalidad son de madera. Las edificaciones son de tipo mixtas y muy antiguas, en su mayoría ubicadas en el centro de la ciudad. La mayoría de estas estructuras no cumplen con los parámetros y diseño sísmo resistente por lo cual son más propenso a sufrir daños estructurales.

La ciudad de Guayaquil se encuentra en una zona altamente sísmica. Tomando en cuenta la imagen siguiente, identificamos las zonas altamente sísmicas con el color naranja y logramos detectar, que las zonas de mayor riesgo corresponden a las más cercanas al Océano Pacífico y a los puntos más altos del Ecuador. Además, hay que considerar el tipo de suelo, puesto al ser de limo y arcilla no son muy resistentes y están propensos a ser licuables. Los factores que contribuyen a la vulnerabilidad sísmica de estructuras en Guayaquil: Flexibilidad del suelo, Profundidad del estrato comprensible, Potencial de licuefacción e Interacción suelo-estructura

La zona del norte de Guayaquil se encuentra un suelo más resistente, ya que gran parte es rocoso sedimentario, como la zona del centro como el Cerro Santa Ana y del Carmen. La Puntilla, en dirección a Samborondón, también es vulnerable por las condiciones de su suelo (en su mayoría arena saturada), al igual que la parte del sur de la ciudad, debido a que en su totalidad son y fueron puertos.

CAPÍTULO IV

4.1 Presas Inflables en la ciudad de Guayaquil

El propósito de la creación de las presas inflables y la implementación en la ciudad de Guayaquil es dar continuidad al proyecto de sistema de compuertas que se encuentra a lo largo del Estero Salado, obra ubicada en las zonas del Canal de Caterpillar, Urdenor, y Mapasingue. Estas infraestructuras fueron diseñadas para desviar y bombear el sistema de alcantarillado sanitario, aguas residuales, domésticas e industriales que bajan por los canales de sectores sin alcantarillado, como la Prosperina y Mapasingue Este y Oeste. El uso de este sistema se ejecutaría en época de lluvias (entre los meses de diciembre hasta mayo), debido al incremento del nivel del estero, ocasionado por el ingreso de agua proveniente de mareas y de aguas lluvia.

El sistema está conformado por un sistema de poleas y compuertas de hormigón, que se desplazan para obstruir el paso del estero y así controlar las inundaciones en estos sectores con nivel bajos de cotas; lo que a su vez controla la contaminación. Este sistema es de control manual por lo que se necesita de una persona de forma perenne en el sitio para el correcto funcionamiento de la estructura.

Ilustración 30. Presa urbana Caterpillar - Urdenor sobre un ramal del Estero Salado ubicado en la calle, Diagonal a la gasolinera "Primax" en la Avenida Juan Tancamarengo.



Fuente: Elaboración Propia.

La ubicación del segundo sistema de control de inundaciones y de contaminación en el Estero Salado está ubicado en el Canal Guajiro, en Mapasingue Oeste, atrás del Complejo deportivo del mismo nombre. Sitio donde presenta el mismo sistema que se describió anteriormente y, con la misma problemática de mantenimiento por parte de las autoridades competentes.

Ilustración 31. Presa urbana Quisquís ubicado en el Canal Guajiro - Mapasingue Este, Complejo Deportivo Mapasingue ubicado en la Vía Daule.



Fuente: Elaboración Propia.

Ilustración 32. Ubicación del Tramo del Estero Salado a analizar desde Mapasingue Este - Urdesa.

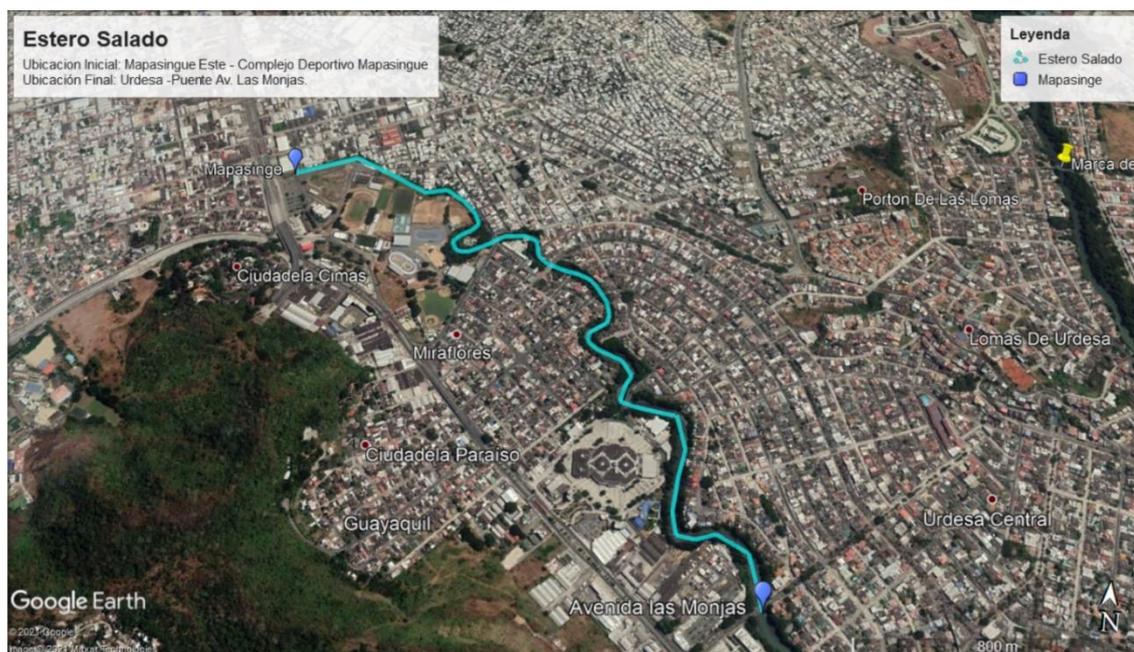


Fuente: Elaboración Propia.

4.2 Presas inflables Estero Salado

A continuación, se detallará de manera esquemática y conceptual la implementación de las presas inflables en la ciudad de Guayaquil por la que se escogió un cuerpo de agua. La ubicación del cuerpo de agua es a lo largo del tramo del Estero Salado que va desde el sector de Mapasingue Oeste – Este hasta el puente de “Las Monjas” ubicado en la zona central de Urdesa. Una vez obtenido el sector a ubicar las presas inflables se adoptarán una serie de esquemas en donde se detallarán diversas alternativas para la implementación de la estructura, cabe recalcar que las alternativas se encuentran a nivel esquemático para mayor facilidad del lector.

Ilustración 33. Ubicación del Tramo del Estero Salado a analizar desde Mapasingue Este - Urdesa.

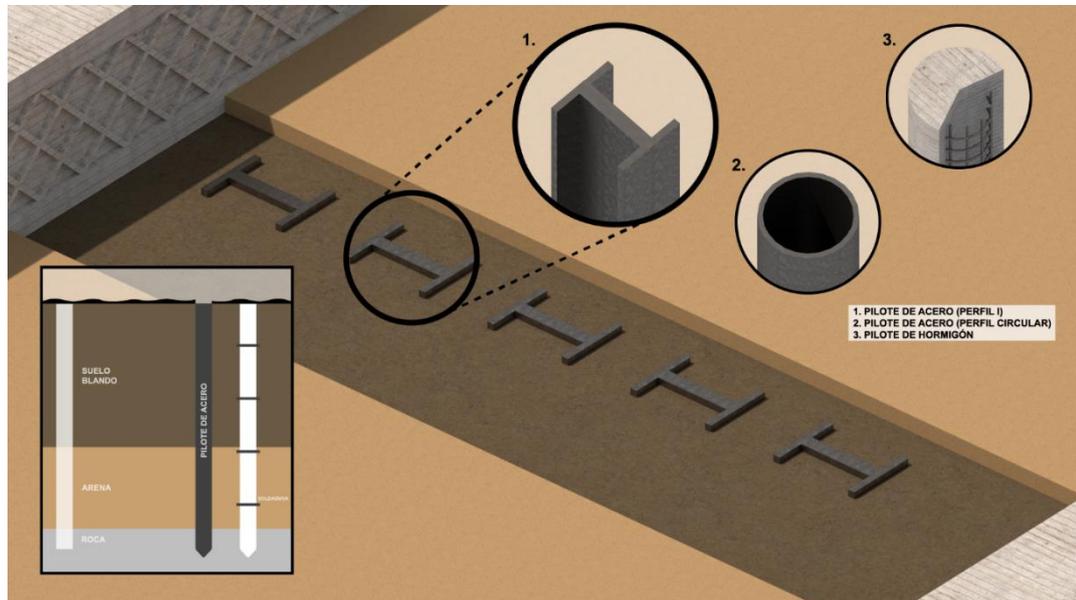


Fuente: Google Earth, 2020.

4.3 Alternativas de construcción de presas inflables

4.3.1 Alternativa de Cimentación

Ilustración 34. Implementación de pilotes metálicos para la construcción de presas inflables.



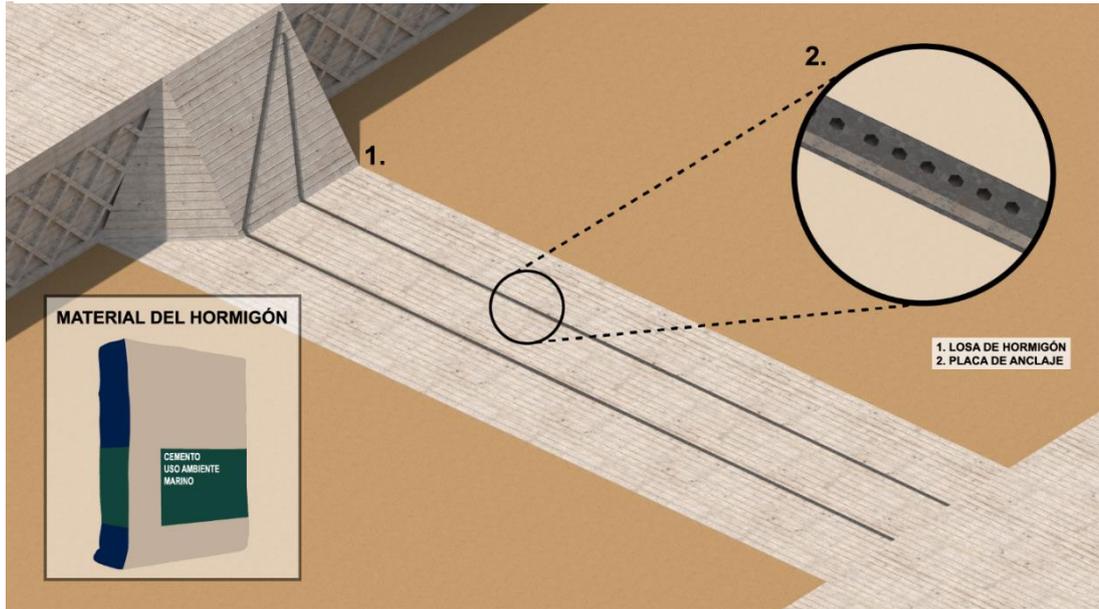
Fuente: Elaboración Propia.

