



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROYECTO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA

**FACTIBILIDAD DEL APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
TRATADAS PARA LA GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL
CANAL SAN PEDRO CANTÓN DAULE**

TUTOR

Ph.D. Ing. Marcial Calero Amores

AUTORES

**HUGO ANDRÉS PEÑA CAMPOS
STEFANY MONSERRATE SEGOVIA ANCHUNDIA**

GUAYAQUIL

2024



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Factibilidad del aprovechamiento de aguas residuales tratadas para la gestión de recursos hídricos en el canal san pedro cantón Daule

AUTOR/ES:

Hugo Andrés Peña Campos
Stefany Monserrate Segovia
Anchundia.

TUTOR:

PhD. Ing. Marcial Calero Amores

INSTITUCIÓN:

Universidad Laica Vicente
Rocafuerte de Guayaquil

Grado obtenido:

Tercer nivel de grado

FACULTAD:

FACULTAD DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL Y
CONSTRUCCIÓN

CARRERA:

Ingeniería civil

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2024

N. DE PÁGS:

273

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y construcción

PALABRAS CLAVE: Agua Residual, Tratamiento del Agua, Recursos Hídricos, Canal, Riego.

RESUMEN:

En la actualidad, debido a los cambios climáticos y otros factores, existe una crisis mundial por la demanda de recursos hídricos, es por ello que la gestión de los recursos hídricos se ha convertido en un tema de gran importancia, ya que se encarga tanto de las captaciones, potabilización del agua, saneamiento, el control de inundaciones, la disponibilidad del agua para riego de áreas verdes y actividades con fines agrícolas.

Por su parte, las inundaciones son fenómenos hidrológicos que, dependiendo de su intensidad puede ser destructivos y afectar directamente a las comunidades, además, en zonas urbanas, puede deberse también a

factores como sistemas de drenajes que no abastecen el caudal de aguas lluvias e incidencia de las mareas. En Ecuador, durante el año 2023, en Guayas, se ha registrado que las precipitaciones han superado el promedio histórico, lo que se ha visto reflejado en afectaciones a la mayoría de las comunidades de Guayaquil y Daule, siendo de este último, la parroquia La Aurora, uno de los sectores más afectados, siendo uno de los canales más conflictivos el canal San Pedro ubicado en la vía colectora Aurora -T de Salitre (E486). Es por ello que la presente investigación plantea un análisis del aprovechamiento de las aguas residuales como una solución en la gestión de recursos hídricos en el canal San Pedro.

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (Web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Hugo Andrés Peña Campos Stefany Monserrate Segovia Anchundia.	Teléfono: +593 987302512 +593 960602024	E-mail: hpenac@ulvr.edu.ec ssegovia@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Ph.D. Marcial Calero Amores Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 241 E-mail: mcaleroa@ulrv.edu.ec Mgtr. Eliana Contreras Jordán Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 242 E-mail: econtrerasj@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Tesis Peña - Segovia

INFORME DE ORIGINALIDAD

4%	4%	2%	4%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.cip.org.ec Fuente de Internet	2%
2	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE Trabajo del estudiante	1%
3	semspub.epa.gov Fuente de Internet	1%

Excluir citas Activo
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 1%



Firmado electrónicamente por:
MARCIAL SEBASTIAN
CALERO AMORES

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los) estudiantes egresados Hugo Andrés Peña Campos y Stefany Monserrate Segovia Anchundia, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación, “FACTIBILIDAD DEL APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS PARA LA GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL CANAL SAN PEDRO CANTÓN DAULE”, corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor(es)



Firma:

HUGO ANDRÉS PEÑA CAMPOS

C.I. 0987302512



Firma:

STEFANY MONSERRATE SEGOVIA ANCHUNDIA

C.I.0924172000

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de docente Tutor del Trabajo de Titulación “FACTIBILIDAD DEL APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS PARA LA GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL CANAL SAN PEDRO CANTÓN DAULE”, designado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Trabajo de Titulación, titulado: “FACTIBILIDAD DEL APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL CANAL SAN PEDRO CANTÓN DAULE”, presentado por los estudiantes HUGO ANDRÉS PEÑA CAMPOS y STEFANY MONSERRATE SEGOVIA ANCHUNDIA como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación.



Firmado electrónicamente por:
MARCIAL SEBASTIAN
CALERO AMORES

Firma:

MARCIAL CALERO AMORES

C.C. 090500197869

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco de manera primordial a Dios, quien me ha otorgado el regalo más valioso que es la familia, quienes les atribuyo la guía, la fortaleza y sabiduría que tengo.

A la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, por brindarme la oportunidad de formar parte de su comunidad académica y permitirme estudiar la carrera de Ingeniería Civil.

A los directivos y docentes, por ser los gestores y ofrecer su apoyo en cada uno de los semestres, alentándonos a alcanzar nuestra meta de ser profesionales.

Al Ph.D. Marcial Calero, Decano de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción y tutor de tesis, por su guía y dirección en cada una de sus tutorías, que nos ha permitido lograr los objetivos planteados en la investigación.

A mis familiares, que son los pilares fundamentales y promotores incansables en mi vida, quienes han estado brindándome aliento en cada uno de los desafíos como estudiante y futuro profesional.

A todas y cada una de las personas y entidades que de una y otra manera han contribuido para la elaboración de la presente investigación.

HUGO ANDRÉS PEÑA CAMPOS

AGRADECIMIENTO

El trayecto para convertirse en profesional está lleno de retos, los cuales, no fueran posible de enfrentar sin la compañía y el apoyo de familiares, amistades y allegados. Es por ello que, al terminar la elaboración de este proyecto, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a las siguientes personas:

Agradezco, en primer lugar a Dios, por brindarme, salud, sabiduría y fortaleza, para enfrentar cada uno de los desafíos durante mi vida universitaria. De igual forma, por brindarme una familia y amistades maravillosos que me han acompañado durante esta trayectoria.

Agradezco a mis padres y hermano, por su apoyo moral, emocional y material durante mis estudios.

Agradezco a la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, por haberme permitido formar parte de la comunidad educativa y estudiar la carrera de Ingeniería Civil.

Agradezco a cada uno de los docentes y directivos, quienes con sus enseñanzas han sido parte de mi formación como futura profesional.

Agradezco al Ph.D. Marcial Calero, Decano de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción y tutor de tesis, por cada uno de sus seguimientos, que me permitieron alcanzar los objetivos de esta investigación.

Agradezco al Mgtr. Carlos Vargas Macías, Gerente General de EMAPA EP DAULE y a demás funcionarios de esta entidad, por facilitar información necesaria para realizar este proyecto.

Un agradecimiento especial a quienes formaron parte de los especialistas entrevistados: Ing. Yuri Navarrete, Mgtr. Antonio Segovia, Mgtr. Pablo Paredes y Mgtr. Mario García, por su apoyo dentro de esta investigación.

A todos y cada una de las personas y entidades, que de una u otra manera han atribuido en la elaboración de este proyecto.

STEFANY MONSERRATE SEGOVIA ANCHUNDIA

DEDICATORIA

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a Dios, quien ha sido mi fuente de fortaleza y sabiduría en cada desafío. También, dedico este trabajo a mí mismo por no rendirme frente a los obstáculos y por confiar en mis propias capacidades, comprendiendo que los límites los establece mi persona.

Agradezco de manera especial a mi familia, quienes han sido mi mayor inspiración y apoyo incondicional a mi mamá, María Teresa Campos; a mi tío, Washington Campos, a mi hermana Daniella Peña y a mi compañera de tesis Stefany Segovia, por confiar en mí. Además, valoro el ejemplo de trabajo y sacrificio que me han transmitido, enseñándome la importancia de luchar por lo que anhelamos, mediante el esfuerzo.

En mi trayectoria personal y académica, dedico este trabajo a todas las personas que me motivaron, y me ayudaron a descubrir mi potencial. Agradezco a quienes mostraron el mejor lado de mí y me ofrecieron nuevas perspectivas. El culminar esta etapa tan importante ha sido posible gracias al apoyo y contribución de todas las personas que formaron parte de a cada uno de ellos.

HUGO ANDRÉS PEÑA CAMPOS

DEDICATORIA

Dedico este logro a Dios, por haberme dado salud para alcanzar mis objetivos en mi etapa estudiantil. A mis padres y hermano por su apoyo incondicional, por su ayuda moral, material y emocional, por darme optimismo para vencer cada uno de los desafíos de la vida. También, a cada uno de los docentes que han formado parte de mi desarrollo profesional. A mi compañero de tesis, por formar un equipo y poder realizar esta investigación. A mis demás familiares y amistades, que de una u otra forma han formado parte de mi trayectoria personal y profesional.

STEFANY MONSERRATE SEGOVIA ANCHUNDIA

RESUMEN – ABSTRACT

En la actualidad, debido a los cambios climáticos y otros factores, existe una crisis mundial por la demanda de recursos hídricos, es por ello que la gestión de los recursos hídricos se ha convertido en un tema de gran importancia, ya que se encarga tanto de las captaciones, potabilización del agua, saneamiento, el control de inundaciones, la disponibilidad del agua para riego de áreas verdes y actividades con fines agrícolas,

Por su parte, las inundaciones son fenómenos hidrológicos que, dependiendo de su intensidad puede ser destructivos y afectar directamente a las comunidades, además, en zonas urbanas, puede deberse también a factores como sistemas de drenajes que no abastecen el caudal de aguas lluvias e incidencia de las mareas. En Ecuador, durante el año 2023, en Guayas, se ha registrado que las precipitaciones han superado el promedio histórico, lo que se ha visto reflejado en afectaciones a la mayoría de las comunidades de Guayaquil y Daule, siendo de este último, la parroquia La Aurora, uno de los sectores más afectados, siendo uno de los canales más conflictivos el canal San Pedro ubicado en la vía colectora Aurora -T de Salitre (E486). Es por ello que la presente investigación plantea un análisis del aprovechamiento de las aguas residuales como una solución en la gestión de recursos hídricos en el canal San Pedro.

Palabras Claves: Agua Residual, Tratamiento del Agua, Recursos Hídricos, Canal, Riego.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	4
Tema.....	4
1.1. Planteamiento del Problema.....	4
1.2. Formulación del Problema.....	8
1.3. Objetivo General.....	8
1.5. Objetivos Específicos.....	9
1.6. Hipótesis.....	9
1.7. Línea de Investigación Institucional / Facultad.....	9
CAPÍTULO II	10
2.1. Marco Teórico.....	10
2.1.1. Teorías que utilizará.....	11
2.1.1.1. Referencias principales.....	11
2.1.1.2. Referencias ULVR disponibles.....	13
2.1.1.3. Modelos o experiencias análogas.....	13
2.1.2. El agua.....	14
2.1.3. Gestión de recursos hídricos.....	14
2.1.4. Hidrología.....	17
2.1.4.1. El ciclo hídrico.....	17
2.1.4.2. Cuencas hidrográficas.....	18
2.1.5. Aguas lluvias.....	21
2.1.5.1. Método racional.....	22
2.1.5.2. Método del Hidrograma Unitario.....	22
2.1.5.3. Escorrentía.....	23
2.1.5.4. Intensidad.....	23
2.1.5.5. Curva intensidad - Duración - Frecuencia (IDF).....	24
2.1.5.6. Periodo de retorno (T).....	24
2.1.6. Hidráulica.....	24
2.1.6.1. Canal hidráulico.....	24
2.1.6.2. Tipos de flujos en canales.....	25
2.1.6.3. Estimación de caudal para canales trapezoidales.....	27
2.1.7. Modelación hidráulica:.....	28
2.1.7.1. Hec ras.....	28

2.1.8.	Aguas residuales:.....	29
2.1.8.1.	Características de las aguas residuales.	30
2.1.8.2.	Tratamientos de aguas residuales.....	34
2.1.8.3.	Parámetros de descargas.	35
2.1.8.4.	Preferencias a nivel mundial con respecto a las aguas:.....	38
2.1.8.5.	Facetas de la gestión de las aguas servidas que son técnicamente complejas..	39
2.1.9.	Sistema de riego.	41
2.2.	Marco Legal:	42
2.2.1.	Constitución de la República del Ecuador.....	42
2.2.2.	Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua.....	43
2.2.3.	Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente.	44
2.2.4.	INEN (Instituto ecuatoriano de normalización).....	44
2.2.4.1.	Código Ecuatoriano de la Construcción .C.E.C: Normas para Estudios y Diseño de sistemas de Agua Potables y Disposición de Aguas Residuales para Poblaciones mayores a 1000 habitantes.....	45
2.2.5.	Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua.....	45
2.2.6.	Normativas de la entidad reguladora del sector (AMAGUA).	45
2.2.6.1.	Criterio de diseño para sistema de alcantarillado.	46
CAPÍTULO III		47
3.1.	Enfoque de la investigación:	47
3.2.	Alcance de la investigación:.....	48
3.3.	Técnica e instrumentos para obtener los datos.	48
3.3.1.	Elaboración de la ficha de observación:.....	49
3.3.2.	Elaboración de cuestionario para entrevista:	50
3.3.3.	Elaboración de cuestionario para encuesta:	52
3.3.4.	Ensayos de calidad de agua:	53
3.3.5.	Estimación de caudales de aportación al canal San Pedro:	53
3.3.6.	Revisión de la tecnología sostenible para el aprovechamiento de las aguas residuales.	53
3.4.	Población y muestra:.....	53
3.4.1.	Población:	53

3.4.2.	Muestra:	54
CAPÍTULO IV		55
4.1.	Actividades antrópicas de la zona de estudio:	55
4.1.1.	Evolución histórica de la zona de estudio:	56
4.1.2.	Ficha de observación:	57
4.1.3.	Encuesta:	66
4.1.4.	Análisis de los resultados obtenidos en la evolución historia del sector, fichas de observación y encuestas.....	81
4.2.	Actividades no antrópicas de la zona de estudio.	82
4.3.	Comportamiento hidráulico del Canal San Pedro:	82
4.3.1.	Determinación del área de aportación:	83
4.3.2.	Estimación del tiempo de concentración:.....	84
4.3.3.	Selección del coeficiente de escorrentía:.....	85
4.3.4.	Intensidad de escorrentía:.....	85
4.3.5.	Descargas de aguas servidas:.....	87
4.3.6.	Cálculo método racional:.....	92
4.3.7.	Influencia de mareas:.....	95
4.3.8.	Geometría del Canal San Pedro:	101
4.3.9.	Modelación Hec-ras:	101
4.3.9.1.	Resultados Modelación Hec-ras:.....	101
4.3.9.2.	Análisis de los resultados y soluciones:	105
4.4.	Aprovechamiento de las aguas residuales tratadas:.....	105
4.4.1.	Sistema de las plantas depuradoras que descargan al Canal San Pedro.....	106
4.4.2.	Análisis de ensayos de calidad de aguas residuales:	106
4.4.3.	Usos de las aguas residuales tratadas, beneficios y limitaciones:...	114
4.4.3.1.	Resultados de las entrevistas:.....	114
4.4.3.2.	Análisis de los beneficios y limitaciones del aprovechamiento de las aguas residuales:	117
	Limitaciones del aprovechamiento de las aguas residuales:.....	118
4.4.3.3.	Matriz de Leopold:	119
4.5.	Propuesta:.....	121
4.5.1.	Consumo de agua para riego de áreas verdes:	122
4.5.2.	Identificación de alternativas	123

4.5.3.	Dimensión de almacenamiento de las aguas residuales tratadas ...	124
4.5.4.	Estimación de costos.	126
4.5.5.	Análisis de la viabilidad técnica y económica de la alternativa seleccionada.	129
4.5.5.1.	Valor Actual Neto (VAN):	129
4.5.5.2.	Taza interna de retorno:	130
4.5.6.	Filtro de zeolita como un proceso previo a la reutilización de las aguas residuales tratadas para riego.	131
	CONCLUSIONES.....	132
	RECOMENDACIONES	134
	BIBLIOGRAFÍA:	135
	ANEXOS	142

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación del flujo laminar	26
Tabla 2 Características de las aguas residuales típicas.	33
Tabla 3 Tipo de uso de suelo del sector.....	58
Tabla 4 Servicios básicos del sector	60
Tabla 5 Tipos de servicios básicos del sector	61
Tabla 6 Tipo de piso.....	63
Tabla 7 Comentarios obtenidos durante la realización de la ficha de observación	65
Tabla 8 Tabla de resultados pregunta #1 de la encuesta a moradores de la zona de estudio.....	67
Tabla 9 Tabla de resultados pregunta #2 de la encuesta a moradores de la zona de estudio.....	68
Tabla 10 Tabla de resultados pregunta # 3 de la encuesta a moradores de la zona de estudio	70
Tabla 11 Tabla de resultados pregunta #4 de la encuesta a moradores de la zona de estudio.....	71
Tabla 12 Tabla de resultados pregunta # 5 de la encuesta a moradores de la zona de estudio	73
Tabla 13 Tabla de resultados pregunta # 6 de la encuesta a moradores de la zona de estudio	74
Tabla 14 Tabla de resultados pregunta # 7 de la encuesta a moradores de la zona de estudio	76
Tabla 15 Tabla de resultados pregunta # 8 de la encuesta a moradores de la zona de estudio	77
Tabla 16 Tabla de resultados pregunta # 9 de la encuesta a moradores de la zona de estudio	78
Tabla 17 Tabla de resultados pregunta # 10 de la encuesta a moradores de la zona de estudio	80
Tabla 18 Tabla de áreas de aportación.....	83
Tabla 19 Métodos para la estimación del tiempo de concentración	85
Tabla 20 Métodos para la estimación del tiempo de concentración	85
Tabla 21 Tabla de población y áreas de aportación de AASS – Situación actual	89

Tabla 22 Tabla de población y áreas de aportación de AASS – Situación a 25 años	91
Tabla 23 Estimación de caudales de las aguas residuales que descargan al Canal San Pedro – situación actual	91
Tabla 24 Estimación de caudales de las aguas residuales que descargan al Canal San Pedro – situación a 25 años	92
Tabla 25 Estimación de caudales de las aguas lluvias que descargan al Canal San Pedro – Situación actual	93
Tabla 26 Estimación de caudales de las aguas lluvias que descargan al Canal San Pedro – Situación a 25 años	94
Tabla 27 Análisis de niveles representativos del Río Daule – Cotas tomadas en pleamar	97
Tabla 28 Datos de caudales ingresados en la modelación Hec-ras.....	101
Tabla 29 Áreas verdes y consumo de agua para riego	122
Tabla 30 Presupuesto estimativo Alternativa 1	126
Tabla 31 Presupuesto estimativo Alternativa 2	127
Tabla 33 Presupuesto estimativo Alternativa 3	127
Tabla 33 Estimación del Flujo Neto	129
Tabla 34 Cálculo del Valor Agregado neto	130
Tabla 35 Cálculo de la Taza interna de retorno.....	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Gestión de los Recursos Hídricos y su evolución en el Ecuador	16
Figura 2 Ciclo hidrológico	17
Figura 3 División de las cuencas hidrográficas	18
Figura 4 Delimitación de una cuenca	19
Figura 5 Perfil longitudinal de un cauce	21
Figura 6 Clasificación de los canales hidráulicos	25
Figura 7 Esquemmatización de una red de alcantarillado sanitario	31
Figura 8 Esquemmatización de un sistema de depuración de aguas de un alcantarillado sanitario.....	32
Figura 9 Manejo de las aguas residuales en zonas urbanas	33
Figura 10 Procesos de tratamiento de aguas residuales	34

Figura 11 Parámetros máximos para la descargas a un sistema de alcantarillado público.....	36
Figura 12 Parámetros máximos para la descargas a un cuerpo receptor de agua dulce.....	37
Figura 13 Parámetros máximos para la descargas a un cuerpo receptor salubre	38
Figura 14 Esquema ficha de observación para identificar las características antrópicas del sector	50
Figura 15 Esquema ficha para entrevista a especialistas en gestión de recurso hídrico	51
Figura 16 Esquema ficha para encuestas a moradores de los recintos alrededor del canal San pedro	52
Figura 17 Área considerada para el estudio.....	55
Figura 18 Fuentes hídricas de la Parroquia La Aurora.....	56
Figura 19 Gráfico resultados pregunta #1 de la encuesta a moradores de la zona de estudio.....	67
Figura 20 Gráfico resultados pregunta #2 de la encuesta a moradores de la zona de estudio.....	69
Figura 21 Gráfico resultados pregunta #3 de la encuesta a moradores de la zona de estudio.....	70
Figura 22 Gráfico resultados pregunta #4 de la encuesta a moradores de la zona de estudio.....	72
Figura 23 Gráfico resultados pregunta #5 de la encuesta a moradores de la zona de estudio.....	73
Figura 24 Gráfico resultados pregunta #6 de la encuesta a moradores de la zona de estudio.....	75
Figura 25 Gráfico resultados pregunta #7 de la encuesta a moradores de la zona de estudio.....	76
Figura 26 Gráfico resultados pregunta #8 de la encuesta a moradores de la zona de estudio.....	77
Figura 27 Gráfico resultados pregunta #9 de la encuesta a moradores de la zona de estudio.....	79
Figura 28 Gráfico resultados pregunta #10 de la encuesta a moradores de la zona de estudio	80

Figura 29 Curvas IDF y ecuaciones de la estación M0056 ubicado en Aeropuerto Internacional de Guayaquil.....	86
Figura 30 Implantación áreas - situación actual	88
Figura 31 Implantación áreas – situación Tr= 25 años.....	90
Figura 32 Niveles representativos del Río Daule – Cotas tomadas en bajamar	95
Figura 33 Gráfico de niveles representativos del Río Daule – Cotas tomadas en bajamar	96
Figura 34 Niveles representativos del Río Daule – Cotas tomadas en pleamar	96
Figura 35 Gráfico de niveles representativos del Río Daule – Cotas tomadas en pleamar	97
Figura 36 Gráfico de análisis de niveles representativos del Río Daule – Cotas tomadas en pleamar.....	98
Figura 37 Curva de descarga sintética –Día 06/08/2023	99
Figura 38 Curva de descarga sintética –Día 28/10/2023	99
Figura 39 Curva de descarga sintética –Día 10/12/2023	100
Figura 40 Curva de descarga sintética –Día 10/12/2023	100
Figura 41 Sección transversal de la modelación Hec-ras – situación actual sin lluvia y con marea	102
Figura 42 Sección transversal de la modelación Hec-ras – situación actual con lluvia y sin marea.....	102
Figura 43 Sección transversal de la modelación Hec-ras – situación actual con lluvia y con marea.	103
Figura 44 Sección transversal de la modelación Hec-ras – situación a 25 años sin lluvia y con marea.	103
Figura 45 Sección transversal de la modelación Hec-ras – situación a 25 años con lluvia y sin marea.....	104
Figura 46 Sección transversal de la modelación Hec-ras – situación a 25 años con lluvia y con marea	104
Figura 47 Comparación de los análisis de calidad de agua de la urbanización Cataluña con los límites permisibles del anexo 1 del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del Ambiente.....	107

Figura 48 Comparación de los análisis de calidad de agua de la urbanización Bonaterra con los límites permisibles del anexo 1 del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del Ambiente.	108
Figura 49 Comparación de los análisis de calidad de agua de la urbanización Gran Victoria con los límites permisibles del anexo 1 del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del Ambiente	109
Figura 50 Comparación de los análisis de calidad de agua de la urbanización Mallorca con los límites permisibles del anexo 1 del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del Ambiente	110
Figura 51 Comparación de los análisis de calidad de agua de la urbanización Napoli con los límites permisibles del anexo 1 del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del Ambiente	111
Figura 52 Comparación de los análisis de calidad de agua de la urbanización Marina D'or Park con los límites permisibles del anexo 1 del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del Ambiente	112
Figura 53 Comparación de los análisis de calidad de agua de la urbanización Ciudad del Valle con los límites permisibles del anexo 1 del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del Ambiente	113
Figura 54 Matriz de Leopold – reutilización de las aguas residuales tratadas para el riego de las áreas verdes	120
Figura 55 Parámetros de calificación de resultados de la matriz de Leopold.	121

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Artículos completos considerados en el Marco Legal	142
Anexo 2 Link del video del recorrido del canal y anexos fotográficos	159
Anexo 3 Tablas de la Matriz de Leopold	160
Anexo 4 Planilla de cálculo Aguas Residuales - Situación actual	161
Anexo 5 Planilla de cálculo Aguas Residuales – Tr=25 años.....	162
Anexo 6 Tabla resumen estimación de caudales de aguas lluvias – situación actual.....	163
Anexo 7 Tabla resumen estimación de caudales de aguas lluvias – situación Tr=25 años	164
Anexo 8 Planillas de cálculo de caudales de aguas lluvias en zonas residenciales – situación actual.....	165

Anexo 9 Planillas de cálculo de caudales de aguas lluvias en zonas residenciales – situación Tr=25 años.....	180
Anexo 10 Planillas de cálculo de caudales de aguas lluvias en zonas rurales – situación actual.....	195
Anexo 11 Planillas de cálculo de caudales de aguas lluvias en zonas rurales – situación Tr=25 años.....	211
Anexo 12 Reporte simulación Hec -ras.....	227
Anexo 13 Plano Topografía y georreferenciación Parroquia La Aurora	247
Anexo 14 Plano Recorrido y áreas Canal San Pedro.....	248
Anexo 15 Plano ubicación de las áreas verdes.....	251
Anexo 16 Tasas de interés activas máximas vigentes para el sector financiero privado, público y, popular y solidario establecidas por la junta de política y regulación financiera	252

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo investigativo, pretende demostrar la factibilidad del aprovechamiento de las aguas residuales tratadas para la gestión de recursos hídricos en el canal San Pedro, ubicado en la parroquia La Aurora del cantón Daule. Para reutilizar o aprovechar las aguas servidas tratadas, es fundamental considerar la calidad del agua a la salida de la estación depuradora. Esto implica el realizar pruebas de laboratorios y análisis que permitan determinar si el agua cumple con los estándares requeridos para su reutilización, ya que la calidad de agua debe ser adecuada para no comprometer tanto la salud de los residentes como el equilibrio del ecosistema del canal San Pedro.

En la actualidad, debido a los cambios climáticos y otros factores, existe una crisis mundial por la necesidad del recurso hídrico, debido a que la gestión de estos se ha convertido en un tema relevante, considerando que, el agua es un recurso renovable, y de no existir una adecuada conservación y uso, a la larga se puede provocar un desabastecimiento a nivel mundial. La gestión de recursos hídricos, por su parte, se ha encargado de la promoción del desarrollo de un marco conceptual que permita la regulación del uso, aprovechamiento, preservación y sostenibilidad de las fuentes hídricas. En resumen, se encarga tanto de las captaciones, potabilización del agua, prevención de inundaciones, accesibilidad al agua para riego de áreas verdes y actividades con fines agrícolas, así como saneamiento, control de las erosiones de la zona costera y la protección de las cuencas ante posibles agentes de contaminación. Una buena regulación de estos componentes puede llevar a replantear los parámetros locales del aprovechamiento del agua, la calidad de agua que retorna del saneamiento y la regulación para la reutilización de las aguas residuales tanto domésticas e industriales como una alternativa para el riego de áreas verdes y zonas agrícolas, lo cual permitirá la protección y recuperación de las cuencas.