El uso de pilotes de acero, para la cimentación de las presas de caucho, trabajará a punta el cual se le hincará con un martillo hidráulico, el sistema a recomendar es de hincar el pilote por partes y soldarlas para la unión de ellas, esto facilita a la transportación del material en pequeñas embarcaciones o en camiones de carga. El pilote de acero se le añadirá una capa anticorrosiva para evitar problemas con el ambiente húmedo y la corrosión. Es preferible el uso de pilotes de acero con forma I, ya que al ser golpeado no se verá afectado su estructura, gracias a su inercia.

De igual manera, se detalla que existe otras alternativas como pilotes de hormigón armado, el cual podría ser fundido en sitio o prefabricado. Asimismo, el pilote trabajará a fuste en lo que se llega a un estrato fuerte. Cabe recalcar que la presa inflable no descarga mucho a la cimentación, por lo que las dimensiones, a comparación con un edificio, serían mucho menores.

4.3.2 Alternativa de tipo de hormigón

Ilustración 35. Bosquejo de Tipo de hormigón resistente a condiciones marinas



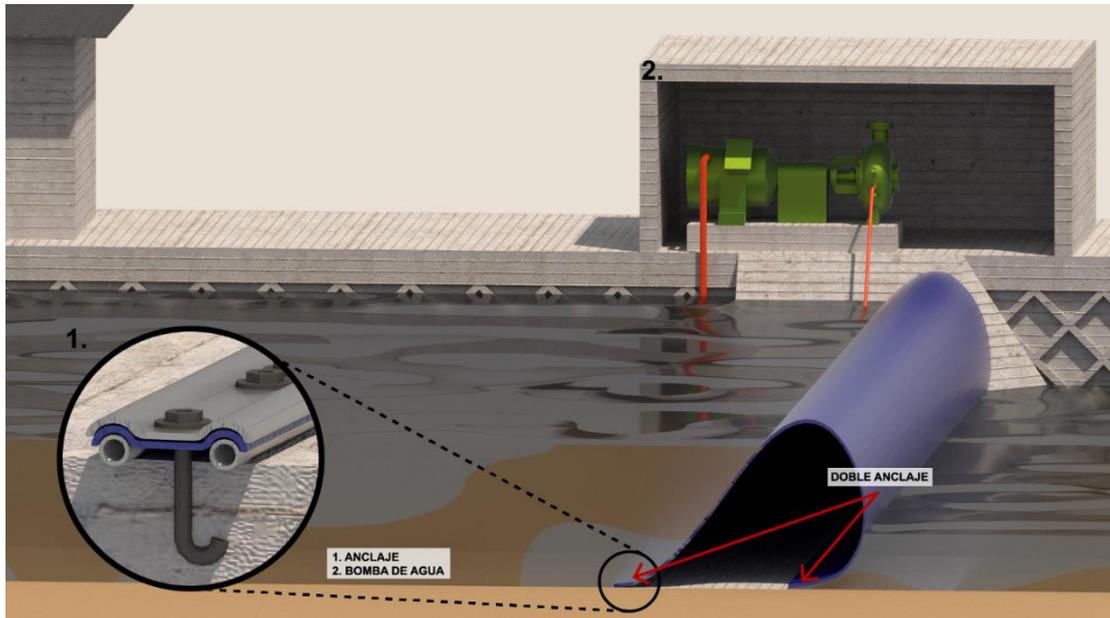
Fuente: Elaboración Propia.

Posteriormente, habiendo ubicado los pilotes, se procede a la construcción de una losa de hormigón armado a lo largo del ancho del río, donde se ubicará la presa de caucho. El principal inconveniente a la hora de construir en un ambiente marino son los ataques físicos y químicos que el hormigón pueda sufrir; entre ellas, el ataque a los sulfatos pudiéndose evitar si se siguen las siguientes recomendaciones:

- El uso de cemento marino o de características en el cual sean resistentes a los sulfatos, este cemento debe poseer un bajo contenido de hidróxido de calcio.
- La relación agua – cemento debe ser baja, esto se puede obtener aplicando aditivos. Los aditivos de preferencia a usar son los que carezcan de cloruro de calcio en sus principales componentes.
- El tiempo de curado es importante para evitar filtraciones en el hormigón.

4.3.3 Alternativa de tipo de anclaje

Ilustración 36. Bosquejo de Tipo de hormigón resistente a condiciones marinas



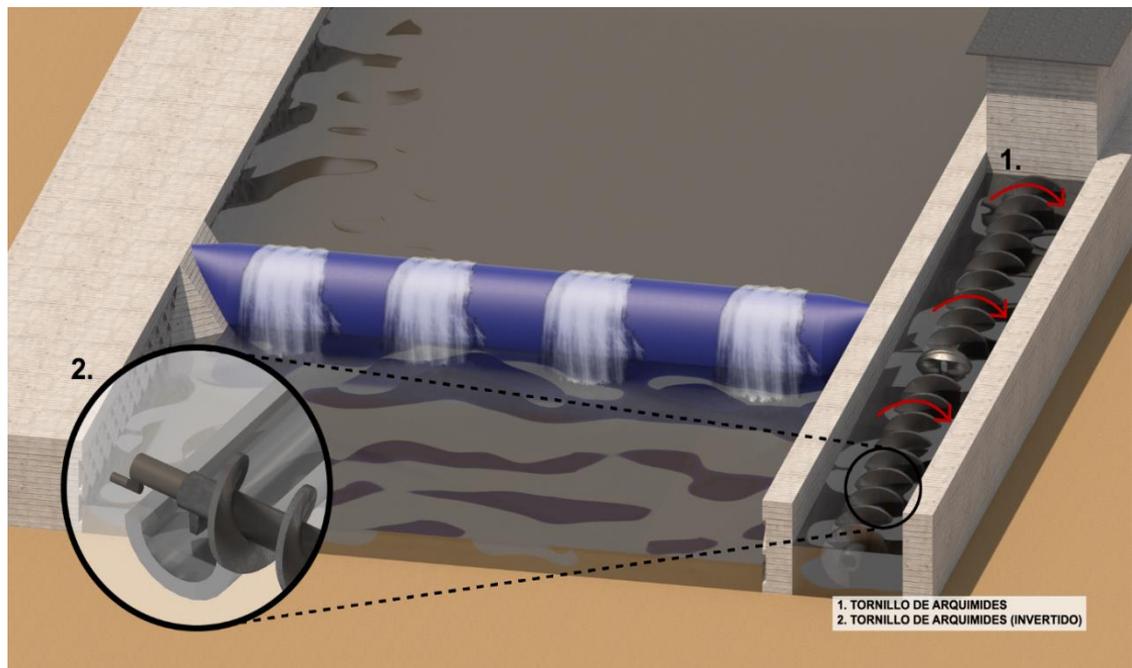
Fuente: Elaboración Propia.

El proceso para ubicar el cuerpo de goma es mediante un sistema de pernos o anclaje a lo largo de la losa, sujetado al cuerpo de goma de manera fija. Las recomendaciones para el sistema de anclaje son las siguientes:

- Si el cuerpo de goma es inflado con agua, ubicar una doble fila de anclaje debido a que la estructura. Al estar llena de agua, adquiere la forma de ovalada, además el movimiento interno del agua tiende a mover el cuerpo de goma.
- Si el cuerpo de goma es inflado con aire, ubicar una fila de anclaje es necesario para que la estructura de goma esté bien sujeta.
- El uso de agua para inflar el cuerpo de goma es recomendable en Guayaquil, debido a que la ciudad está expuesta a sismos; para lo cual, el cuerpo de goma lleno agua amortiguará de forma eficiente este fenómeno de vibración.

4.3.4 Alternativa de turbina de Arquímedes

Ilustración 37. Bosquejo de turbina o tornillo de Arquímedes para la obtención de energía renovable.



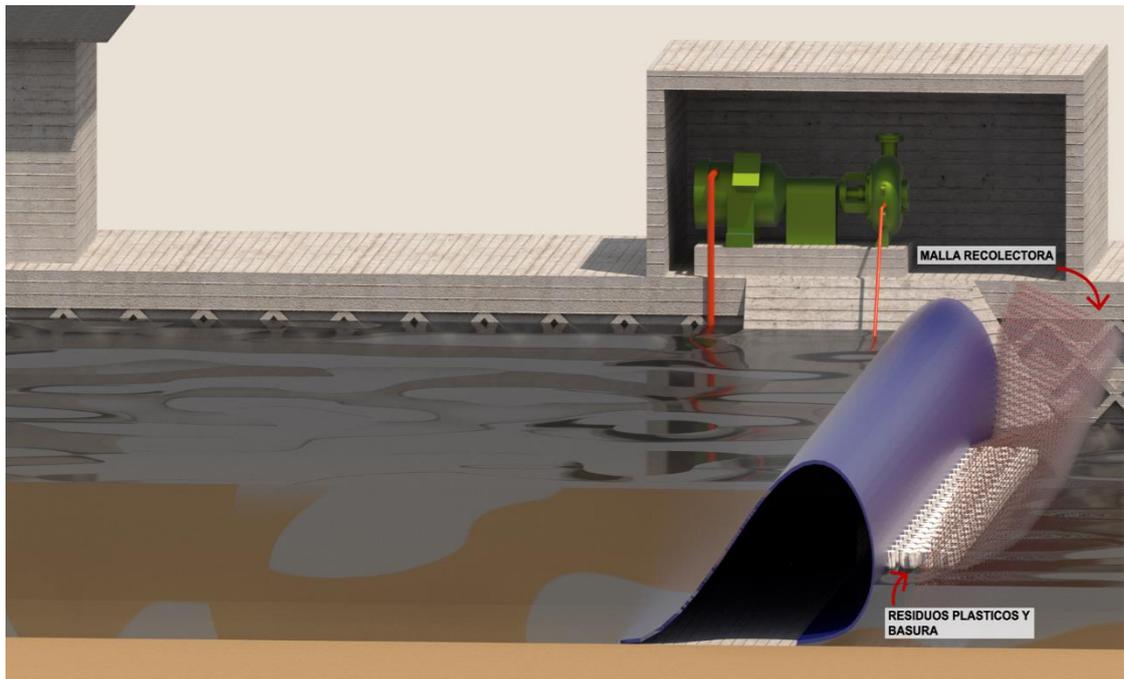
Fuente: Elaboración Propia.

El uso del tornillo de Arquímedes invertido es una de las propuestas ecológicas que puede implementarse a los diferentes cuerpos de agua donde se ubicarán las presas inflables. Este tipo de tornillo trabaja como turbina, generando la energía suficiente para el correcto funcionamiento del inflado y desinflado de la presa. De igual manera, ayudará a suministrar energía a los sensores y dispositivos electrónicos que la presa posee, haciendo a la presa de caucho una estructura autosustentable.