Por su parte, las inundaciones son fenómenos hidrológicos que, dependiendo de su intensidad puede ser destructivos y afectar directamente a las comunidades, además, en zonas urbanas, puede deberse también a factores como sistemas de drenajes que no abastecen el caudal de aguas

lluvias e incidencia de las mareas. En el caso de Ecuador, las estaciones de invierno y verano, la cercanía con la línea ecuatorial y la presencia de la región Amazónica determinan el clima, por lo que los territorios del país son bastantes a los cambios que surgen por contaminación ambiental y calentamiento global. Esto significa, que debido a las afectaciones climáticas que se presentan a nivel mundial, en el Ecuador, las lluvias han aumentado su intensidad y durabilidad ocasionando entre otros, sistemas de drenaje colapsados y aumento de los niveles cuencas, producto de las mareas. Durante los meses comprendidos entre febrero y mayo del 2023, en Guayas, el Instituto Nacional de Hidrológica y Meteorología (Inamhi), ha registrado precipitaciones superan el promedio histórico, afectando especialmente a la mayoría de las comunidades de Guayaquil y Daule, de este último, la parroquia La Aurora, se considera uno de los sectores más afectados.

A lo largo de los últimos 10 años, la parroquia La Aurora, ha tenido un aumento poblacional exponencial. Existe un crecimiento desproporcionado de la construcción en el sector, por lo que, pese a que existe plan de desarrollo y ordenamiento territorial, no existe un lineamiento establecido para abastecer de agua potable y de saneamiento. Esto conlleva a que las conexiones de estos servicios básicos se den a la par de las construcciones de urbanizaciones, plazas y otros. Al no existir una planificación, los promotores, han desarrollado en cada una de las urbanizaciones un sistema de tratamiento de aguas residuales, las cuales descargan a los cuerpos de agua cercanos. Estos efluentes al tener influencia de la marea tanto del río Daule como el río Babahoyo, abastecen aguas arriba a comunidades que se dedican a la agricultura y ganadería, por lo que el descargar las aguas que salen de cada depuradora conlleva a una afectación ambiental y aumentan la aportación de estos. Uno de los más afectados, es el canal San Pedro ubicado en la vía colectora Aurora -T de Salitre (E486).

El canal San Pedro tiene una longitud de aproximadamente 16 kilómetros y abarca dos parroquias, Los Lojas y La Aurora. Su recorrido parte del Recinto San Pedro y descarga en el estero Sabanilla a alturas de la entrada de Casa Laguna. En la parroquia la Aurora, este canal se caracteriza por tener tramos conformados por ductos cajones, no obstante, en la mayoría de su recorrido es un canal abierto de tierra cuya sección no está

complemente definida, pero se asemeja a una forma triangular. Entre las instituciones que afecta, durante época invernal, se encuentra 3 instituciones educativas, 5 centros comerciales y varias urbanizaciones.

Dado lo previamente expuesto, en esta investigación se plantea un análisis del aprovechamiento de las aguas servidas como una solución a la gestión y manejo de los recursos hídricos en el canal San Pedro. Para cumplir con el objetivo de la investigación, el capítulo 1 detallará el planteamiento y formulación del problema, los objetivos (general y específico), hipótesis y línea de investigación. En el capítulo 2 se detallará un marco teórico que incluye los antecedentes y referencias necesarias para el análisis de los datos obtenidos, así como el marco legal en el cual se incluirá los reglamentos legales vigentes de la zona de estudio. En el capítulo 3, se incluirá la metodología de investigación, así como el las técnicas y herramientas a emplearse para la recopilación y análisis de los datos. En el capítulo 4 se incluirá los resultados de la investigación con su respectivo análisis. Finalmente, se presenta las conclusiones, recomendaciones y anexos.

CAPÍTULO I

ENFOQUE DE LA PROPUESTA

Tema.

Factibilidad del aprovechamiento de aguas residuales para la gestión de recursos hídricos en el canal San Pedro cantón Daule.

1.1. Planteamiento del Problema.

La presente investigación pretende demostrar el aprovechamiento de las aguas residuales tratadas para la gestión de los recursos hídricos del canal San Pedro, ubicado en la Parroquia La Aurora del Cantón Daule. La gestión de los recursos hídricos implica el desarrollo de actividades varias que permitan una planificación del uso, reutilización y protección de los cuerpos hídricos. En este caso, para reutilizar o aprovechar las aguas servidas tratadas, es fundamental considerar la calidad del agua a la salida de la estación depuradora. Esto implica el realizar pruebas de laboratorios y análisis que permitan determinar si el agua cumple con los estándares requeridos para su reutilización, ya que la calidad de agua debe ser adecuada para no comprometer tanto la salud de los residentes como el equilibrio del ecosistema del canal San Pedro.

De igual forma, es necesario evaluar el impacto ambiental y sanitario de la reutilización de aguas residuales tratadas en el sector. Esto implica analizar los posibles efectos de reutilizar las aguas residuales sobre la flora y fauna del sector aledaño al canal, así como la evaluación de los riesgos que tendría en la salud pública. Es decir, es importante garantizar que el aprovechamiento de las aguas residuales no genere consecuencias negativas ni en el entorno ni en la salud de los moradores.

Paralelamente, la viabilidad técnica, ambiental y económica, también se considera un factor determinante en la factibilidad de aprovechamiento de aguas residuales tratadas. En sí, para identificar si es viable la reutilización de las aguas depuradas desde el punto técnico y económico se debe de evaluar si es necesario implementar algún proceso o tecnología sostenible a los sistemas de tratamiento existentes, o en su defecto, si las aguas pueden ser directamente derivadas. Es decir, se debe considerar factores como capacidad de tratamiento, disponibilidad de recursos, así como los costos asociados a mantenimiento e implementación tanto de tecnologías sostenibles (en caso de ser necesario) o

estructuras de almacenamiento para riego, que permitan el aprovechamiento de las aguas residuales tratadas.

En última instancia, es necesario evaluar los beneficios y posibles limitaciones del aprovechamiento de aguas servidas tratadas en la gestión de recursos hídricos en el canal. Entre los beneficios se encuentran la reducción de demanda de agua potable, la conservación de los recursos hídricos, la mejora de calidad de agua y la promoción de la sostenibilidad del sistema hídrico. Sin embargo, también pueden existir limitaciones como la resistencia social, la falta de infraestructura adecuada y la necesidad de una regulación adecuada.

Por lo anteriormente planteado, el agua es el recurso fundamental e imprescindible de todos los seres vivos, es una sustancia renovable que juega un rol en el desarrollo económico, social y ambiental (CEPAL, 2019), por lo que es importante el realizar la conservación y la regulación para su adecuado uso y consumo (Martínez Valdés y Villalejo García , 2018).

En su estado natural, el agua tiene diferentes características que le brindan un carácter diferente y excepcional si es comparada con otros recursos, entre ellos se encuentra su ciclo (ciclo hidrológico) que no permite su control y no respeta límites territoriales y políticos, su representación como economía de gran escala ya que abarca áreas como el almacenamiento, transporte y distribución y por la factibilidad de su aprovechamiento en diferentes ámbitos ya sean para su uso doméstico o industrial. De igual forma, el agua es considerada como un dominio del estado, por lo que es uno de los pocos recursos que cuentan con normativas específicas para su uso y explotación (CEPAL, 2019).

Por su parte la gestión del agua hace referencia a la administración de este recurso, de forma pueda ser distribuido a las comunidades, evitando la escasez, tanto de este líquido como de los alimentos (Villa Roja, 2022). Según Guzmán Arias (2008), las manifestaciones de escases, uso y manejo inadecuados de los recursos hídricos pueden ser revertidos y mitigar a su vez los riesgos sobre la salud, bienestar del ser humano, la seguridad industrial y la calidad de los ecosistemas, es decir que al ser los recursos hídricos un recurso de suma importancia, se debe de valorar y analizar en todos sus ciclos para poder disminuir el impacto socio económico y ambiental a la población y a los ecosistemas.

De igual forma, el manejo integrado del agua permite atender los recursos necesarios para la demanda y a su vez implementar técnicas y tecnologías que puedan regular y dar un tratamiento del agua reduciendo los efectos negativos que estos puedan causar al medio ambiente. Guzmán Arias (2008), indica que la asociación mundial del agua define el manejo integrado del recurso como un procedimiento que ha fomentado el avance y la gestión coordinada con la finalidad de aumentar el bienestar económico, social y la sostenibilidad de los ecosistemas.

En la actualidad, debido a los cambios climáticos y otros factores, existe una crisis mundial por la demanda de recursos hídricos. Martínez Valdés, Y, & Villalejo García, V. M. (2018), explican que, de no mejorar la gestión hídrica, para el año 2025, dos tercios de la población podría padecer por falta de agua. Esto, nos presenta que a pesar de que el agua es un recurso renovable, de no existir una adecuada conservación y uso, a la larga se puede provocar un desabastecimiento a nivel mundial. De igual manera, aparte de la potabilización del agua, el control de inundaciones, la disponibilidad del agua para riego de áreas verdes y actividades con fines agrícolas, así como el control de las erosiones de la zona costera y la protección de las cuencas ante posibles agentes de contaminación, son consideradas como parte de la gestión y manejo del recurso hídrico, por lo que es necesario darle importancia a la protección del agua desde la captación, potabilización, saneamiento y si es posible su reutilización como medida de mitigación al impacto ambiental.

Martínez Valdés, Y, & Villalejo García, V. M. (2018), consideran que, dentro de la gestión integrada de los recursos hídricos, se encuentra la gestión de las cuencas hidrográficas y la regulación de las crecidas. Una buena regulación, de estos componentes puede llevar a replantear los parámetros locales del aprovechamiento del agua, la calidad de agua que retorna del saneamiento y la regulación para la reutilización de las aguas residuales tanto domésticas e industriales como una alternativa para el riego para áreas verdes y zonas agrícolas, lo cual permitirá la protección y recuperación de las cuencas.

Otro escenario que ha provocado una gran preocupación a nivel mundial, en especial en Latinoamérica ha sido los desastres naturales y los eventos hidrométricos extremos, provocando serias pérdidas económicas, víctimas mortales, problemas sociales e insalubridad producto de las inundaciones. Por

su parte, las inundaciones son fenómenos hidrológicos que, dependiendo de su intensidad puede ser destructivos y afectar directamente a las comunidades (destrucción de viviendas, daños de electrodomésticos, deslaves, entre otros). Cuello Mendoza (2019) comenta que, las inundaciones pueden deberse al aumento progresivo de los cauces que provocan su desbordamiento y dispersión en la zonas aledañas a estos. Además, en zonas urbanas, puede deberse también a factores como sistemas de drenajes que no abastecen el caudal de aguas lluvias e incidencia de las mareas.

En Ecuador, el clima está marcado por las estaciones invierno y verano, las cuales se debe a cercanía con la línea ecuatorial y la presencia de la región Amazónica, es por ello, que los territorios del país son bastantes vulnerables a los cambios climáticos producto de la contaminación ambiental y el calentamiento global. Para Vega Aguilar, Malla Ceferino, Bejarano Copo, (2020), los efectos observados en el ecuador debido al cambio climático se evidencia el deshielo de los nevados, el aumento de la temperatura, inundaciones y sequias, así como el aumento del nivel de los cauces. Es decir que existe una predisposición en el aumento de la intensidad y durabilidad de la lluvia, generando que los sistemas de drenaje colapsen y los niveles de las cuencas superen los registros máximos.

Durante el año 2023, en Guayas, el Instituto Nacional de Hidrológica y Meteorología (Inamhi), ha registrado que las precipitaciones que las lluvias han superado en 188% al promedio histórico (Youtopia, 2023). El aumento en las precipitaciones en la provincia del Guayas, ha provocado inundaciones y afectaciones a la mayoría de las comunidades de Guayaquil y Daule, siendo de este último, la parroquia La Aurora, uno de los sectores más afectados.

La parroquia La Aurora, es una de las poblaciones del Cantón Daule que ha tenido un aumento poblacional con índice exponencial en los últimos 10 años, debido al crecimiento desproporcionado de la construcción en el sector. Es por ello que, pese a que existe un plan de desarrollo y ordenamiento territorial, no existe un lineamiento establecido para abastecer de agua potable y de saneamiento, lo que ha llevado a que las conexiones a estos servicios básicos se den a la par de las construcciones de urbanizaciones, plazas y otros. Esta falta de planificación ha causado que, cada urbanización cuente con su propio sistema de tratamiento de aguas residuales, cuyas descargas son realizadas a

los esteros o los canales cercanos, generando una mayor aportación y afectación a estos efluentes.

Uno de los efluentes más conflictivos de la parroquia La Aurora, corresponde al canal San Pedro ubicado en la vía colectora Aurora -T de Salitre (E486), debido a que, en los últimos años en temporada de lluvia, este se desborda causando inundaciones. El recorrido del canal San Pedro se compone de dos partes, la primera inicia desde la entrada de Los Lojas hasta la urbanización Cataluña, el cual tiene una sección irregular y es un canal abierto de tierra, la segunda parte dirige las aguas por medio de un ducto cajón desde la entrada la urbanización Cataluña hasta el estero Sabanilla a la altura de la entrada de la urbanización Casa Laguna en la vía León Febres Cordero. DIARIO EXPRESO (2019), publicó que, este cuerpo hídrico tiene un recorrido de aproximadamente 16 kilómetros, siendo su destino final el Río Daule, durante su paso afecta a 3 instituciones educativas, 5 centros comerciales y varias urbanizaciones entre las cuales se encuentran Milann, Cataluña, Napoli y Arboletta.

Dado lo previamente expuesto, la presente investigación plantea un análisis del aprovechamiento de las aguas servidas como una solución para la gestión de recursos hídricos en el canal San Pedro. Para lo cual se realizará un estudio hidrológico del canal, se estudiará la viabilidad técnica y económica del aprovechamiento de las aguas residuales tratadas para la gestión de recursos hídricos en las urbanizaciones y se valorará los beneficios y limitaciones del aprovechamiento de aguas residuales tratadas en actividades como el riego de áreas verdes. Finalmente, el aprovechamiento de las aguas residuales tratadas permitirá mitigar el impacto ambiental hacia el canal de aguas lluvias San Pedro y a su vez disminuirá los costos por el consumo de agua de riego para áreas verdes en las urbanizaciones del sector.

1.2. Formulación del Problema.

¿De qué manera el aprovechamiento de las aguas residuales permite la gestión de recursos hídricos en el canal San Pedro?

1.3. Objetivo General.

Evaluar la factibilidad del aprovechamiento de aguas residuales tratadas mediante tecnologías sostenibles que promuevan la reutilización de las aguas, para la gestión de recursos hídricos, en el canal San Pedro cantón Daule.

1.5 Objetivos Específicos.

- Caracterizar las actividades antrópicas que influyen en el canal San Pedro mediante la determinación de los usos del suelo del sector.
- Evaluar el comportamiento hidráulico del Canal San Pedro mediante la estimación de los caudales de aportación y la influencia de mareas.
- Valorar los beneficios y las posibles limitaciones del aprovechamiento de aguas residuales tratadas mediante tecnologías sostenibles en la gestión de recursos hídricos, en el canal San Pedro cantón Daule.
- Estudiar la viabilidad técnica, ambiental y económica del aprovechamiento de las aguas residuales tratadas para la gestión de recursos hídricos en el canal, San Pedro cantón Daule.

1.6 Hipótesis.

El aprovechamiento de las aguas residuales tratadas en el riego de las áreas verdes mejora la gestión de recursos hídricos en el canal San Pedro.

1.7 Línea de Investigación Institucional / Facultad.

Tomando en consideración que el presente proyecto es un análisis del aprovechamiento de aguas residuales para la gestión de recursos hídricos, se indica que:

El presente trabajo de titulación corresponde a la línea de investigación institucional de la facultad de ingeniería, industria y construcción es territorio, medio ambiente y materiales innovadoras para la construcción.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1. Marco Teórico.

La Aurora es una parroquia urbana del cantón Daule – Ecuador cuya extensión territorial comprende desde el inicio de la avenida León Febres Cordero hasta el kilómetro 10 ½ de la misma. Pese a que no existe una información oficial, se puede decir, que su área limita al norte con el puente Vicente Rocafuerte (Parroquia Pascuales de Guayaquil), al oeste con la Parroquia Los Lojas, al este con el Río Daule y al sur con el límite natural que conecta hacia la Puntilla (EL UNIVERSO, 2023). De igual forma, entre sus características se tiene una población estimada en 90000 habitantes en el 2017 (EL COMERCIO, 2017), cifra que sigue en aumento debido al crecimiento urbanístico.

Este sector del cantón Daule fue reconocido como parroquia en el año 2001 con la finalidad de permitir su crecimiento inmobiliario. Los terrenos que actualmente conforman la zona en mención, fueron de usados en el cultivo de arroz, por lo que, en los alrededores existe un sistema de canales de riego que desbocan al Río Daule y al Río Babahoyo, es decir que su principal sistema hidrográfico es el Río Guayas. De igual forma, el impacto ambiental que ha tenido el cambio del uso de suelo de la parroquia La Aurora, ha sido considerable, por lo cual, dentro de las regulaciones, la Muy Ilustre Municipalidad de Daule, en cada una de las urbanizaciones, ha previsto como necesario la construcción de una infraestructura de obra civil autorizada por el Ministerio del Medio Ambiente, las cuales deben de cumplir con los criterios y normativas vigentes para la construcción de los sistemas de tratamientos de aguas servidas que emite esta entidad. (Muy Ilustre Municipalidad de Daule, 2021). Esta medida ha sido considerada con la finalidad de mitigar el impacto por contaminación de descargas de aguas domésticas, industriales al entorno ambiental con respecto al recurso agua, no obstante, el crecimiento de la población ha provocado que exista un aumento en las descargas hacia los efluentes, lo que supone que en estos canales, se deba aumentar la sección para que puedan cubrir los caudales sin desbordarse. Es por ello que, es importante establecer medidas que puedan garantizar un buen uso y aprovechamiento de los recursos hídricos.

Paralelamente, la zona del presente estudio, el canal San Pedro, está ubicado en la vía colectora Aurora - T de Salitre (E486), tiene aproximadamente 16 kilómetros de longitud, y su recorrido se compone de dos partes, (un canal abierto de tierra y un ducto cajón). Debido al crecimiento urbanístico en el sector, han aumentado las descargas y por consiguiente en los últimos años en temporada de lluvia, este se desborda causando inundaciones, afectando a 3 instituciones educativas, 5 centros comerciales y varias urbanizaciones entre las cuales se encuentran Milann, Cataluña, Napoli y Arboletta. Es por tal motivo, que en esta investigación se plantea un análisis del aprovechamiento de las aguas residuales tratadas como una solución para el manejo del recurso hídrico en el canal San Pedro.

2.1.1. Teorías que utilizará.

Para realizar la presente investigación, se ha tomado como antecedentes los siguientes trabajos previos:

2.1.1.1. Referencias principales. Entre las fuentes principales que se han utilizado para la realización de este proyecto se encuentra:

- La primera referencia corresponde a un proyecto de investigación del ing. José Ricardo Herrera Pérez Y ing. Jhonatan Gabriel Muñoz Chafra, presentado en 2017, con título “Reutilización de aguas residuales provenientes de comunidades rurales en actividades agrícolas”.

Esta investigación redacta sobre la viabilidad de la reutilización del agua residual en el riego agrícola de una comunidad y el porcentaje de ahorro de los recursos hídricos en la parroquia San Gerardo del Cantón Chimborazo - Ecuador. En este documento, se indica que la reutilización de estas aguas es una opción viable por medio de tecnologías de bajo costo, que aseguren que la calidad de agua sea la óptima para su uso en la agricultura. (Herrera Pérez y Muñoz Chafra, 2017)

- El segundo documento, es la tesis de grado de la Lic. Johanna Alexandra Caicedo Hernández y Lic. Nataly Mishell Cando Cuaspud, elaborado en 2023 bajo el nombre de: “Análisis de la gestión ambiental en el manejo integral de recursos hídrico del Gobierno Autónomo Descentralizado de Montúfar, Cuenca hidrográfica Mira”.

Los autores de esta investigación examinaron el manejo integral de los recursos hídricos a través de la percepción ciudadana y el criterio de

funcionarios sobre la gestión ambiental que maneja el Gobierno Descentralizado de Montufar, así como las juntas de agua y ministerio del medio ambiente en la gestión de los recursos hídricos. Los resultados de esta investigación concluyen que el manejo del recurso hídrico es una responsabilidad conjunta entre los ciudadanos y las entidades reguladoras para poder llevar a conservación de las fuentes de agua. (Caicedo Hernández y Cando Cuaspuud, 2023)

- La siguiente referencia es el trabajo de titulación del ing. Adan Elias Quito Bonilla y el ing. William Hernán Picón Illesca, presentado en 2022, denominado “Evaluación hidrológica e hidráulica del río San Francisco en el cantón Gualaceo”.

En esta investigación se presenta dos modelos hidrológicos en una zona alta y en una zona media en la cuenca del río San Francisco, el actor manejó el software HEC-HMS, con la finalidad de obtener el caudal de la cuenca y con el programa Hec-Ras para las cotas de inundación. La evaluación de las estaciones del río San Francisco identificaron que para un periodo de retorno de 25 a 50 años el caudal supera la geometría del canal, afectando a su paso la población que se asienta a las orillas. (Quito Bonilla y Picón Illescas, 2022).

- Continúa la mención del proyecto doctoral de la ing. Olga Varinia Briones Ordoñez, expuesto en 2021, con tema: “Factores incidentes en los cambios espacio temporales de una canal fluvial en su planicie de inundación: El caso del río Portoviejo (Manabí, Ecuador)”.

En esta investigación se realizó una evaluación a los patrones de los meandros y llanuras que desembocan en el río Portoviejo, con la finalidad de identificar los factores naturales que condicionan las crecientes. La evaluación de los cambios del canal mediante un análisis dinámico permitió comprender que los patrones de los meandros permiten analizar las tendencias de los cambios en el sistema pluvial, de igual forma que los factores geomorfológicos no son una característica fundamental en el proceso de los corte y migración. (Briones Ordoñez, 2021)

- Finalmente, la última referencia corresponde al proyecto de grado del ing. Juan José Arias Gómez, presentado en 2021, con título “Análisis

multicriterio para la selección de trenes de tratamiento de aguas residuales con fines de reúso del agua”.

En este documento, se detalló un análisis multicriterio sobre la aplicación de un tren de tratamiento adecuado que adapte las condiciones para la reutilización de las aguas residuales. El autor evaluó 6 tecnologías de tratamiento con la finalidad de escoger la que más se adapte al tratamiento las características de las aguas del caso de estudios. (Arias Gómez, 2021)

2.1.1.2. Referencias ULVR disponibles. Dentro del repositorio de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, se ha encontrado los siguientes proyectos que se han utilizado como referencias:

- Proyecto de grado del ing. Alberto Junior Diaz García, emitido en 2022 denominado como: “Aprovechamiento de aguas residuales domésticas mediante el uso de un humedal artificial con la producción de piñón y girasol como biocombustible en la lotización el triángulo de la cabecera cantonal de Playas, Provincia Guayas”.

En este documento se redacta como una dificultad del sector del cantón Playas, de conseguir agua con un buen saneamiento, es por ello que, el autor propone el aprovechamiento de las aguas residuales domésticas tratadas mediante un sistema de humedal artificial, que a su vez sirva para la producción del piñón y girasol como materia prima Diaz García (2022), indica que en comparación a otros tratamientos de aguas residuales, este tipo de humedal, es factible tanto económico como social y financiero. Es decir, esté tipo de saneamiento, permite la reducción de los costos, al mismo tiempo que ayuda de forma directa a una nueva matriz operativa por la venta de piñones y girasoles. (Diaz García , 2022)

2.1.1.3. Modelos o experiencias análogas. Como experiencia análoga, se tiene el proyecto de investigación de la Ing. Roxana Ronquillo Abad, publicado en el año 2016 con el tema: “Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para ser utilizada en el riego del parque samanes”:

Este estudio se basó en un estudio sobre la utilización de las aguas tratadas de la PTAR “Los Merinos” para su reutilización en riego de las áreas

verdes del Parque Samanes. Se identificó que en esta área existen arboles no frutales y otras especies con la finalidad de reforestar, es por ello que, la realización de pruebas del agua proveniente de la descarga de la planta permitió identificar si los parámetros están dentro de los rangos normales y aceptables para su reutilización en las áreas verdes (Ronquillo Abad, 2016).

2.1.2. El agua.

El agua como recurso hídrico resulta esencial en el desarrollo de las actividades diarias, es un componente con un valor inigualable ya que es fuente de la vida, es por ello que, la conservación de este recurso es la base para un desarrollo sustentable (Ortega Pineda y Rodríguez Castillo, 2022). Se estima que a nivel mundial existe 1386 millones de kilómetros cúbicos de agua, de los cuales el 97% se encuentra en estado líquido y el 2% en estado sólido (hielo), de estos porcentajes el 2,5% corresponde a agua dulce distribuidos en depósitos subterráneos, ríos y lagos, siendo estos últimos, las principales fuentes de abastecimiento de agua (EQUAE FUNDACIÓN, 2021).

De igual forma, pese a que se comprende la importancia del agua y de que no es un recurso renovable, el 90% de las aguas que retornan a las fuentes hídricas después del uso humano, no reciben un tratamiento adecuado (EQUAE FUNDACIÓN, 2021), lo cual afecta al medio ambiente y por consecuente es más difícil de conseguir agua apta para la potabilización, es por ello que la gestión de recursos hídricos busca dar su respectivo valor y cuidado tanto al agua como al ciclo hidrológico.

2.1.3. Gestión de recursos hídricos.

La gestión del recurso hídrico es una metodología que permite administrar tanto la cantidad y la calidad de la utilización de las aguas. En la actualidad, la gestión del recurso hídrico se ha vuelto un tema indispensable dado a la preocupación por la escasez, por lo que se ha utilizado diversos métodos tanto para promover como para garantizar la gestión económica, ambiental y sostenible de estos recursos. De igual forma, se considera un proceso que intenta promover al desarrollo de un marco conceptual que permite la regulación del uso, aprovechamiento, preservación y sostenibilidad del recurso hídrico con

la finalidad de maximizar los resultados económicos y sociales (Mackliff Elizalde, 2022)

Según Muñoz Mancillo & Bustos Cara (2021), la finalidad de la gestión del recurso hídrico es diseñar un marco conceptual para el desarrollo sostenible por medio de la concienciación del cambio de prácticas por parte de la comunidad, es decir, que para una planificación de las prácticas del buen uso y cuidado del agua en todos ciclos, debe existir una mayor conciencia por parte de los políticos, sector empresarial, industrial y la comunidad en readecuar sus acciones con la finalidad de proteger los ecosistemas. Además, gestión de estos recursos, se puede establecer como una filosofía que ofrece un marco conceptual como una guía para el desarrollo sostenible (Muñoz Mancillo y Bustos Cara, 2021). Se puede decir, con el concepto previamente presentado, se puede definir a la gestión del recurso hídrico con una visión global que abarca el manejo de aguas superficiales y subterráneas desde un enfoque cuantitativo, cualitativo y ecológico (Martínez Valdés y Villalejo García , 2018).