Esta estructura se ubica de lado posterior de la presa, mediante un pequeño desvío para el ingreso del fluido y poner en funcionamiento las espas en forma helicoidal que posee el tornillo. Dependiendo de la fuerza del caudal será la cantidad de energía que puede generar, esta energía podría usarse como respaldo para la operación de la presa de caucho si se optara por una energía emergente.

4.3.5 Alternativa de recolección de desperdicios

Ilustración 38. Bosquejo de turbina o tornillo de Arquímedes para la obtención de energía renovable.



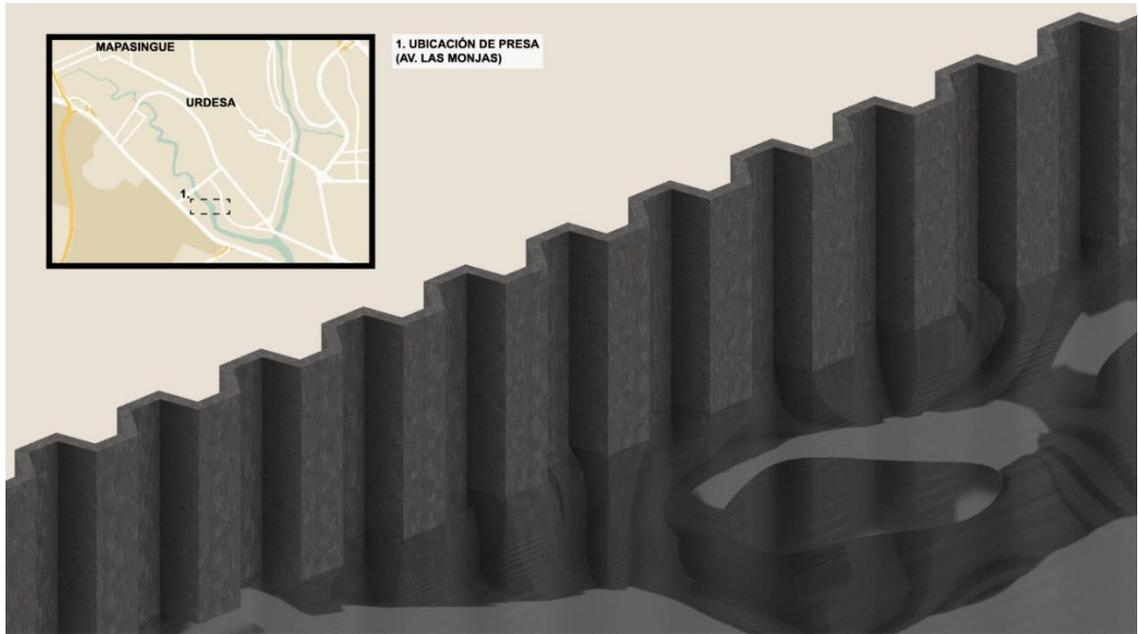
Fuente: Elaboración Propia.

Otro de los sistemas a implementar para el aprovechamiento de las presas de caucho, es la ubicación de una malla o reja removible para la recolección de basura o cualquier tipo de desperdicio sólido como botellas, recipientes que se encuentren en el río. El mecanismo es sencillo, la presa de caucho se infla y se desinfla con facilidad.

El mecanismo de inflado retendrá los desperdicios, luego de haberlos acumulado a lo largo de su forma se procede al desinflado lo que causará que mayor parte del material retenido se quede atrapado en la red. Este mecanismo de recolección de basura ayudará a la limpieza del tramo de río o estero, también aportará al reciclaje del sector lo que promueve un estero limpio y libre de basura.

4.3.6 Alternativa de tipo de desvío del río

Ilustración 39. Bosquejo de implementación de ataguía de desvío metálico.

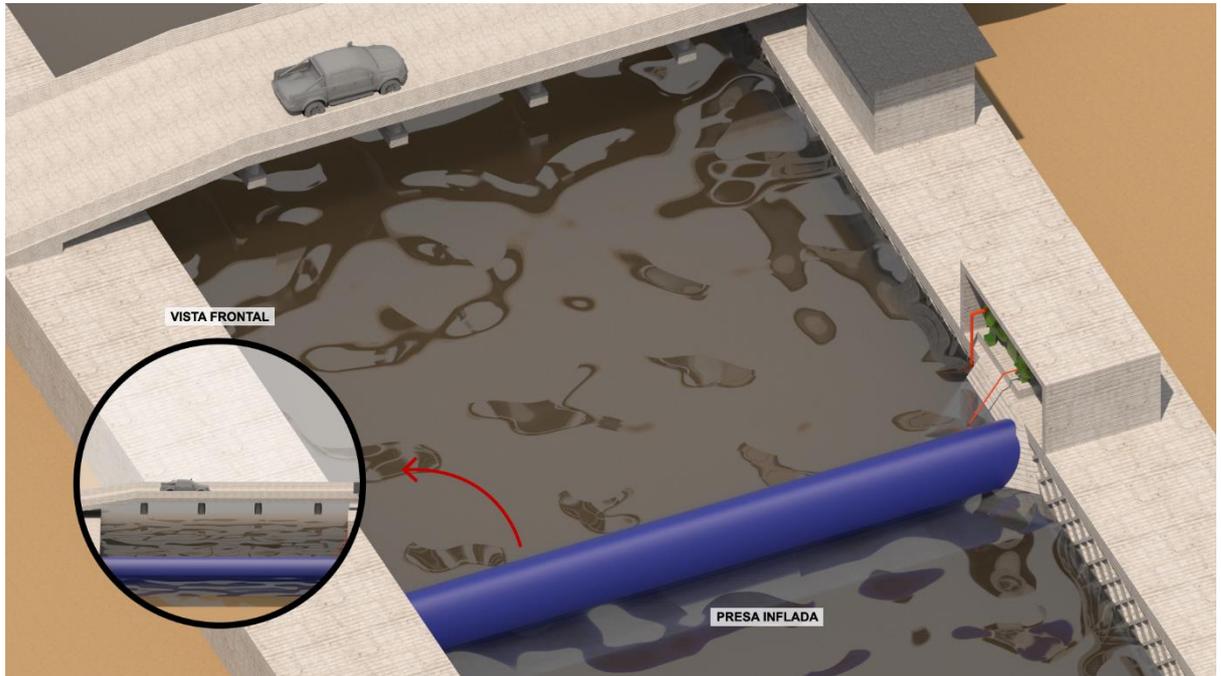


Fuente: Elaboración Propia.

El uso de ataguía de desvío metálico, para el desvío del río, es otra de las alternativas planteadas para la construcción de presas inflables. El tablestacado tendrá como objetivo retener el cauce del río momentáneamente para la construcción de la estructura. Sin embargo, la propuesta que se plantea es ubicar el tablestacado de tal forma que se trabaje un 50% de la obra, esto se lo puede aplicar dejando un espacio libre en donde pueda fluir normalmente el cauce del río, a su vez que se procede al trabajo de pilotaje.

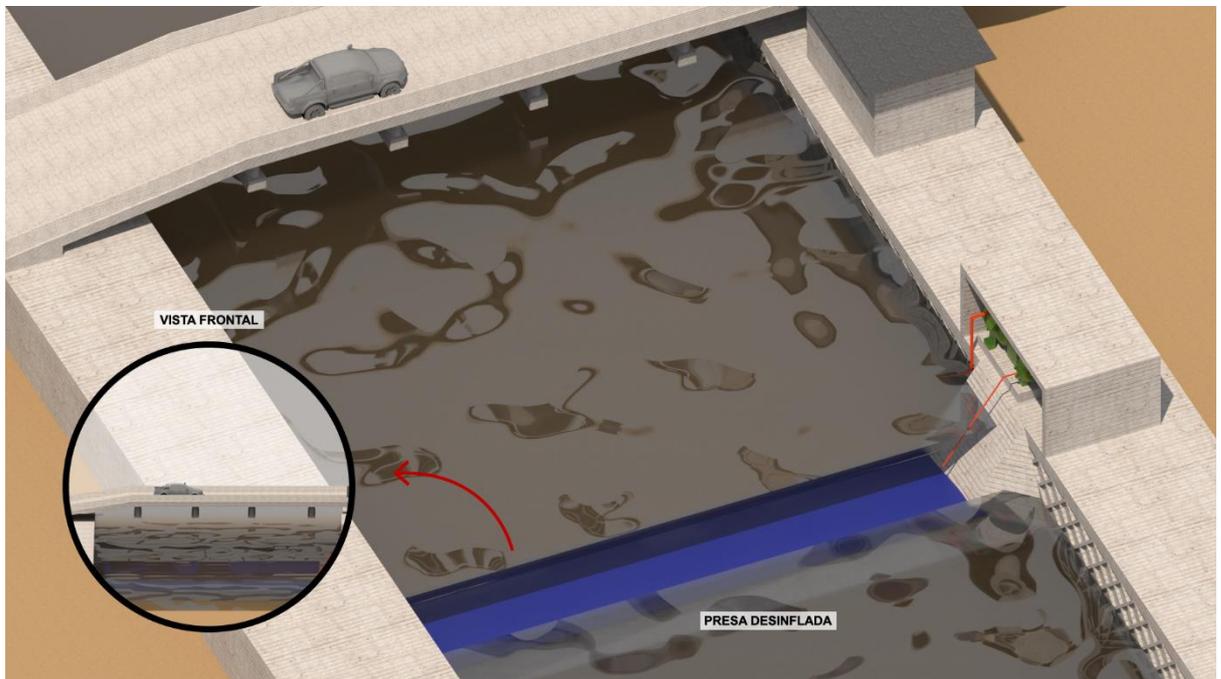
4.3.7 Alternativa de implementación en el Estero Salado

Ilustración 41. Bosquejo de inflado de presas de caucho en el Estero Salado, Puente "Las Monjas".



Fuente: Elaboración Propia.

Ilustración 40. Bosquejo de desinflado de presas de caucho en el Estero Salado, Puente "Las Monjas".



Fuente: Elaboración Propia.

La ubicación de la presa de caucho será en el Estero Salado, a lo largo del tramo de Mapasingue Este y Urdesa. La importancia de ubicar la presa es realizar los estudios correspondientes que se mencionaron en el capítulo anterior en donde indicara las demandas correspondientes y los estudios que se debe realizar en el trecho del río.