Según Martínez Valdés & Villalejo García (2018), la gestión del recurso hídrico fue establecido en base a 4 principios, los cuales se detallan a continuación:

1. La vida, el desarrollo y el medio ambiente dependen del agua dulce y este, es un recurso limitado y vulnerable.
2. El desarrollo y el manejo de las aguas deben involucrar a planificadores y formuladores en el ámbito político.
3. La mujer juega un rol importante en el manejo y protección del agua.
4. El agua debe de reconocerse como un bien económico dado que, en todos sus usos competitivos, el agua tiene un valor económico.

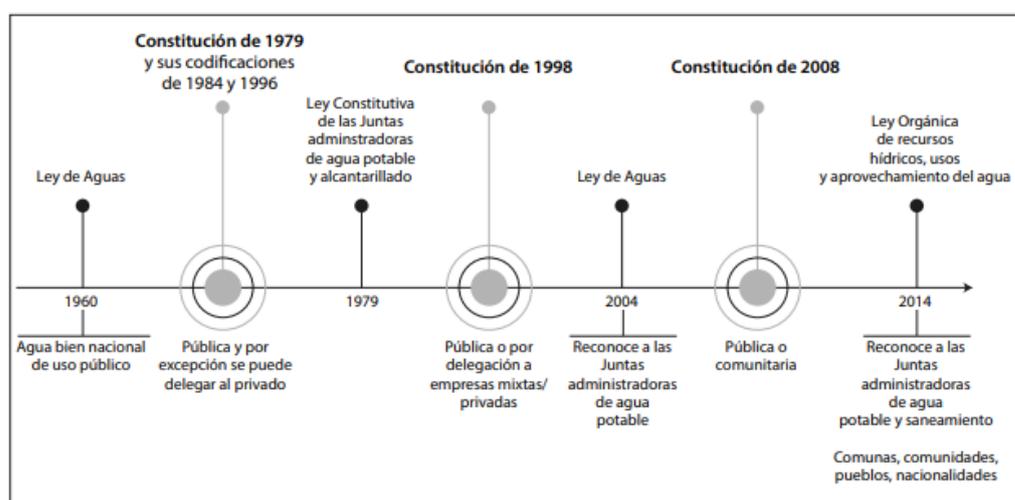
De igual forma, la escasez global se ha convertido en un riesgo potencial, debido al consumo poco regulado del agua, ya que el agua no solo se utiliza con fines de abastecimiento a la población, sino que también cumplen un rol en las diferentes actividades productivas. A esto, Martínez Valdés & Villalejo García (2018), explica que las cuencas hidrográficas son áreas objetivas a trabajar como un concepto de gestión integrada, dado a que es un punto donde se interrelacionan los recursos naturales que son indispensables para el desarrollo.

Por su parte, en Ecuador, se ha establecido 3 modelos para la gestión del recurso hídrico, el sector privado (actividades que ven el agua como un bien económico), el sector público (Funciones ejercidas por los gobiernos descentralizados y el gobierno central) y el sistema comunitario (usuarios y comunidades).

A continuación, se presenta un esquema que ejemplifica la gestión de los recursos hídricos y su evolución en el Ecuador.

Figura 1

Gestión de los Recursos Hídricos y su evolución en el Ecuador



Fuente: (Martínez Moscoso y Abril Ortiz, 2020)

Como se muestra en la figura 1, en el año 2008, se incluye en la nueva carta magna “Constitución de la república del Ecuador” al agua como parte del patrimonio nacional, así como el establecimiento de responsabilidad del estado por manejo integral de los recursos hídrico, con esto da paso a normativas y entidades cuyo fin es la protección de las fuentes hídricas.

Así mismo, la Secretaría Nacional del Agua surge mediante el decreto ejecutivo No. 1088 como una entidad adscrita al poder ejecutivo y con independencia en presupuesto, patrimonio y gestión técnica-operativa. Dentro de sus propuestas se creó 32 centros zonales con 9 demarcaciones hidrográficas y 2 en las Islas Galápagos con la finalidad de planificar y gestionar los recursos hídricos y su relación con la ciudadanía, estas fueron obtenidas mediante el método pfaftetter, criterio único en la determinación del curso de los ríos y áreas de drenaje. Mackliff Elizalde (2022) comenta que, pese a que la SENAGUA

alcanzo hitos importantes, entre ellas la expedición de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, usos y aprovechamiento del agua (LORHUyA), no se ha logrado una consolidación integral de los recursos hídricos. No obstante, LORHUyA, aún vigente, busca establecer la gestión del agua como un recurso público, prohibiendo las apropiaciones y a su vez promueve el actuar comunitario por medio de juntas de agua potable y de riego.

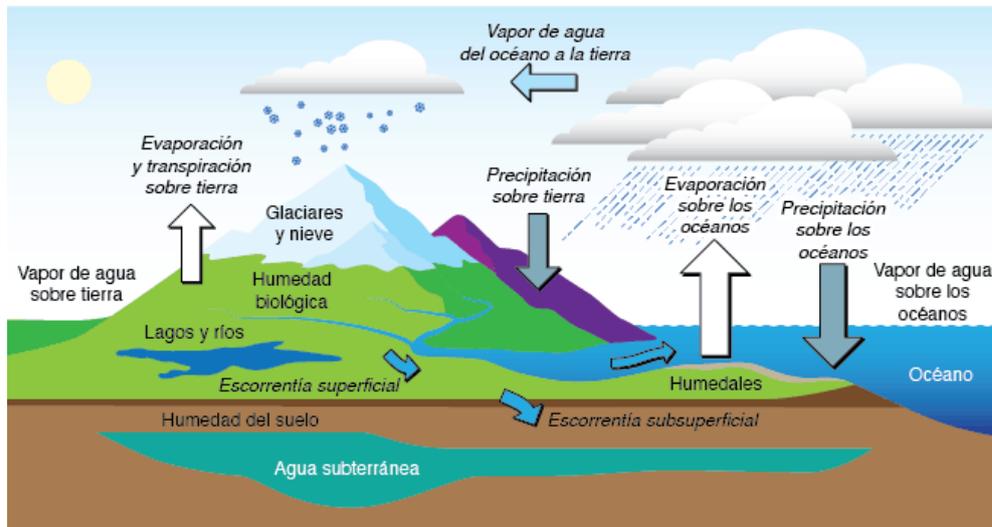
2.1.4. Hidrología.

La hidrología es una ciencia que estudia el recursos del agua en todas las etapas de su ciclo (ocurrencia, circulación y distribución en la superficie terrestre) (Villón Bajar, 2002, como se citó en Peña Menor, 2022). Al mismo tiempo, la hidrología evalúa las propiedades físicas u químicas del en relación al medio ambiente y a los seres que la rodean.

2.1.4.1. El ciclo hídrico. El ciclo hídrico es un proceso natural que representa la circulación continua del agua entre la atmósfera, el suelo y los océanos. Este ciclo tiene varias etapas, las cuales comienzan desde el evaporamiento de las aguas desde los océanos hacia la atmósfera, este vapor, forma nubes que viajan alrededor el plante antes de convertirse en lluvia o nieve.

Figura 2

Ciclo hidrológico



Fuente: (Resourcefulness, s.f.)

La importancia de este ciclo natural radica en que cuando la lluvia cae en forma de precipitación puede quedarse en la vegetación en forma de flujo superficial o cuencas (ríos, lagos, otros) o como flujo superficial (depósitos de

aguas subterráneas) mismas que son fuentes de agua dulce, para luego regresar a los mares (García Romero, 2020).

2.1.4.2. Cuencas hidrográficas. Las cuencas hidrográficas son las áreas en donde las áreas de las precipitaciones escurren para dar lugar a una vertiente cuyo curso de agua este bien definido en cada punto de su recorrido (Villón Bajar, 2002, como se citó en Peña Menor, 2022). Entre estos ecosistemas se encuentran tanto las fuentes superficiales (ríos, lagos, manglares, manantiales, otros) como las aguas subterráneas (pozos y galerías filtrantes).

División de las cuencas hidrográficas. Las cuencas hidrográficas están divididas en cuenca alta, media y zona baja o de transición.

Figura 3

División de las cuencas hidrográficas



Fuente: (Ecología Verde, 2021)

Las cuencas altas: son aquellas que están en las regiones donde se producen la mayor cantidad de precipitaciones, es decir cerras, o zonas montañosas.

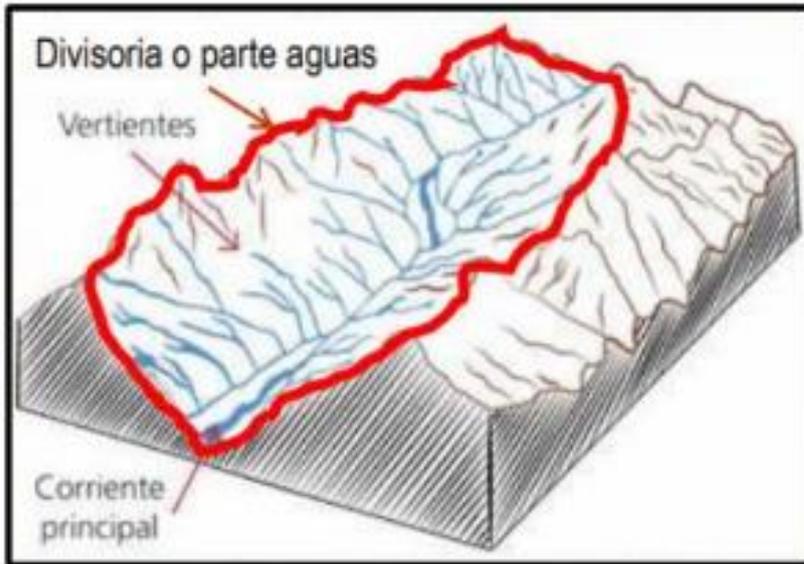
Las cuencas medias: Es la zona en donde generalmente comienza las vertientes, es decir que es donde las aguas reunidas de diferentes partes.

La cuencas bajas o transicionales: Son aquellas zonas donde los ríos desembocan a ríos mayores.

Parámetros morfológicos y delimitación de cuenca: Las cuencas son delimitadas por medio de un plano, y de acuerdo a las líneas divisoras de aguas o parteaguas, este detalle, se muestra en la figura a continuación:

Figura 4

Delimitación de una cuenca



Fuente: (Peña Menor, 2022)

Dentro de los parámetros de las cuencas se encuentra:

Superficie de la cuenca (A): Se trata del área de la cuenca, es la zona en la que está delimitada la cuenca.

Perímetro de la cuenca (P): Es el borde que ha sido proyectado de la cuenca dentro de un plano horizontal, por lo general su forma es irregular debido a la delimitación de la cuenca (Villón Bajar, 2002, como se citó en Peña Menor, 2022).

Longitud de la cuenca (L): Puede definirse como aquella distancia horizontal que posee el río, según Peña Menor (2022), Villón Bajar (2002) en su libro de hidrología, indica que la longitud de la cuenca está ubicada por lo general entre el punto de aguas abajo y aguas arribas.

Ancho (W): El ancho conceptualmente es la relación entre el área y la longitud de la cuenca, es decir:

$$W = \frac{A}{L}$$

Índice de gravelius (K): Es el coeficiente de compacidad cuya relación esta influenciada del perímetro entre el área de la cuenca. (Villón Bajar, 2002, como se citó en Peña Menor, 2022). La fórmula, se expresa como:

$$K = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

En donde;

P = es el perímetro de la cuenca.

A= área de la cuenca.

Factor forma (Ff): Es la relación entre el ancho de la cuenca y la longitud.

Se expresa como:

$$F_f = \frac{A}{L}$$

En donde $F > 1$ es una descripción redonda y $F < 1$ es alargada.

Rectángulo equivalente: Se utiliza para realizar una transformación de las características geométricas en la forma de un rectángulo con su misma área y perímetro. Esto se calcula mediante las siguientes fórmulas:

Para lado mayor:

$$L = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} * (1 + \sqrt{1 - (\frac{1.12}{K})^2})$$

Para lado menor:

$$l = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} * (1 - \sqrt{1 - (\frac{1.12}{K})^2})$$

Donde:

K= índice de Gravelius.

A= Área de la cuenca.

Altitud de frecuencia media: Es la altitud del punto de la abscisa media de la curva de frecuencia de altitudes (Villón Bajar, 2002, como se citó en Peña Menor, 2022). Se expresa en:

$$H_m = \frac{\sum (a_i x h_i)}{A_c}$$

En donde:

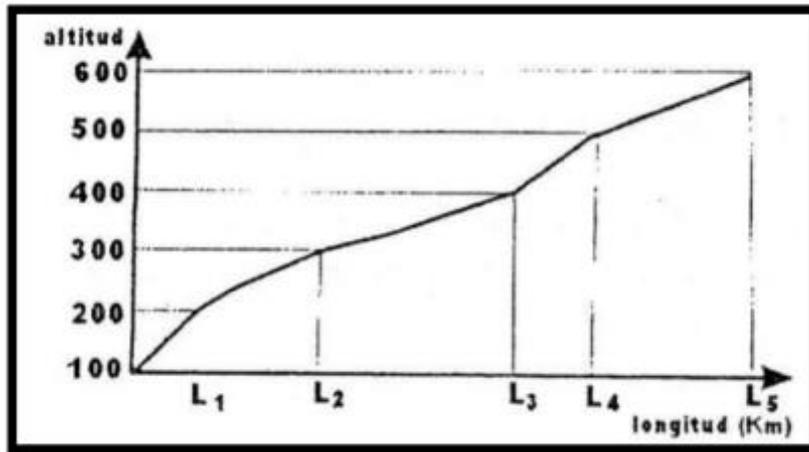
A_c= área de la cuenca

(a_i x h_i) = área parcial y altura media.

Perfil longitudinal: Se obtiene mediante la proyección horizontal de la longitud una cuenca (Villón Bajar, 2002, como se citó en Peña Menor, 2022).

Figura 5

Perfil longitudinal de un cauce



Fuente: (Peña Menor, 2022)

Pendiente de la corriente principal (S): Representa el desarrollo de un perfil del cauce y se expresa en grado y/o porcentaje. El estado hidráulico del flujo y las inundaciones están relacionados con la pendiente de un flujo.

Se puede expresar como:

$$S = \frac{\Delta H}{L}$$

Donde:

L= longitud de la cuenca.

H= diferencias de cotas.

También se puede calcular la pendiente por medio de la fórmula de Taylor Y Schwarz, que considera tramos n de longitud para cada cuenca, por medio de la siguiente fórmula.

$$S = \frac{n}{\frac{1}{\sqrt{S_1}} + \frac{1}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{S_n}}}$$

2.1.5. Aguas Iluvias.

Las aguas lluvias es cualquier forma de materialización de humedad que se origina en las nubosidades y que llega a la superficie terrestre por medio del ciclo hidrológico. Según la Secretaría del Agua (s.f.), para la estimación de los caudales de aguas lluvias, se puede utilizar tres tipos de métodos, dependiendo del área superficial de la cuenca:

Método racional:	< 100 ha
Método del hidrograma unitario:	> 100 ha
Análisis de datos de escorrentía superficial mediante estadística:	25 m2

Igualmente, para el desarrollo de esta investigación se utilizará el método indicado en las normativas locales.

2.1.5.1. Método racional. Este método nos permite obtener el caudal máximo por medio de los datos de precipitación de la cuenca en estudio. Para su estimación, se necesita tener el coeficiente de escorrentía, las características de la cuenca e intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h). Peña Menor (2022) explica que este tipo de método es muy usado para aquellas cuyas áreas superficial son mejor a 10 km². La fórmula es:

$$Q = 0.278 C * I * A$$

Donde:

Q= Caudal de descarga máxima en el diseño (m³/s)

C= Coeficiente de escorrentía

I= Intensidad de escorrentía (mm/h)

A= área de la cuenca (km²)

2.1.5.2. Método del Hidrograma Unitario. Cuando se tiene una cuenca con un área superficial mayor a los 10 km², es recomendable el uso del método del hidrograma unitario. Este método consiste en la elaboración de un hidrograma mediante la toma de datos de escorrentía o incremento de altura unitaria generada de manera uniforme la extensión superficial de la cuenca. Según el Manual de Diseño de Redes de Alcantarillado – MA-OED-003, V-002 de Interagua (2015), el método del hidrograma se basa en varias hipótesis, entre ellas:

- La lluvia neta, durante su duración tiene una distribución uniforme.
- La lluvia neta está distribuida en la misma proporción en toda el área de la cuenca.
- El tiempo de duración que se ubica en el hidrograma es constante, ya que la precipitación neta es de duración unitaria.
- Las ordenadas que se encuentran en el hidrograma son directamente proporcionales a la cantidad de escurrimiento.

- Los hidrogramas reflejan las características físicas de la cuenca en un periodo determinado.

De igual forma, de no existir registros de tomas directas (registros históricos), Interagua (2015) indica que es recomendable usar los hidrogramas unitarios sintéticos obtenidos de los estudios previos de cuencas de Estados Unidos (Soil Conservation Service de los estados unidos (SCS)).

Para poder realizar un hidrograma, se debe de clasificar en dos tipos de relaciones q/q_p y t/T_P , en donde t y q es la coordenada del hidrograma, q_p Es el caudal pico en (m³/s) y T_P tiempo de pico (horas). Paralelamente, para poder realizar este método se necesita seguir el siguiente procedimiento:

- Identificar las subcuencas.
- Obtener las características físicas y de suelos de cada subcuenca.
- Calcular el hidrograma para cada subcuenca, seleccionando una duración de tormenta igual a la del tiempo de concentración.
- Sumar los hidrogramas de cada subcuenca, para que luego de sumarlos y transitarlos se pueda obtener el hidrograma de la cuenca.

2.1.5.3. Escorrentía. La escorrentía es la cantidad de agua proveniente de precipitación que se transporta en un área determinada, hasta su llegada a los cauces, ríos o canales. Peña Menor (2022) indica que puede clasificarse como escorrentía superficial y flujo de agua subterránea, el coeficiente se puede representar como una fracción de la precipitación total, siendo C_e resultado adimensional y dependiente de las condiciones topográficas y características del suelo.

$$C_e = \frac{\sum_{i=1}^n c_i * A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Para el presenta trabajo se utilizará los coeficientes de escorrentía determinados en las normativas vigentes locales de la parroquia La Aurora del cantón Daule.

2.1.5.4. Intensidad. Es la cantidad total de lluvia que cayó durante un periodo de tiempo específico, el calcular la intensidad máxima es importante para identificar la altura máxima de la caída de agua en cada tormenta. Su valor es se expresa en mm/h. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$i_{max} = \frac{P}{t}$$

En donde:

I máx.= Intensidad máxima (mm/h)

t= tiempo (h)

2.1.5.5. Curva intensidad - Duración - Frecuencia (IDF). Son curvas que asocian matemáticamente la intensidad de la lluvia, su duración de la lluvia y la probabilidad de que ocurra una tormenta dentro de un periodo de retorno específico. Las curvas IDF permiten estimar las crecidas de una cuenca, la intensidad, duración y frecuencia en zonas donde no existe la medición con pluviómetros o registros de precipitaciones diarias (Peña Menor, 2022).

Para esta investigación se utilizarán las fórmulas y las curvas IDF de las normativas vigentes del sector de la Parroquia La Aurora del cantón Daule.

2.1.5.6. Periodo de retorno (T). Se puede definir como la duración en el tiempo promediado de años, durante los cuales el valor máximo de descarga de una inundación determinada iguale o exceda los “T” años (Manual de hidrología, hidráulica (2008) como se cita en Peña Menor (2022). El periodo de retorno puede calcularse como:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Para el presenta trabajo se utilizará los periodos de recurrencia o de retorno determinados en las normativas vigentes locales de la parroquia La Aurora del cantón Daule.

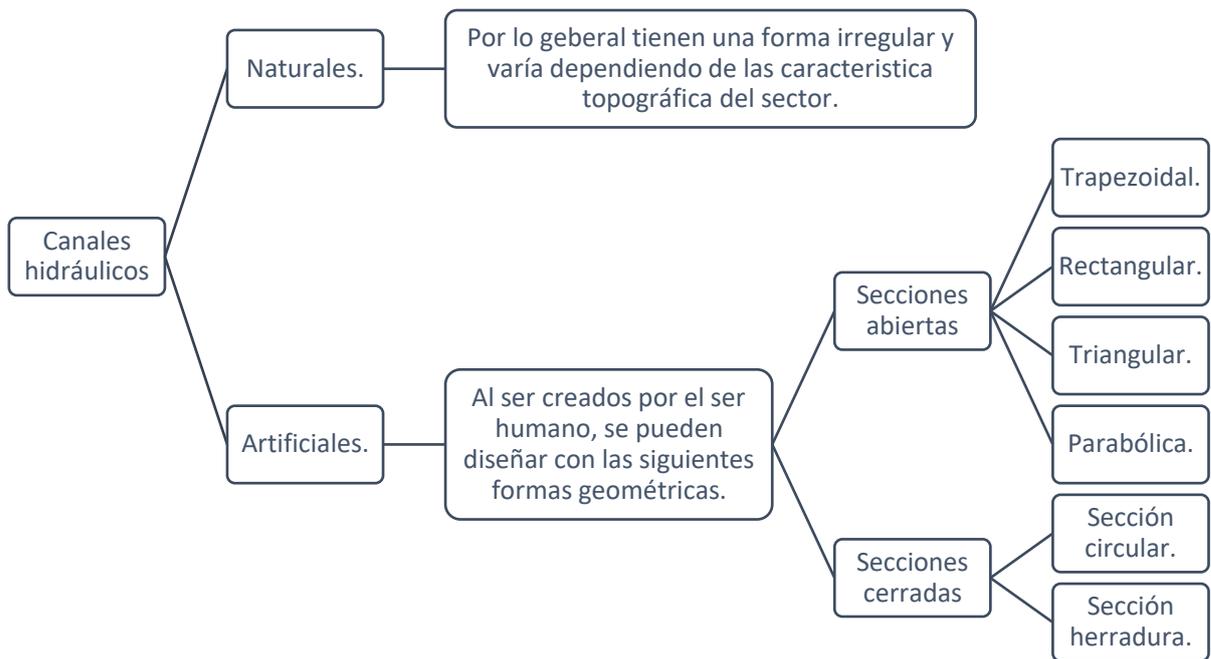
2.1.6. Hidráulica.

Según Hernández (2014), un área de la física que se destaca es la hidráulica, ya que estudia el comportamiento y el movimiento”. Se divide en Hidrostática y dinámica de fluidos.

2.1.6.1. Canal hidráulico. Es un contorno en el cual el escurrimiento de una cuenca tiene superficie libre en la corteza terrestre, y cuyo flujo circula por medio de gravedad, es decir sin influencia de alguna presión externa. Los canales pueden dividirse de la siguiente forma:

Figura 6

Clasificación de los canales hidráulicos



Fuente: (Villón Béjar , 2007)

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

2.1.6.2. Tipos de flujos en canales. Los tipos de flujo en los canales se pueden clasificar en:

Flujo permanente y no permanente. Esta categorización se basa en el uso del tiempo como factor determinante. El flujo se considera constante cuando los parámetros (como el nivel del agua, la velocidad, etc.) no experimentan cambios a lo largo del tiempo, lo que significa que, los componentes de flujo en una sección de canal son constantes en todo momento.

Flujo uniforme y variado. Esta clasificación se fundamenta en el uso del espacio como criterio. Si las condiciones (como el nivel del agua, la velocidad, el área, etc.) son las adecuadas, el flujo puede ser uniforme. (en cualquier región que se presente del canal, los parámetros del flujo permanecen constantes.) no cambian en toda el área. En el caso del flujo gradualmente variado se tiene que, considerando la parte hidráulica, los parámetros se modifican gradualmente en el recorrido que tenga el cauce, esto se lo podría detallar considerando de ejemplo la forma que tiene curva de remanso (aquella que se origina en la intersección de una presa y cuerpo de agua principal; este flujo eleva el nivel del agua por encima de la presa y tiene un impacto hasta varios kilómetros aguas

arriba de la estructura. Cuando los parámetros de un flujo cambian drásticamente en una distancia corta, como en el caso del remanso, se dice que el flujo varía rápidamente. Los cambios de parámetros en este tipo de flujo se producen de forma rápida y abrupta.

Flujo turbulento o laminar. Dentro de las características que tiene este tipo de flujo se encuentra que las fuerzas viscosas y gravitatorias, en comparación con las fuerzas de inerciales del flujo tienen la mayor influencia de cómo se comporta el flujo en un canal. El flujo laminar, transicional o turbulento son las tres formas diferentes en que la viscosidad puede manifestarse. Similar al flujo en conductos presurizados, la fuerza viscosa desempeña un papel crucial en estos fenómenos. La fuerza viscosa, se estima por medio del conocido número de Reynolds (Re), la cual se calcula como:

$$Re = \frac{vR}{\nu}$$

En donde:

R= radio hidráulico (m)

v= velocidad promedio (m/s)

U= Viscosidad cinemática del agua (m²/s)

Además, la mayoría de los canales presentan un el flujo laminar que es extremadamente poco común debido a las dimensiones relativamente grandes de los mismos y a la baja viscosidad cinemática del agua. En consecuencia, predomina el flujo turbulento o en transición en estas condiciones. De igual forma, Villón Béjar (2007) indica que por motivos prácticos en los canales se tienen los siguientes rangos.

Tabla 1

Clasificación del flujo laminar.

Flujo laminar:	Re < 580	Fuerza viscosa es mayor que las fuerzas de inercia.
-----------------------	--------------------	--

Flujo de transmisión:	548 ≤ Re ≤ 750	Estado mixto entre laminar y turbulento
Flujo turbulento:	Re > 750	Fuerzas viscosas menor a las fuerzas de inercia.

Fuente: (Villón Béjar , 2007)

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Flujo crítico, subcrítico y supercrítico. El flujo puede ser clasificado en tres estados: subcrítico, crítico y supercrítico, dependiendo del valor del número de Froude (F). Este valor se pueda calcular en canales como:

$$F = \frac{v}{\sqrt{gy}} = \frac{v}{\sqrt{gA/T}}$$

En donde:

v= Velocidad media de la sección (m/s)

g= aceleración de la gravedad (m/s²)

A/T= Tirante medio

En el caso del flujo subcrítico, donde $F < 1$, las fuerzas de gravedad son las predominantes, lo que da lugar a un flujo con baja velocidad, tranquilo y lento. Cualquier perturbación o irregularidad en el canal tendrá un efecto hacia aguas arriba.

En el estado crítico, cuando $F = 1$, las fuerzas de inercia y gravedad están equilibradas, resultando en un flujo particular.

Por otro lado, en el flujo supercrítico, con $F > 1$, las fuerzas de inercia son más pronunciadas, lo que ocasiona que el flujo tenga una alta velocidad, siendo rápido y agitado. En esta situación, cualquier singularidad en el canal tendrá una influencia hacia aguas abajo.