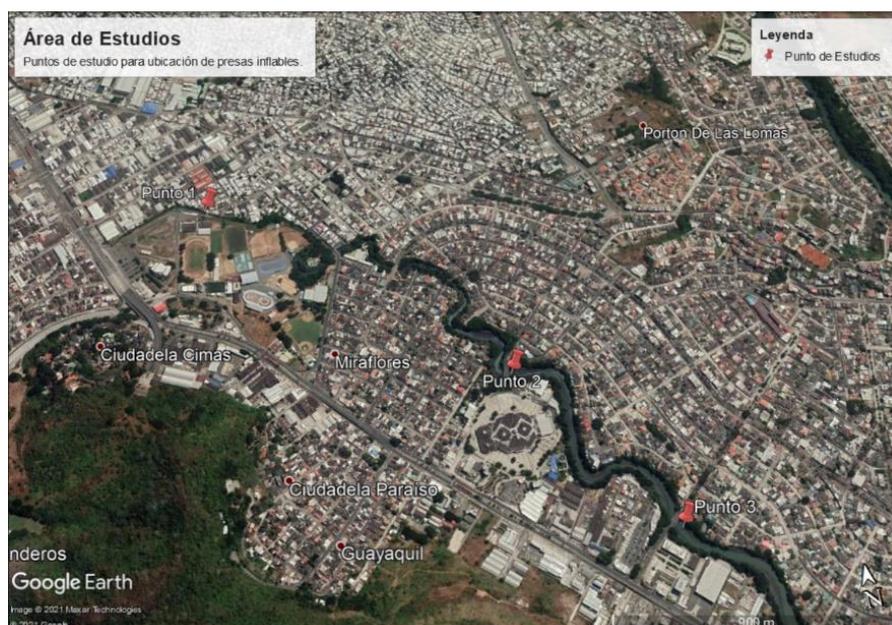
El mecanismo de funcionamiento de inflado y desinflado se lo realizará de forma automática mediante la implementación de un sistema de sensores en el cual determinaran el momento exacto para poder inflarse y a su vez desinflarse. El proceso no toma más de 30 a 45 minutos de duración.

4.4 Ubicación de Presa Inflable en Estero Salado

Para el presente estudio de la ubicación de las presas de caucho a través del Estero Salado se definió tres puntos en los cuales se realizaron estudios de campo. La ubicación de las tres zonas de estudio son las siguientes:

- **Punto 1:** Ubicado cerca de las compuertas en el Canal Guajiro Presa Quisquís - Mapasingue Este, Complejo Deportivo Mapasingue ubicado en la Vía Daule. Coordenadas (619584.00 E - 9761289.00 S).
- **Punto 2:** Ubicado a la altura del Centro Comercial Alban Borja. Coordenadas (620485.00 E - 9760470.00 S).
- **Punto 3:** Ubicado en el puente “Las Monjas” con la calle con el mismo nombre en la parte Urdesa Central. Coordenadas (620906.00 E - 9759851.00 S).

Ilustración 42. Ubicación de las presas inflables en los puntos de estudio en el tramo del Estero Salado.



Fuente: Google Earth, 2021.

Ilustración 44. Punto 1 Presa Quisquis - Mapasingue Este, Complejo Deportivo Mapasingue ubicado en la Vía Daule.



Fuente: Elaboración Propia.

Ilustración 43. Ubicación del Punto 2 a la altura del Centro Comercial Alban Borja.



Fuente: Elaboración Propia.

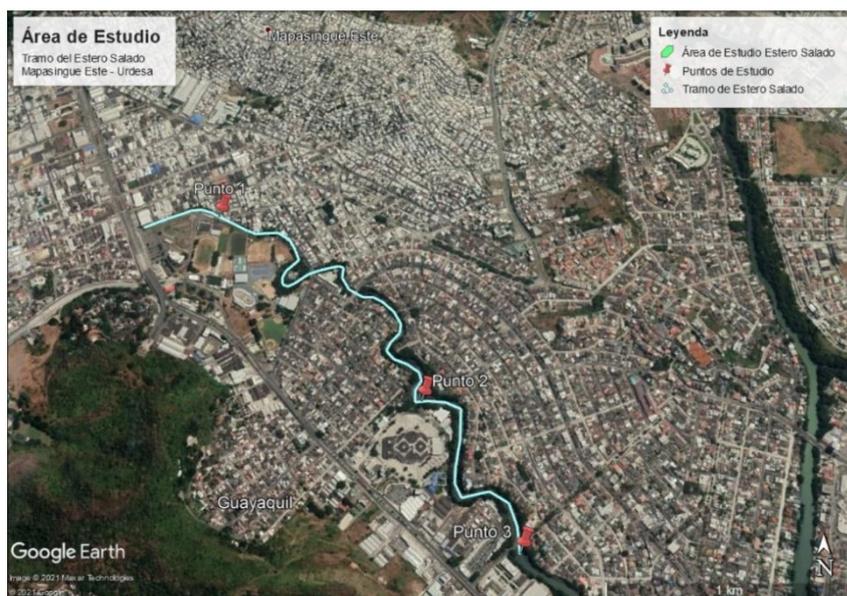
Ilustración 46. Punto 3 Puente "Las Monjas".



Fuente: Elaboración Propia.

El tramo de estudio a analizar se encuentra ubicado desde Mapasingue Este (coordenadas: 619584.00 E - 9761289.00 S), hasta el puente ubicado en Urdesa a la altura de la avenida de las Monjas (620906.00 E - 9759851.00 S) mediante el uso de Google Earth se estimó una distancia de 3,020 metros de longitud de punto a punto. Se estimó una profundidad para el tramo indicado de 6 metros y un ancho promedio de 47 metros, obteniendo un volumen de 85,1640 m³ de agua almacenada a lo largo del tramo de estudio.

Ilustración 45. Tramo de Estudio punto 1, 2, 3.



Fuente: Elaboración Propia

4.5 Estudio Hidrológico

Para el estudio hidrológico se usó como referencia el Texto Básico de Hidrología de Gámez William, (2010). El estudio permitió estimar la demanda de lluvia producida en periodos de diseño con datos como la intensidad de lluvia, escurrimiento e intensidad. Para el cálculo se optó por el método racional el cual es comúnmente usado para un área menor a 1000 hectáreas.

Método Racional

El Método Racional según Gámez (2010), indica que “este método requiere de datos pluviográficos para obtener escurrimientos máximos en una cuenca pequeña” (p.118). Para el uso del método racional se utiliza la siguiente formula:

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

4.6 Periodo de Retorno y Duración de precipitación

El periodo de retorno para este tipo de estructuras de mitigación se puede establecer un periodo de T = 10 años y una duración t = 15 min, estos datos fueron estimados por el autor teniendo en cuenta el tiempo de inflado de la estructura de caucho es el indicado anteriormente. Una vez obtenido los datos de periodo de retorno y duración de la precipitación se obtiene el valor de la intensidad de lluvia mediante tablas elaboradas por el INAMHI, ubicando la zona de estudio en la ciudad de Guayaquil en la estación más cercana “Aeropuerto de Guayaquil”, con código M0056 obteniendo lo que se muestra en la Tabla 2. Con la ayuda de esta forma se determinó la intensidad de lluvia de I = 97.6 mm/h.

Tabla 16.

Tabla de intensidad para un periodo de retorno y duración.

t (min)	Periodo de Retorno T (años)		
	2	5	10
5	96.4	117.6	136.7
10	77.8	95.1	110.5
15	68.8	84.0	97.6

Nota: Adaptad de Intensidad Máxima (p.34), por INAHMI, (2015) , **Fuente:** http://www.serviciometeorologico.gob.ec/Publicaciones/Hidrologia/ESTUDIO_DE_INTENSIDADES_V_FINAL.pdf.

4.7 Coeficiente de Escurrimiento

El coeficiente de escurrimiento considera el material que se encuentra en la superficie del terreno a analizar. El estudio realizado en la ciudad de Guayaquil en la zona de Urdesa Central consideró una zona residencial con viviendas multifamiliares, obteniendo un valor de escurrimiento de $c = 0.75$.

Tabla 36.
Tabla de coeficiente de escurrimientos.

TIPO DE ÁREA		Coeficiente De Escurrimiento	
DRENADA		Mínimo	Máximo
ZONAS COMERCIALES	Zona Comercial	0.70	0.95
ZONAS RESIDENCIALES	Vecindarios	0.50	0.70
	Unifamiliares	0.30	0.50
ZONAS RESIDENCIALES	Multifamiliares espaciados	0.40	0.60
	Multifamiliares compactadas	0.60	0.75
	Multifamiliares compactadas		

Nota: Adaptado de Fundamentos de la Hidrología Superficial (p.200), por Breña & Jacobo, (2006), Universidad Autónoma Metropolitana.

4.8 Área de Descarga

Se considera que las áreas que descargan al canal a analizar, en cada uno de los diferentes tramos del Estero Salado, se encuentran en la zona de Urdesa y las aledañas al sector de Mapasingue Oeste - Este. Mediante el uso de Google Earth se estimó el área de aportación que da al trecho del Estero Salado obteniendo un $A = 319$ ha.

$$Q = \frac{0.75 * 97.6 * 319}{360}$$

$$Q = 64.86 \frac{m^3}{s}$$

La ubicación de las presas inflables se encuentra en el punto 2 y 3 del mapa, no obstante el cálculo se realiza para ubicar la presa inflable en el punto 2, el cual se encuentra en el Puente de Las Monjas en Urdesa central. El caudal a ingresar producto de las precipitación es de $64.86 \frac{m^3}{s}$. Este dato será de importancia para el diseño de una presa pequeña en el sector y requiere un estudio amplio para el mismo. No obstante se deja planteado de forma esquemática la ubicación de las presas en estos dos tramos.

Ilustración 47. Subcuenca hidrográfica al área de estudio del tramo Estero Salado.



Fuente: Elaboración Propia.

4.9 Ventajas de las presas inflables en Guayaquil

A continuación, se detallarán algunas de las ventajas que posee las presas inflables al momento de la implementación en la ciudad de Guayaquil en un tramo ubicado en el Estero Salado, las cuales son:

- Fácil instalación y construcción
- Debido a su forma se puede adoptar a cualquier tipo de sección transversal de ríos o canales.
- Diseño para soportar cargas de agua en dos direcciones, en el caso de Guayaquil el agua proveniente del Océano Pacífico y de las lluvias.
- El inflado y desinflado se puede implementar de acuerdo a las necesidades que se requiera.
- Posee una estructura ligera el cual facilita a la construcción de cimentación.
- Los materiales que la componen son de fabricación nacional por lo cual se puede fabricar, siempre y cuando se obtenga la patente.
- Ayuda a controlar y mitigar inundaciones en sectores con cotas bajas.
- Contribuye al desarrollo de la fauna y flora del sitio a ubicarse.
- Mejora el ambiente y resalta el paisajismo del sector.
- Poco mantenimiento.
- Posee un sistema automatizado.
- Su uso para la descontaminación de tramos de ríos mediante la implementación de sistemas de recolección de basura.
- Aumenta el nivel socioeconómico del sector, brindando un ambiente limpio y libre de contaminación.
- Contribuye al rescate y ubicación de áreas verdes en el sector.
- No posee problemas de sedimentación debido a su inflado y desinflado.
- Mantiene el cauce natural del río.
- Menor impacto ambiental a la hora de la construcción.

4.10 Planos esquemáticos

Ilustración 49. Ubicación de la Presa de caucho Puentes “Las Monjas”.