2.1.6.3. Estimación de caudal para canales trapezoidales. Para realizar la estimación de caudal de un canal con sección trapezoidal, se utiliza la fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} * S^{\frac{1}{2}} * R^{\frac{2}{3}} * A$$

Donde:

S= pendiente (adimensional)

R= Radio hidráulico (m)

A= área del canal (m²)

2.1.7. Modelación hidráulica:

La simulación hidráulica es una representación el análisis de la topografía con respecto a los niveles de agua y sedimentos que se transportan en el cauce. La modelación hidráulica es una herramienta útil para realizar una interpretación de los problemas planteados en cauce, siendo su finalidad prevenir fenómenos naturales como desbordamiento de ríos, esteros, canales y otros (Segura Gutiérrez y Vargas García, 2022). Por lo general, los modelos hidrológicos describen un punto de vista práctica, por lo que es necesario utilizar un software que permita simular el flujo y su comportamiento hidráulico, siendo uno de los más comunes el hec-ras.

2.1.7.1. Hec ras. Según Romero (2019) nos indica que el programa HEC-RAS, conocido como el Sistema de Análisis de Ríos del Centro de Ingeniería Hidrológica, es un software ampliamente empleado para simular el flujo de agua en ríos, canales y otras corrientes fluviales. Su objetivo principal es estudiar inundaciones, evaluar el comportamiento hidráulico y diseñar estructuras hidráulicas. A continuación, se presenta una síntesis sobre cómo utilizar HEC-RAS referente a los puntos básicos:

- **Instalación:** En primer lugar, es necesario descargar e instalar el software HEC-RAS en el ordenador. Puede descargarse de forma gratuita desde el sitio web del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (USACE) o desde la página oficial del HEC. Nos brinda una guía de licencia libre para el análisis de puntos dentro de un cuerpo de agua.
- **Creación de un nuevo proyecto:** Al abrir el programa, se crea un nuevo proyecto para el modelo hidráulico (posee sistema de autoguardado). Es importante seleccionar el tipo de análisis que se desea realizar, como análisis de inundación o flujo estable.
- **Configurar la geometría del río:** Se define la geometría de la corriente fluvial, incluyendo el trazado del río, la ubicación de las secciones

transversales y las características de los bordes del río. Paralelamente con estos datos podemos prevenir las desviaciones del río, y sus aumentos referentes a canales.

- Definir datos hidrológicos: Se ingresan datos hidrológicos, como caudales, curvas de descarga o hidrogramas, que representan las condiciones de entrada para el modelo.
- Configurar propiedades del flujo: Se especifican las condiciones iniciales y de frontera, como la elevación del agua en las secciones de aguas arriba y aguas abajo, para permitir que el modelo calcule el flujo adecuadamente.
- Definir estructuras hidráulicas: Si hay estructuras en el río (puentes, compuertas, presas, etc.), se añaden al modelo y se configuran sus propiedades para simular su impacto en el flujo.
- Ejecutar el análisis: Una vez que todos los datos necesarios han sido ingresados, se procede a ejecutar el análisis. HEC-RAS calculará el flujo de agua y mostrará resultados como perfiles de flujo, mapas de inundación y otras salidas relevantes.
- Interpretar los resultados: Se analizan los resultados obtenidos y se comparan diferentes escenarios para comprender el comportamiento hidráulico del río y evaluar el riesgo de inundación.
- Refinar y validar el modelo: Es posible que se deban ajustar algunos parámetros o datos de entrada para mejorar la precisión del modelo. Se valida el modelo utilizando datos de campo o estudios previos para asegurarse de que sea confiable.
- Documentar y presentar los resultados: Es importante documentar todo el proceso, incluidos los datos de entrada, las configuraciones del modelo y los resultados obtenidos. Se pueden utilizar gráficos, tablas, tablas dinámicas y mapas para presentar los hallazgos de manera clara y concisa, estos mismos también pueden ser empleados por la plataforma Excel.

2.1.8. Aguas residuales:

Las aguas residuales se refieren a aquellas aguas que han sido utilizadas en actividades humanas, industriales o comerciales, y que han experimentado modificaciones en su calidad debido a la contaminación. Este término engloba

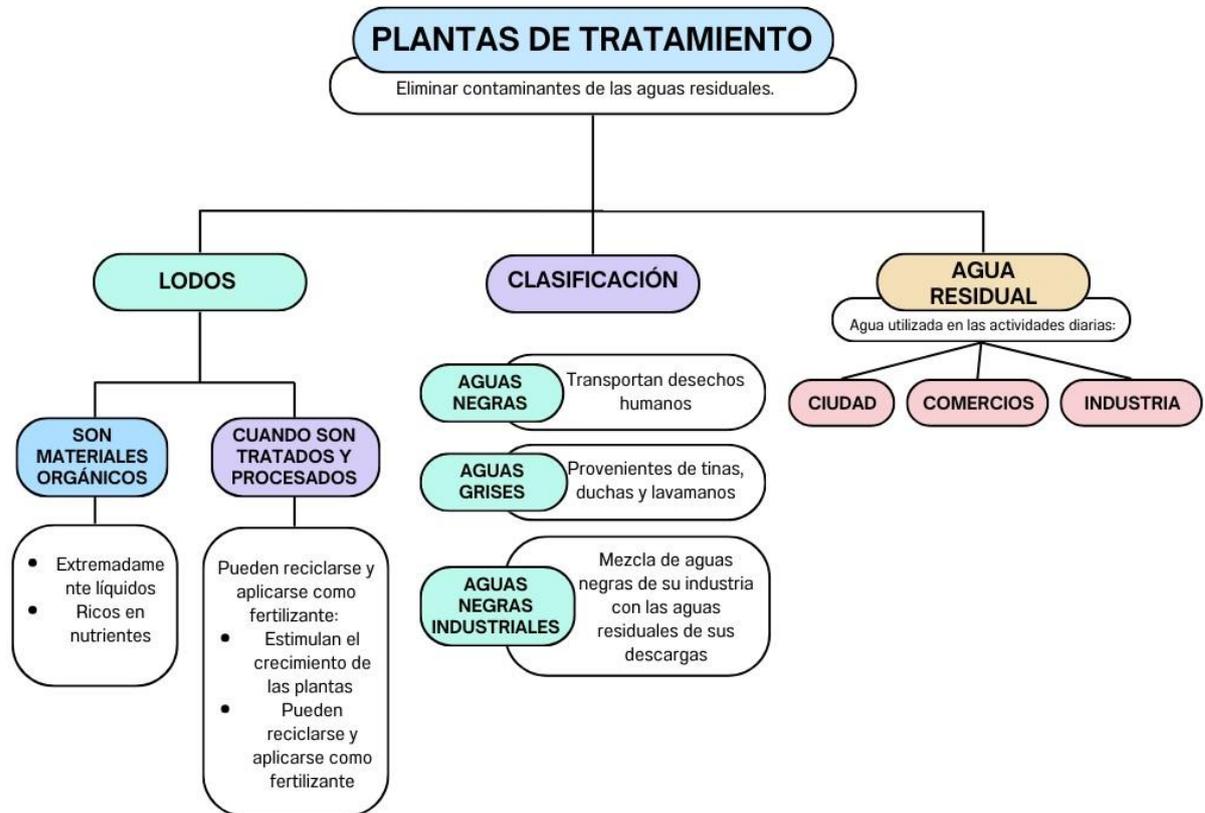
tanto las aguas provenientes de hogares (también llamadas aguas negras) como las industriales. En su composición se encuentran presentes diversos elementos contaminantes como materia orgánica, nutrientes, compuestos químicos, patógenos y partículas sólidas. Por lo tanto, el adecuado tratamiento de las aguas residuales es esencial para eliminar o disminuir estos contaminantes antes de devolverlas al entorno natural, desempeñando un papel crucial en el cuidado de la salud de los ciudadanos y en el equilibrio de los ecosistemas acuáticos (Michel, 2021).

De igual forma, es de suma importancia preservar la pureza de nuestros ríos y fuentes superficiales, y para ello disponemos de diversos métodos de fácil operación, por lo que, siendo que las aguas residuales pueden descargar a un sistema de aguas lluvias existente o algún cuerpo de agua receptor, se debe de valorar su impacto y realizar un tratamiento adecuado. Entre los tratamientos de aguas servidas más utilizados se encuentran la implementación de lagunas de oxidación, sistemas avanzados de oxidación alimentados por energía solar y biorreactores de lechos fluidizados, entre otros. Cabe recalcar que estas soluciones, que requieren una inversión modesta y un mantenimiento mínimo, tienen la capacidad de tratar de manera eficiente las aguas residuales de las comunidades (S.A., s.f.), no obstante, permiten que los parámetros de descarga sean los óptimos para enviar las aguas al cuerpo receptor.

2.1.8.1. Características de las aguas residuales. Las aguas residuales se clasifican en domésticas (aquellas generadas en las viviendas), municipales (aquellas generadas por una población determinada, cuyo sistema está controlada por la municipalidad) e industriales (aquellas provenientes de las industrias de manufactura). También, se pueden dividir como aguas negras (provenientes de los inodoros) y aguas grises (provenientes de tinajas, duchas, lavamanos, lavadoras, otros). Esta última clasificación, tiene la finalidad de separar las aguas en función de la cantidad de sólidos suspendidos, nitrógeno, cloruros, coliformes totales y otros.

Figura 7

Esquematación de una red de alcantarillado sanitario

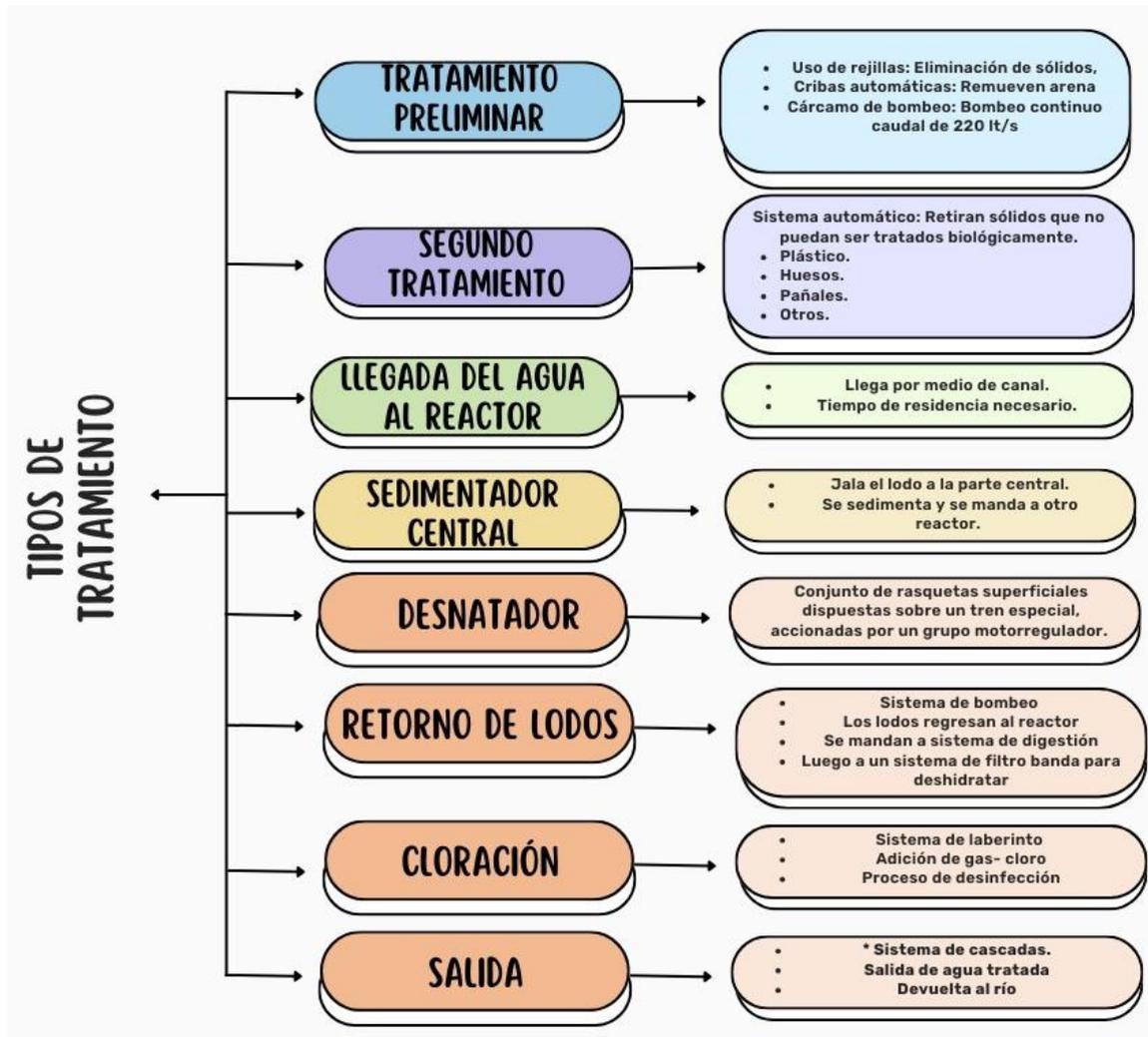


Fuente: (García, s.f.)