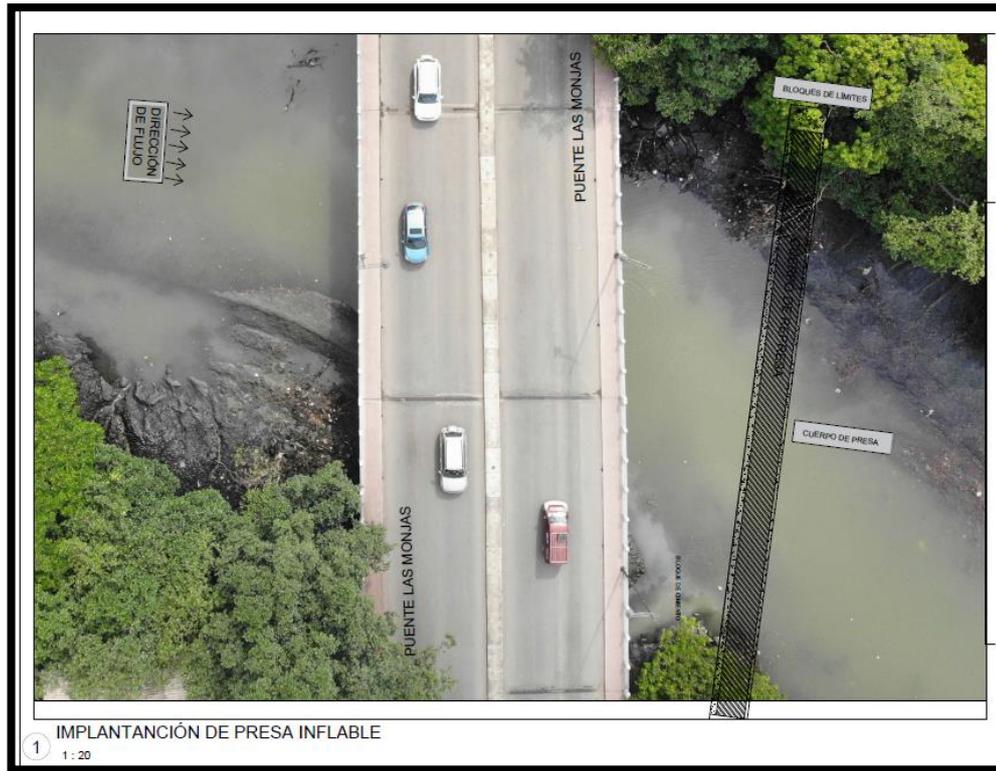
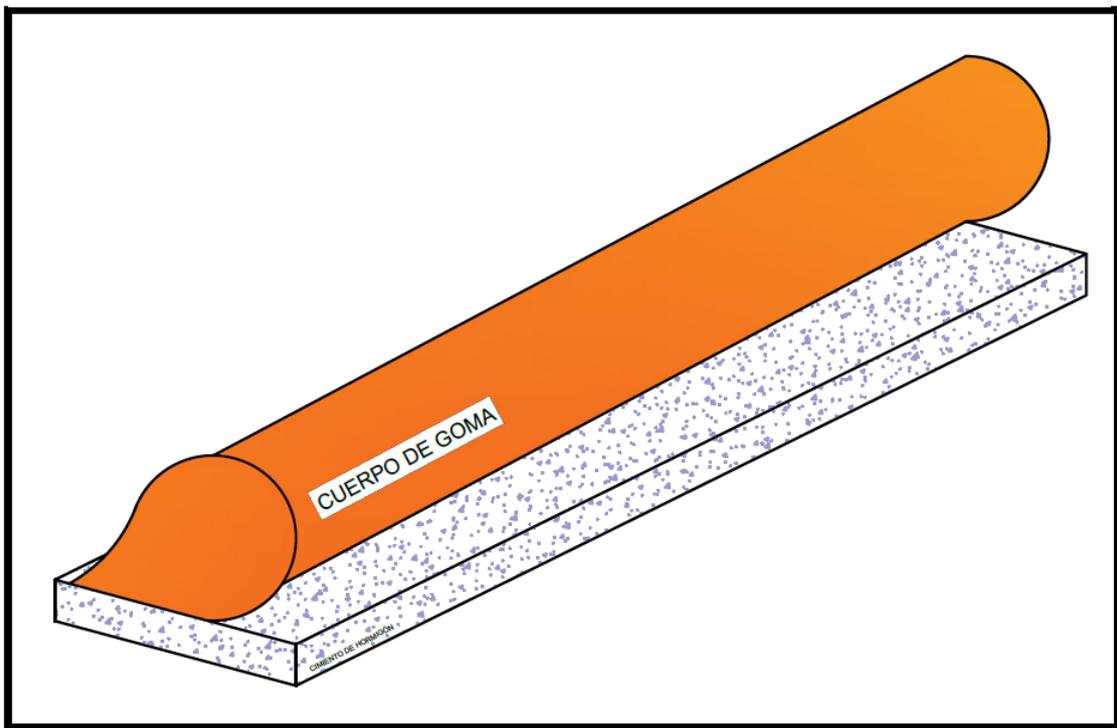


Ilustración 48. Ubicación de la Presa de caucho Puente del Alban Borja.



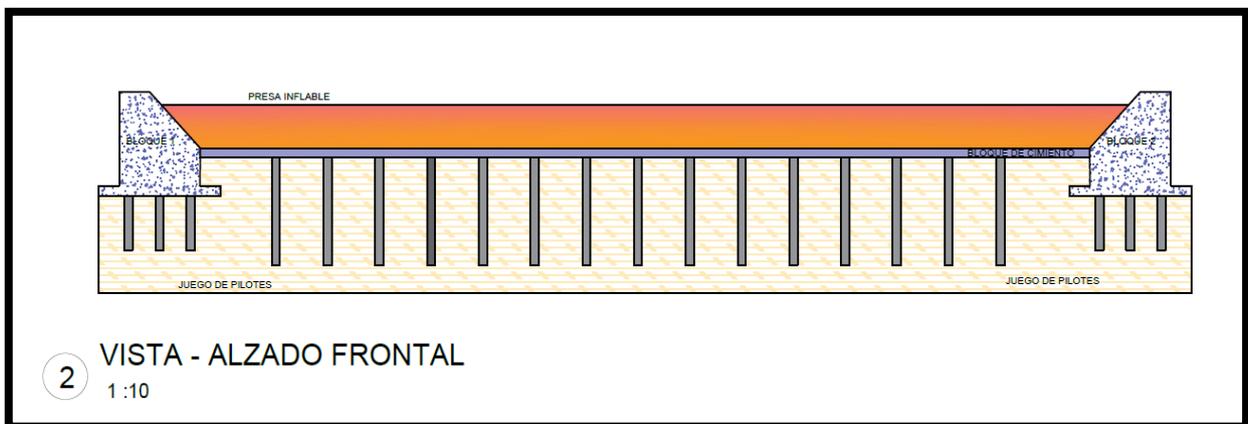
Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 50. Vista en 3D Presa inflable con su losa de hormigón armado.



Fuente: Elaboración Propia.

Ilustración 52. Vista frontal de la presa inflable.



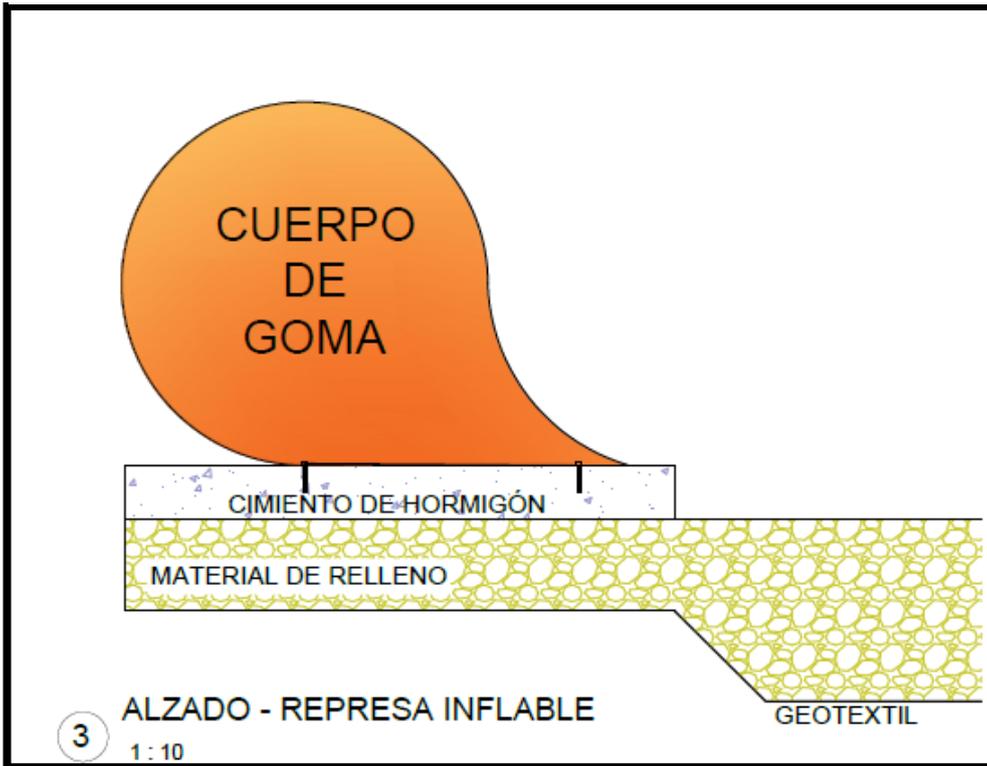
Fuente: Elaboración Propia.

Ilustración 51. Vista en planta de presa inflable.



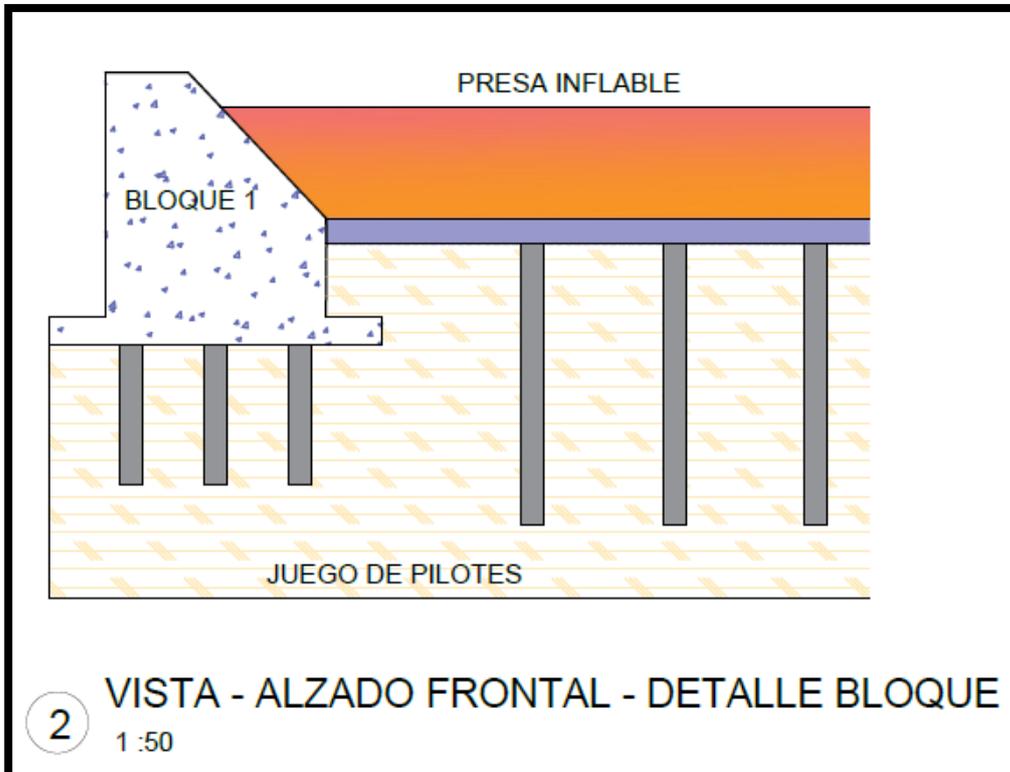
Fuente: Elaboración Propia.

Ilustración 54. Vista lateral de la presa inflable con el respectivo doble línea de anclaje.



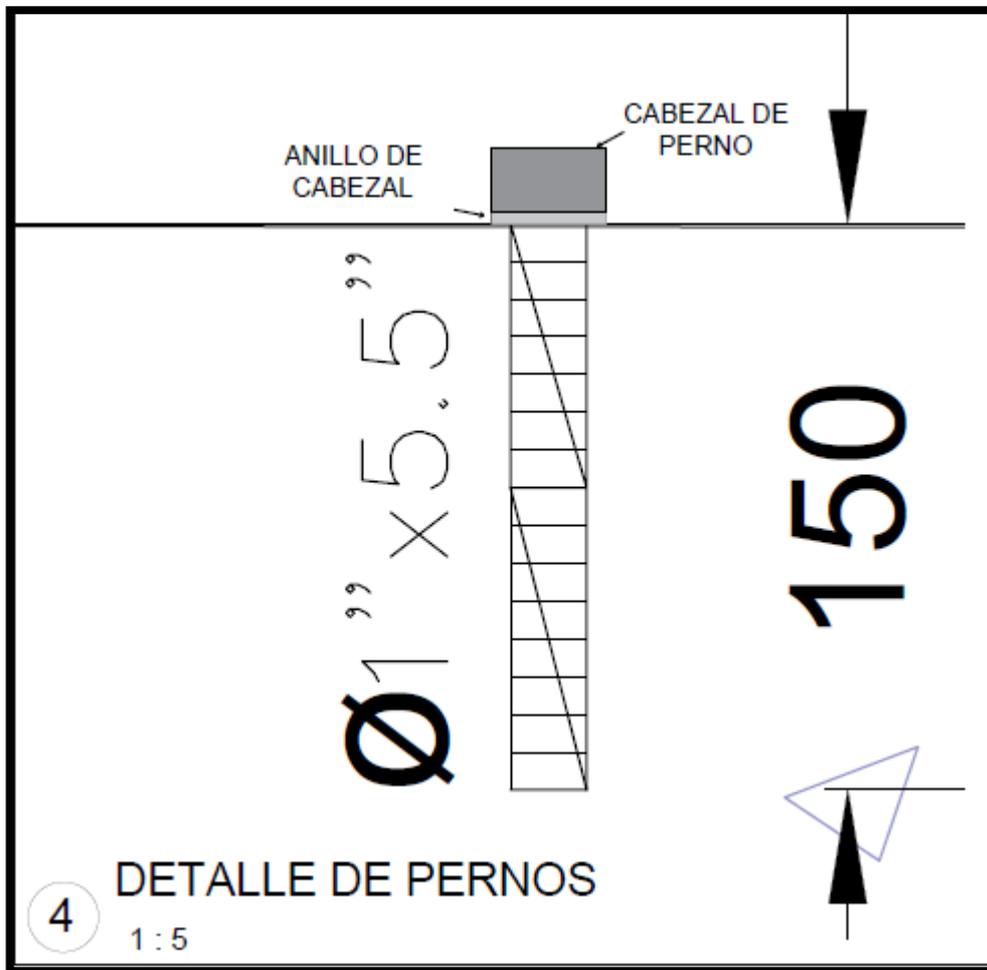
Fuente: Elaboración Propia.

Ilustración 53. Detalle de los pilotes metálico a lo largo de la estructura.



Fuente: Elaboración Propia.

Ilustración 55. Detalle de tipo de pernos a usar para el anclaje del cuerpo de goma.



Fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO V

5.1 Conclusiones

A partir del desarrollo conceptual y esquemático el presente escrito promueve el uso de ideas con conocimientos ancestrales para solucionar problemas como son las inundaciones y contaminación de los ríos que posee la ciudad de Guayaquil, el uso de presas inflables o de caucho solucionara la problemática planteada a nivel socioambiental, en donde el paisajismo y la protección de la biodiversidad del tramo del estero salado es importante para el desarrollo de una ciudad. De igual forma se da la pauta a la construcción de fuentes de energías renovables como son la ubicación de tornillo o turbinas de Arquímedes para la obtención de energía limpia.

Las presas inflables alrededor del mundo como son en Barcelona, Hong Kong y Nueva York son muestra que la construcción de estos sistemas es viable para promover un cambio positivo al ecosistema que se encuentra. El caso de la presa inflable en Barcelona atiende las exigencias como la calidad del ambiente y paisaje del cauce, garantiza la capacidad hidráulica del río y recupera la naturaleza que la ciudad posee a lo largo del tramo del río hasta llegar al mar Mediterráneo. El caso de las presas inflables en Hong Kong atiende problemas como contaminación de ríos y uso para riego en sectores agrícolas, mediante la construcción de presas inflables con un sistema de control automatizado que facilita a la población el uso de personal para su uso. Por último, el caso de Nueva York contribuye a la descontaminación de las aguas pluviales y residuales que se encuentran en las alcantarillas de la ciudad, para posteriormente ser llevado a una planta de tratamiento.

El estudio realizado para la implementación de las presas inflables se realizó para un periodo de retorno de 10 años con una intensidad de lluvia de 100 mm/h obteniendo una capacidad máxima de caudal de 64,86 m³/s, este dato se estimó para la ubicación de un tramo del Estero Salado desde Mapasingue Este hasta Urdesa el cual determina la capacidad máxima de almacenar del tramo del Estero Salado.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda el usar como guía el presente escrito para la implementación de presas inflables alrededor de los diferentes cuerpos hídricos de la ciudad de Guayaquil para obtener beneficios sociales, ambientales e hídricos. Se debe dejar a un lado la ingeniería clásica como es el uso de presas de hormigón o tierra y proyectar alternativas amigables con el medio ambiente que pueda obtener resultados socio ambientales.

De igual forma se fomenta a la recaudación de más información que pueda contribuir a la implementación de presas inflables con distintos fines como son agrario, pesca, control de residuos para tratamiento de aguas servidas. Estos temas podrían ayudar a poblaciones en donde el nivel de recursos es escaso, ya que se plantea que la construcción de las presas inflables no es una tarea complicada.

Hacer un estudio de factibilidad económica y técnica sobre la implementación de presas inflables a gran escala para poder ubicarlas alrededor de las diferentes ciudades del golfo del Ecuador que tengan problemas de inundaciones y contaminación. Los lugares que se plantean son la ciudad de Guayaquil, Machala.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón Puerto, A., Salgot de Marçay, M., & Folch Sanchez, M. (2015). *Las zonas húmedas construídas en el Río Besòs (Cataluña, España); una herramienta de recuperación del río*. Cataluña. Obtenido de <https://parcs.diba.cat/es/web/fluvial/les-zones/les-zones-humides>
- Aparicio Mijares, F. J. (1999). *Fundamentos de Hidrología de Superficie*. Ciudad de Mexico: Limusa.
- Arquitectura en Acero. (2016). *Tablestacas. Una colaboración efectiva del acero en obras civiles y de edificación*. Obtenido de Arquitectura + Acero: <http://www.arquitecturaenacero.org/uso-y-aplicaciones-del-acero/soluciones-constructivas/tablestacas-una-colaboracion-efectiva-del>
- Asamblea Nacional. (2008). *Constitución Nacional de la República del Ecuador*. Montecristi. Recuperado el 10 de febrero de 2021, de <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/Constitucion.pdf>
- Asamblea Nacional. (12 de abril de 2017). Código Orgánico del Ambiente. Montecristi. Recuperado el 11 de febrero de 2021, de https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf
- Asamblea Nacional. (02 de agosto de 2018). Ley Orgánica de Educación Superior. Quito. Obtenido de <https://www.epn.edu.ec/wp-content/uploads/2018/08/LOES.pdf>
- Baquerizo Cabrera, M., Acuña Cumba, M., & Solis - Castro, M. E. (2019). Contaminación de los ríos: Caso Río Guayas y sus afluentes. *Revista de Investigación Científica Universidad Nacional de Tumbés, Perú.*, 3-4. doi:10.17268/manglar.2019.009
- Baquerizo Valdospino, B. M. (2012). *Plan Constructivo de la Cimentación (Pila #2 y Pila #3) del puente "Las Monjas" ubicado en la ciudadela Urdesa-Guayaquil*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/480>
- Benavides, R. S. (2012). *El Modelo Barcelona de Espacio Público y Diseño Urbano. El espacio público en la regeneración de frentes fluviales: el parque fluvial del Besòs [Fotografía]*. Barcelona. Obtenido de <http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/27783>
- Benítez Acosta, B., Álvarez Córdova, V., Vera Grunauer, X., & Mera Ortiz, W. (2005). *Investigación y estudio del comportamiento dinámico del subsuelo y microzonificación sísmica de la ciudad de Guayaquil, Estudio Geológico*. Guayaquil: Universidad Católica de Guayaquil. Recuperado el febrero de 2021

- Blogia. (2007). *El tornillo de Arquimedes*. Obtenido de https://tecno_historia.blogia.com/2007/053001-el-tornillo-de-arquimedes.php
- Breña Puyol, A. F. (2006). *Fundamentos de la Hidrología Superficial*. Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana. Obtenido de https://uamenlinea.uam.mx/materiales/licenciatura/hidrologia/principios_fundamentos/libro-PFHS-05.pdf
- CAF. (2014). *Informe anual 2013*. Caracas: CAF. Obtenido de <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/323>
- Calderero, J., & Carrasco, J. B. (2000). *Aprendo a investigar en educación*. Madrid: Rialp. Obtenido de <http://catalogo.rebiun.org/rebiun/record/Rebiun04700984>
- CELEC. (2016). *CELEC [Fotografía]*. Obtenido de CELEC EP: <https://www.celec.gob.ec/hidroagoyan/index.php>
- CELEC EP. (2016). *Corporación Eléctrica del Ecuador*. Obtenido de <https://www.celec.gob.ec/hidroagoyan/index.php#>
- Clavegueram de Barcelona, S.A. (2007). *Clavegueram de Barcelona, S.A.* Obtenido de Clavegueram de Barcelona, S.A.: http://www.clabsa.es/esp/_home.asp
- Compras Públicas. (2013). *Resolución Inicio del Proceso*. Guayaquil. Obtenido de [https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/informacionProcesoContratacion2.cpe?idSoliCompra=jcG4\\$MaUD5ORh_1YEV2bRBohmmXHM cQNoXF6aqTAWSw](https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/informacionProcesoContratacion2.cpe?idSoliCompra=jcG4$MaUD5ORh_1YEV2bRBohmmXHM cQNoXF6aqTAWSw),
- Congreso Nacional. (10 de septiembre de 2004). Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental. Quito, Ecuador. Recuperado el 11 de febrero de 2021, de <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-PREVENCION-Y-CONTROL-DE-LA-CONTAMINACION-AMBIENTAL.pdf>
- Consejo Universitario de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. (02 de agosto de 2018). Estatuto de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayaquil. Obtenido de https://www.ucsg.edu.ec/wp-content/uploads/transparencia/ESTATUTO_2019.pdf
- Consulambiente Cia. Ltda. (2007). *Plan de Manejo de la Reserva de Producción Faunística Manglares el Salado*. Guayaquil: Consulambiente Cia Ltda.
- Coronel Carrasco, K., & Balesco Hidalgo, E. (2009). *Ataque de los sulfatos a los hormigones de Alto Desempeño*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral. Recuperado el 9/2/2021, de

- <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6311/1/Ataque%20de%20los%20sulfatos%20a%20los%20hormigones%20de%20Alto%20Desempe%3%b1o.pdf>
- DAEDO ENTEC. (2019). *Rubber Dam*. Obtenido de DAEDO ENTEC Inflatable Rubber Weir: <http://www.erubberdam.co.kr/en/business2-1.php>
- Daedoentec. (2019). *Daedoentec [Fotografía]*. Obtenido de Daedoentec Inflatable Rubber Weir: <http://www.erubberdam.co.kr/en/business2-1.php>
- Deepwater Corrosion Services Inc. (2011). *Deepwater Corrosion Services Inc. [Fotografía]*. Obtenido de Deepwater Corrosion Services Inc.: <https://www.cathodicprotection101.com/proteccion-catodica.htm>
- Demoraes, F. &. (2001). *Cartografía de las amenazas de origen natural por cantón en Ecuador [Fotografía]*. Quito: Oxfan, SIISE, Coopi. Obtenido de http://www.savgis.org/SavGIS/Etudes_realisees/DEMORAES_DERCOLE_Cartografia_riesgos_2001.pdf
- Diario El Universo. (12 de Julio de 2020). *El Universo [Fotografía]*. (X. Ramos, Editor) Obtenido de Informes: <https://www.eluniverso.com/noticias/2020/07/12/nota/7903011/inundaciones-ecuador-2020-agua-lluvias-cambio-climatico>
- Díaz García, S. (2015). *Análisis de los efectos hidráulicos asociados a la colocación de una compuerta inflable sobre un aliviadero mediante modelación física y numérica (CFD)*. Real: Universidad Castilla-La Mancha. doi:<https://doi.org/10.4995/ia.2015.3623>
- Díaz, M. (2009). *Caracterización del régimen de mareas en la bahía de puerto Cisnes (Tesis de Grado)*. Chile: Universidad Austral de Chile. Obtenido de Universidad Austral de Chile: <http://cybertesis.uach.cl/>
- Dyrhoff UK LTD. (2021). *DYRHOFF UK LTD. [Fotografía]*. Obtenido de http://www.dyrhoff.co.uk/?post_type=portfolio&p=398
- EKOS. (11 de Agosto de 2015). *EKOS*. Obtenido de EKOS: <https://www.ekosnegocios.com/articulo/innovacion-tecnologica-para-el-desarrollo-de-infraestructura>
- El Universo. (Junio de 2018). *El Universo [Fotografía]*. Obtenido de El Universo: <https://www.eluniverso.com/guayaquil/2018/06/06/nota/6795557/contaminacion-estero-mira-dia-ambiente/>
- Equipo Técnico de la Dirección de Monitoreo de Eventos Adversos. (2019). *Informe de Situación - Epoca Lluviosa*. Samborondón: Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. Recuperado el 10 de febrero de 2021, de

- <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/2019/02/Sitrep-No-50-epoca-lluviosa-16022019.pdf>
- Escudero Bueno, I., Castillo Rodríguez, J., Morales Torres , A., & Altarejos García , L. (2013). *Metodología completa y cuantitativa de análisis del riesgo de inundación en zonas urbanas*. València: Universidad Politécnica de València. Obtenido de <https://riunet.upv.es/handle/10251/70681#>
- Fernández, C., Baptista, P., & Hernández, R. (2014). *Metodología de la investigación*. Caracas: McGraw Hill. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Francias, S. R. (2004). Protección catódica-diseño de ánodos de sacrificio. *Departamento Académico de Ingeniería Metalúrgica*. doi:<https://doi.org/10.15381/iigeo.v7i13.515>
- Fundación Guayaquil Siglo XXI. (2005). *Evaluación de Impacto Ambiental del proyecyo Centro Recreativo y Balneario Puerto Hondo*. Guayaquil: Fundiación Siglo XXI.
- Gámez Morales, W. R. (2010). *Texto Básico de Hidrología*. Managua: Universidad Nacional Agraria.
- GEODESIA. (2012). *Estaciones Mareógraficas*. Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/>
- Godwin, A., Odlum, A., Wright , T., & Blake, Y. (2019). *Intellectual property, Standards,Benchmarking and Userneeds Review*. Cleveland. Obtenido de <https://engineer.yannblake.com/wp-content/uploads/2020/04/Intellectual-property-Standards-Benchmarking-and-Userneeds-Review.pdf>
- Grajales Guerra, T. (2002). *La metodología de la investigación histórica: una crisis compartida*. Libertador San Martín : Universidad Adventista del Plata. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/259/25914104.pdf>
- Hernandez, M. (2017). *Diagnóstico y proyección de vulnerabilidades frente a la variabilidad y cambio climático en la ciudad de Guayaquil*. Guayaquil: Banco de Desarrollo de América Latina. Obtenido de https://guayaquil.gob.ec/Documents/Vulnerabilidad_Guayaquil_Producto_2_Medidas_VFR.pdf
- Holcim Ecuador S.A. (2016). *Soluciones en cemento Holcim Ultra Durable*. Guayaquil: Holcim. Recuperado el 9/2/2021, de https://solucionesholcim.com/wp-content/themes/holcim/pdfs/Holcim_Ultra_Durable.pdf
- INAMHI. (2015). *Determinación de Ecuaciones para el Cálculo de intensidades máximas de Precipitación*. Quito: Instituto Nacional de Meteorología e hidrolgía. Obtenido de

- http://www.serviciometeorologico.gob.ec/Publicaciones/Hidrologia/ESTUDIO_DE_INTENSIDADES_V_FINAL.pdf
- INAMHI. (2019). *Informe de Situación Epoca Lluviosa*. Guayaquil. Obtenido de <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/2019/02/Sitrep-No-50-epoca-lluviosa-16022019.pdf>
- INEC. (2010). *Censo de población y vivienda 2010*. Quito: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- INOCAR. (2017). *Condiciones de oleaje y aguaje desde el 10 hasta 13 febrero 2017*. Guayaquil: Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada. Obtenido de <https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/comunicamos/751-condiciones-de-oleaje-aguaje-y-precipitaciones-en-santa-elena>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010*. Guayaquil: INEC. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/base-de-datos-censo-de-poblacion-y-vivienda-2010/>
- INTERAGUA. (2003). *Ajuste y revisión del Plan Maestro - Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Alcantarillado Pluvial*. INTERAGUA, Guayaquil. Recuperado el 28 de febrero de 2021, de https://www.interagua.com.ec/sites/default/files/portal-de-transparencia/planes-programas/tomo_i.pdf
- Landustrie Sneek BV. (Octubre de 2015). *Landustrie [Fotografía]*. Obtenido de Landustrie Worldwide Water Technology: <https://www.landustrie.nl/es/productos/hydroenergia/hidrotornillos.html>
- Leniz, R. (10 de Octubre de 2020). *Apuntes de Navegacion*. Obtenido de Navegación Costera: <https://navegacion.tripod.com/>
- Leniz, R. (2020). *Mareas y corrientes. Capítulo 7*. Obtenido de <https://navegacion.tripod.com/webonmediacontents/10.7%20Mareas%20y%20corrientes%202020.pdf>
- Lucio Yugsi, D. M. (2019). *Diseño y construcción de una mini turbina tipo tornillo de Arquímedes para ser instalada en canales primarios abiertos y generar energía mecánica*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Mecánica. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/29768/1/Tesis%20I.%20M.%20518%20-%20Lucio%20Yugsi%20Daniel%20Mes%20C3%ADAs.pdf>
- M.I. Municipalidad de Guayaquil & Consorcio Lahmeyer Cimentaciones. (2000). *Estudios de Prefactibilidad y selección de la mejor alternativa de plan integral de la recuperación*

- del estero salado.* (PIRES), Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/13052/1/Titulaci%C3%B3n%20Ing.%20Hugo%20Rivera%20Pizarro.pdf>
- M.I. Municipalidad de Guayaquil. (2008). *Plan de Manejo de la Reservar de Producción Faunística Manglares el Salado.* Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/755/1/Efecto%20de%20la%20contaminaci%C3%B3n%20hidrocarburo%20sobre%20la%20estructura%20comunitaria%20Esteros%20salado.pdf>
- Martelos Hidráulicos. (1998). *Martelos Hidráulicos [Fotografía].* Obtenido de Martelos Hidráulicos: <https://www.marteloshidraulicos.com.br/estaca-metalica-cravada>
- Mederos, L. (2 de Junio de 2009). *Las Mareas.* Obtenido de Rodamedia: <http://www.rodamedia.com/>
- Monserate Maggi, B. L., & Medina Carrión, J. F. (2011). *Estudio de condiciones físicas, químicas y biológicas en la zona intermareal de dos sectores del Estero Salado con diferente desarrollo urbano.* Guayaquil: ESPOL. Recuperado el 15 de febrero de 2021, de https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/19123/1/TESIS%20ESTERO%20SALADO_MONSERRATE%20LORENA%20y%20MEDINA%20JOS%20c3%89%20FCO..pdf
- Monserate Magi, B. L., & Medina Carrión, J. F. (2011). *El Estero Salado es un sistema estuarino, considerado como un referente geográfico que caracteriza a Guayaquil, la ciudad más poblada del Ecuador. Las actividades antropogénicas que se realizan en la urbe y en sus alrededores han afectado en diferente gra.* Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral. Obtenido de https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/19123/1/TESIS%20ESTERO%20SALADO_MONSERRATE%20LORENA%20y%20MEDINA%20JOS%20c3%89%20FCO..pdf
- Mundo Constructor. (2018). *Mundo Constructor [Fotografía].* Obtenido de Mundo Constructor: <https://www.mundoconstructor.com.ec/innovacion-tecnologica-desarrollo-infraestructura/>
- Organización Internacional del Trabajo. (2017). *Objetivos de Desarrollo sostenible Manual de Referencia Sindical sobre la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.* Ginebra: Organización Internacional del Trabajo. Obtenido de

- https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---actrav/documents/publication/wcms_569914.pdf
- Organización Panamericana de Salud. (2000). *Cronicas Del Desastre: Fenómeno El Niño 1997-1998*. Washington D.C: Organización Panamericana de la Salud. Obtenido de <http://repo.floodalliance.net/jspui/bitstream/44111/1806/1/EINiño.pdf>
- Pesantes, E. (Febrero de 2018). *El Comercio [Fotografía]*. Obtenido de El Comercio: <https://www.elcomercio.com/actualidad/marea-lluvia-inundacion-calles-guayaquil.html>
- Pickover, C. A. (2011). *El libro de la fisica del bing bang hasta la resur. [Fotografía]*. Ilus Book. Obtenido de <http://1517300.congbothucpham.net/descargar/1517300/EI%2Blibro%2Bde%2Bla%2Bfisica%2Bdel%2Bbing%2Bbang%2Bhasta%2Bla%2Bresur.pdf>
- Prieto, B. (2017). El uso de los métodos deductivo e inductivo para aumentar la eficiencia del procesamiento de adquisición de evidencias digitales. *Cuadernos de contabilidad*, 18(46), 18-46. Recuperado el 06 de marzo de 2021, de <http://www.scielo.org.co/pdf/cuco/v18n46/0123-1472-cuco-18-46-00056.pdf>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2016). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. PNUD. Recuperado el 11 de febrero de 2021, de file:///C:/Users/USER/Downloads/SDG_6_Spanish.pdf
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (23 de febrero de 2019). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 11 de febrero de 2021, de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/librarypage/poverty-reduction/undp-support-to-the-implementation-of-the-2030-agenda.html>
- Reclamation, U. (1987). *Design of Small Dams*. Washington: Water Resources Technical Publication. Obtenido de <https://www.usbr.gov/tsc/techreferences/mands/mands-pdfs/SmallDams.pdf>
- Reguero, B. G., Losada, Í. J., Díaz-Simal, P., Méndez, F. J., & Beck, M. W. (2015). Effects of Climate Change on Exposure to Coastal Flooding in Latin America and the Caribbean. *Plos One*, 1-19. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133409>
- Reyes Pincay, B. L. (2010). *Análisis y soluciones al problema de las inundaciones producidas por los caudales de las Cuencas Hidrográficas en la zona de las Orquídeas*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/>

- Rodríguez, A., & Pérez, A. (2017). *Métodos científicos de indagación de construcción del conocimiento*. Revista Escuela de Administración de negocios.
- Roldán Chiriboga, P. J. (Septiembre de 2009). Evaluación de las energías renovables no convencionales factibles de desarrollarse en el Ecuador. [Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional]. Escuela Politécnica Nacional, Quito. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1123/1/CD-2606.pdf>
- Sánchez Valencia, L. E. (2015). *Diseño del sistema de protección Catódica de Pilotes Metálico para el proyecto del Puente Guayaquil - Daule*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/89102/D-88033.pdf>
- Sánchez, S. (2011). *Hidrología Superficial Salamanca*. Salamanca: Universidad de Salamanca España. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10366/83384>
- Sanchez, S. R. (2011). *Hidrología Superficial Salamanca*. Salamanca: Universidad de Salamanca España. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10366/83384>
- Sánchez, S. R. (2011). *Hidrología Superficial Salamanca*. Salamanca: Universidad de Salamanca España. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10366/83384>
- Sandoval Erazo, W. R. (2018). Presas y Embalses. En W. R. Sandoval Erazo, *Diseño de obras Hidrotécnicas* (págs. 3-10). Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE. Recuperado el 7/2/2021, de https://www.researchgate.net/publication/326560488_Capitulo_1_Presas_y_Embalses
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, Senplades. (2017). Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida. Quito, Ecuador. Recuperado el 11 de febrero de 2021, de <https://www.planificacion.gob.ec/plan-nacional-de-desarrollo-2017-2021-toda-una-vida/>
- Secretaría Nacional del Agua. (2013). *Empresa Pública del Agua Proyecto Transvase Daule - Vinces*. SENAGUA.
- She, S. W. (2013). *Operating Experience of Inflatable Dam for Pollution Control in Deep Bay, Hong Kong [Fotografía]*. Hong Kong. Obtenido de <https://www.semanticscholar.org/paper/Operating-Experience-of-Inflatable-Dam-for-Control-She-Wong/2efe68b5afa541ecdb37fcf1edd46068be827386#references>
- Soriano, S., & García- España, S. (2020). *Precipitación*. Valencia. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10251/146445>

- SPARE. (2011). *Introducción a Las Compuertas Neumáticas*. Bilbao: Spare. Obtenido de <http://www.spare.es/descargas/Introducci%C3%B3n%20a%20las%20compuertas%20neum%C3%A1ticas%20R6.1.pdf>
- Spiegeler, C., & Cifuentes, J. I. (2016). *Definición e información de energías renovables*. Escuela de Estudios de Posgrado USAC. Obtenido de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/4455/1/DEFINICION%20E%20INFORMACION%20DE%20ENERGIAS%20RENOVABLES.pdf>
- Storm Water Systems, Inc. (2020). *Storm Water Systems, Inc. [Fotografía]*. Obtenido de Storm Water Systems, Inc.: [stormwatersystems](http://stormwatersystems.com)
- Terzaghi, K., & Peck, R. B. (1978). *Mecánica de Suelos, en la ingeniería práctica*. Barcelona: El Ateneo S.A. Obtenido de <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=UACHBC.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=050443>
- Thomas, S., Vasudeo Rane, A., V.K., A., Kanny, K., & Dutta, A. (2019). *Hydraulic Rubber Dam: An Effective Water Management Technology*. William Andrew [Fotografía]. Cambridge: Elsevier. doi:<https://doi.org/10.1016/C2016-0-01856-9>
- Thomas, S., Vasudeo Rane, A., V.K., A., Kanny, K., & Dutta, A. (2019). *Hydraulic Rubber Dam: An Effective Water Management Technology*. William Andrew [Fotografía]. Cambridge: Elsevier. doi:<https://doi.org/10.1016/C2016-0-01856-9>
- Trewin, B. C. (2007). *Función de las normales climatológicas en un clima cambiante*. Ginebra, Colombia : Organización Meteorológica Mundial . Obtenido de https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4549
- Universidad Técnica Particular de Loja. (2017). *Recursos del Ecuador para potenciar la sostenibilidad en el 2020*. Obtenido de <https://noticias.utpl.edu.ec/recursos-del-ecuador-para-potenciar-su-sostenibilidad-en-el-2020>
- Villacís, M., Herrera, J. J., Castillo, D., & Andrade, Á. (2018). *Boletín 3 Los ODS en Ecuador: Rol del estado en su implementación*. Quito : ODS Territorio Ecuador. Obtenido de <https://odsterritorioecuador.ec/wp-content/uploads/2018/02/boletin-3-ods.pdf>
- Villalba, D. F. (2016). *Informe Evaluación Operativa y línea base del Proyecto Trasvase Daule-Vinces*. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo.
- Yépes Piqueras, V., Ponz Tienda, J. L., Pellicer Armiñana, E., & Moreno Flores, J. (2013). The resource leveling problem with multiple resources using an adaptive genetic algorithm. *Automation in Construction*, 29(1), 161-172. Obtenido de <https://riunet.upv.es/handle/10251/36586>

Zhang, X., Tam, P., & Zheng, W. (2003). *Construction, operation, and maintenance of rubber dams*. Hong Kong: EBSCO.

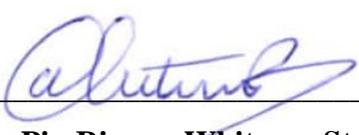
DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Pin Rivera, Whitman Steeven**, con C.C: # 0950175919 autor/a del trabajo de titulación: **Presas inflables para controlar las inundaciones de Guayaquil y la contaminación en los ríos urbanos** previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **11 de marzo de 2021**

f.  _____

Nombre: **Pin Rivera, Whitman Steeven**

C.C: **0950175919**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Presas inflables para controlar las inundaciones de Guayaquil y la contaminación en los ríos urbanos.		
AUTOR(ES)	Pin Rivera, Whitman Steeven		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Colón Gilberto Martínez Rehpani		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Ingeniería		
CARRERA:	Ingeniería Civil		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniería Civil		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	11 de marzo 2021	No. DE PÁGINAS:	89
ÁREAS TEMÁTICAS:	Ingeniería ambiental, hidráulica.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Presas inflables, Estero Salado, contaminación, medio ambiente, basura, inundación.		
RESUMEN/ABSTRACT	<p>La inundación es el fenómeno climatológico más común de la ciudad de Guayaquil, en especial por los cuerpos hídricos que conforman la ciudad. Sin embargo, el crecimiento poblacional acelerado sin una planificación urbanística adecuada ha incrementado el riesgo de sufrir mayores daños y pérdidas en caso de un evento como ese; puesto que a medida que la población aumenta, el uso de recursos y, por ende, la contaminación por desechos también incrementa. Generando la necesidad de desarrollar soluciones efectivas que mitiguen los efectos de la inundación, por tal razón, se propone la instalación de una estructura de presas inflables en el sector de Urdesa donde se ubica una parte del Estero Salado. Estas presas inflables son de fácil construcción, pues consta de una estructura de goma en dirección transversal del río que, mediante un sistema automatizado, infla y desinfla la estructura de acuerdo con las necesidades de la obra, como son: el control de inundaciones y retención de residuos para reciclaje. Esta tecnología existe desde los años 50 en Europa y Estados Unidos se ha diseñado en distintas ciudades en el mundo, donde se analizó los casos de Barcelona, Hong Kong y Nueva York, puesto que comparten condiciones similares con la ciudad de Guayaquil. Lo que sirvió como base para desarrollar las directrices y esquemas teóricos necesarios que lleve a la implantación de un sistema de alivio para las inundaciones naturales adaptado al sector en cuestión, demostrando la viabilidad del estudio.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593979667088	E-mail: whtimanpin@gmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Clara Catalina Glas Cevallos		
	Teléfono: +593-4- 2206956		
	E-mail: clara.glas@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			