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Figura 8

Esquematación de un sistema de depuración de aguas de un alcantarillado sanitario



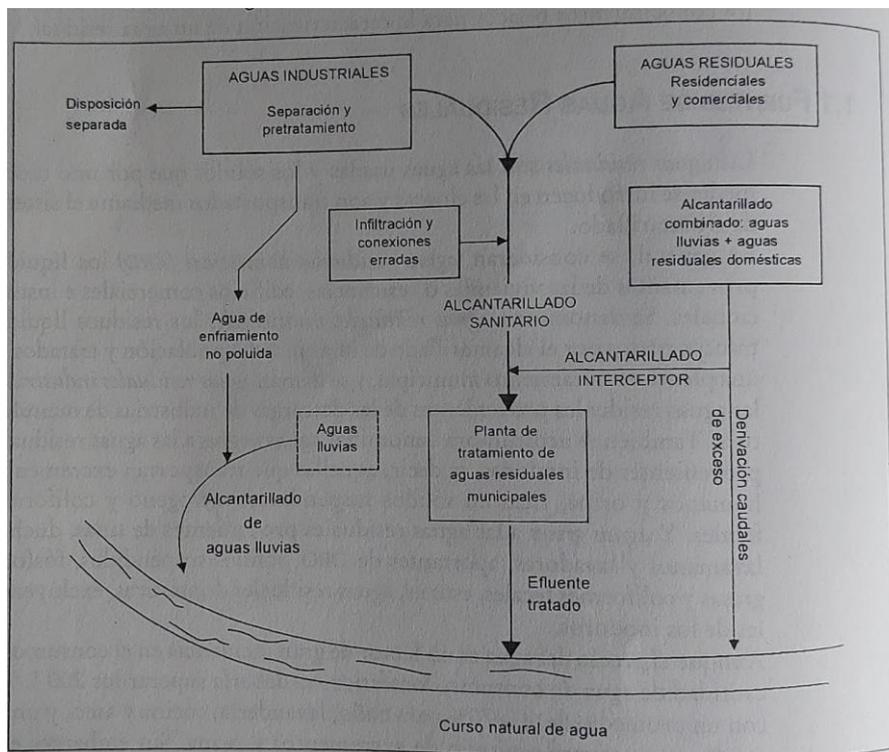
Fuente: (García, s.f.)

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Según Romero Rojas (2014), la demanda para las aguas residuales, no debería de superar los 200 l/h/s, no obstante, pese a que en las grandes ciudades el sistema de alcantarillado sanitario es manejado independiente de la parte pluvia, las conexiones ilícitas producen que el caudal que llegue a la PTAR, sea mayor al considerado. En la siguiente figura, se presenta un esquema en donde se evidencia el manejo de las aguas servidas en zonas urbanas.

Figura 9

Manejo de las aguas residuales en zonas urbanas



Fuente: (Romero Rojas, 2004).

De igual forma, el análisis de las características de las aguas residuales, permite determinar el tratamiento adecuado para que estas, cumplan con los parámetros máximos de descargas detallados por los organismos competentes. En la siguiente tabla se presenta las composiciones típicas de las aguas residuales domésticas.

Tabla 2

Características de las aguas residuales típicas.

Parámetro	Magnitud	
DBO	200	Mg/L
DQO	400	Mg/L
Sólidos suspendidos totales	200	Mg/L
Sólidos suspendidos volátiles	150	Mg/L
Nitrógeno amoniacal	30	Mg/L -N
Ortofosfatos	10	Mg/L - p

Fuente: (Romero Rojas, 2004).

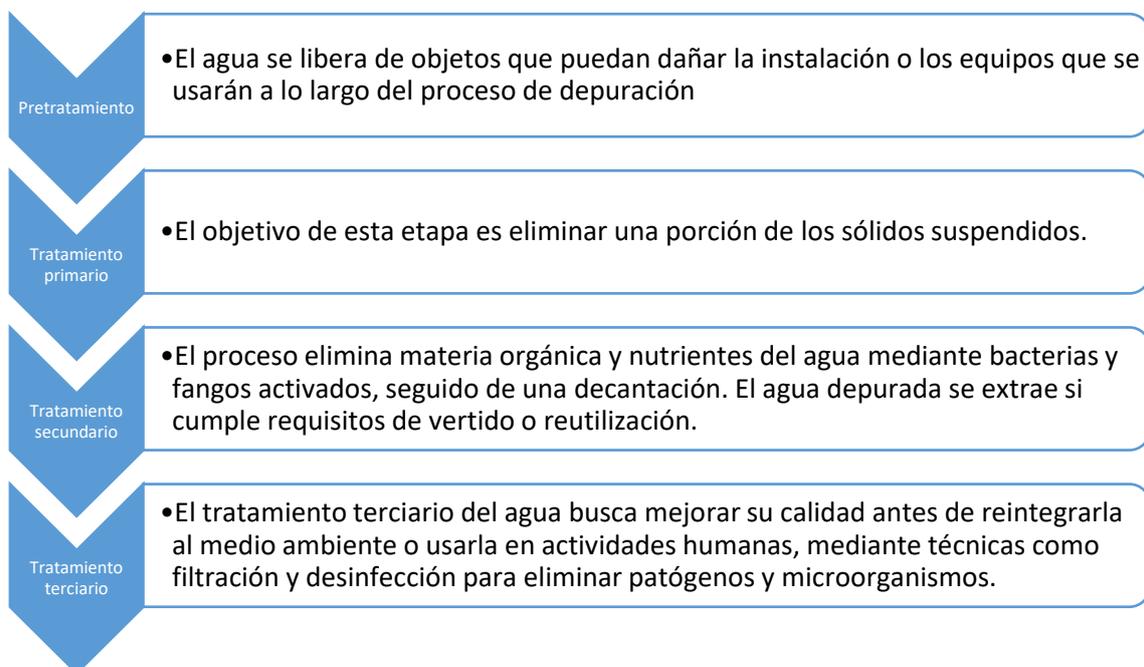
Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

2.1.8.2. Tratamientos de aguas residuales. El tratamiento de las aguas servidas, hace referencia a los procesos que se requieren para poder retornar las aguas a los ríos con el menor impacto ambiental posible. Para Romero Rojas (2014), los sistemas de tratamiento deben de estar diseñados para objetivos diferentes en relación a disponibilidad de recursos tanto económicos como técnicos y administrativos, pero que, a su vez permita cumplir con los parámetros máximos para las descargas, ya sea a un sistema de alcantarillado existente o aun cuerpo receptor de agua dulce o mar.

Igualmente, Romero Rojas (2014) explica que, dentro de los objetivos que se deben considerar en los sistemas de tratamiento, se tiene, la remoción de DBO, Sólidos suspendidos, patógenos, nitrógeno y fósforo, sustancias orgánicas (detergentes fenoles, pesticidas, metales pesados y sustancias inorgánicas disueltas. Para los fines, previamente explicados, las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) se componen en líneas de lodos y líneas de aguas, así como se incluye, un pretratamiento, y tratamientos primarios, secundarios y terciarios.

Figura 10

Procesos de tratamiento de aguas residuales



Fuente: (GoAigua, 2022)

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

2.1.8.3. Parámetros de descargas. En el Ecuador, los parámetros de descargas de las aguas residuales tratadas, para los diferentes efluentes, está regulada por el ministerio del medio Ambiente. En el anexo 1 del libro del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del Ambiente: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua, se detalla las características que deben de tener las aguas residuales tratadas previo a su descarga en el sistema de alcantarillado existen, cuerpos de agua dulce y cuerpos marinos, las cuales se presentan en las ilustraciones a continuación en la figura 11, 12 y 13.

Figura 11*Parámetros máximos para descargas a un sistema de alcantarillado público*

TABLA 9. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público			
Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Solubles en hexano	mg/l	50
Explosivos o inflamables.	Sustancias	mg/l	Cero
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN-	mg/l	1
Cinc	Zn	mg/l	10
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo	mg/l	0,1
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Cromo Hexavalente	Cr+6	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de	DBO5	mg/l	250
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	500
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1
Fósforo Total	P	mg/l	15
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20
Hierro total	Fe	mg/l	25
Manganeso total	Mn	mg/l	10
Materia flotante	Visible		Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	60
Organofosforados y carbamatos	Especies Totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sólidos Sedimentables		ml/l	20
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	220
Sólidos totales		mg/l	1 600,0
Sulfatos	SO4 ^(- 2)	mg/l	400
Sulfuro de carbono	Sulfuro de carbono	mg/l	1
Sulfuros	S	mg/l	1
Temperatura	°C		< 45,0
Tensoactivos	Activas al azul de metileno	mg/l	2
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1

Fuente: (Ministerio del Medio Ambiente, 2015)**Elaborado por:** Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Figura 12

Parámetros máximos para descargas a un cuerpo receptor de agua dulce

TABLA 10. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce			
Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas.	Sust. solubles en hexano	mg/l	30
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2
Boro Total	B	mg/l	2
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN-	mg/l	0,1
Cinc	Zn	mg/l	5
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Ext. carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl-	mg/l	1 000
Cobre	Cu	mg/l	1
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	Remoción > al 99,9 %
Color real	Color real	unidades de color	* Inapreciable en dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	50
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	100
Estaño	Sn	mg/l	5
Fluoruros	F	mg/l	5
Fósforo Total	P	mg/l	10
Hierro total	Fe	mg/l	10
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20
Manganeso total	Mn	mg/l	2
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2
Nitrógeno amoniacal	N	mg/l	30
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	50
Compuestos Organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		5-9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	80
Sólidos totales	ST	mg/l	1 600
Sulfatos	SO4- 2	mg/l	1000
Sulfuros	S- 2	mg/l	0,5
Temperatura	°C		< 35
Tensoactivos	Activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1

* La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra diluida

Fuente: (Ministerio del Medio Ambiente, 2015)

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Figura 13

Parámetros máximos para descargas a un cuerpo receptor salubre

TABLA 11. Límites de descarga a un cuerpo de agua marina			
Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas		mg/l	30
Arsénico total	As	mg/l	0,5
Aluminio	Al	mg/l	5
Cianuro total	CN-	mg/l	0,2
Cinc	Zn	mg/l	10
Cobre	Cu	mg/l	1
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	10 ⁸
Color	Color verdadero	unidades de color	* Inapreciable en dilución: 1/20
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0,5
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	200
Demanda Química de Oxígeno Hidrocarburos	DQO	mg/l	400
Materia flotante	TPH	mg/l	20
Mercurio total	Visibles		Ausencia
Nitrógeno Total kjedahl	Hg	mg/l	0,01
Potencial de hidrógeno	N	mg/l	40
ólidos Suspendidos Totales	pH		6-9
Sulfuros		mg/l	250
Compuestos organoclorados	S	mg/l	0,5
Compuestos	Organoclorados totales	µg/l	50
	Organofosforados totales	µg/l	100
Organofosforados	Especies totales	mg/l	0,25
Carbamatos			
Temperatura	oC		< 35
Tensoactivos	Activas al azul de metileno	mg/l	0,5

* La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra diluida.

Fuente: (Ministerio del Medio Ambiente, 2015)

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

2.1.8.4. Preferencias a nivel mundial con respecto a las aguas:

El tema del saneamiento en los últimos años, ha dependido de la cantidad de ingresos del país, clasificándose en 4 grupos específicos. Aquellos países que tienen gran capacidad de adquisición suelen tratar alrededor del 70% de las aguas servidas producidas, incluidas el de las industrias y municipales. Por otro lado, los países con ingresos medio alto llega a un promedio de 38 %, mientras que aquellos que son considerados como ingresos medio bajo se aproxima al 28 %. Por último, los países de bajo poder adquisitivo, apenas logran tratar el 8%

de las aguas residuales. Estos hallazgos dan crédito a la creencia generalizada de que más del 80% de las aguas servidas producidas a nivel mundial, se liberan al medio ambiente sin tratamiento. Es por ello que, la necesidad y la aspiración de lograr una gestión de los recursos hídricos que permita establecer una calidad ambiental o de tener un suministro de agua de respaldo en tiempos de escasez de agua, ha sido un gran impulso para los países de altos ingresos en la implementación un tratamiento avanzado de aguas residuales y de las investigaciones para hacer de estos, estructuras sostenibles (Reutilización de aguas tratadas, generación de suministro de energía y aprovechamiento de lodos tratados) . A pesar de esto, según la UNESCO (2017), la descarga de aguas servidas sin tratamiento previo se mantiene como una problemática mundial, que se sigue manteniendo como una práctica común, particularmente en los países de medios y bajos recursos, debido a que estas áreas carecen de la infraestructura, las capacidades técnicas e institucionales y los fondos necesarios para llevar a cabo procesos de tratamiento adecuados.

2.1.8.5. Facetas de la gestión de las aguas servidas que son técnicamente complejas. Los aspectos técnicos que forman parte del ciclo de la gestión de las aguas residuales pueden clasificarse en:

Prevenir o reducir la contaminación. Según la UNESCO (2017), se debe de tener como prioridad, en lo posible, a la implementación de estructuras y metodologías que permitan el control de la contaminación de los cuerpos hídricos producto de las descargas de las aguas servidas, en lugar de depender en gran medida de una depuración en la etapa final. Estas medidas preventivas pueden implicar la prohibición de ciertos contaminantes a las aguas negras y grises, ya sea mediante reglamentos, soluciones técnicas u otros medios. Es importante recordar que la implementación de estas medidas preventivas suele tener una inversión considerable en comparación a las acciones para detener la contaminación en su origen. Es decir que, para lograr avances significativos en la conservación de los recursos hídricos es necesario un monitoreo y un informe continuo de las descargas y que estas cumplan con los parámetros máximos requeridos, generando la menor afectación posible al cuerpo receptor. Sin mediciones precisas, es imposible identificar los problemas y juzgar qué tan bien están funcionando las políticas implementadas para combatir la contaminación del agua.

Recolectar y tratar las aguas residuales. Los sistemas de tratamiento centralizados ya no se consideran la opción más práctica para el agua urbana y la gestión de aguas servidas está experimentando cambios significativos, en especial en países de gran capacidad adquisitiva. Los sistemas de tratamiento descentralizados que están diseñados para atender empresas solitarias o pequeños grupos son cada vez más populares. Esta tendencia tiene muchos beneficios. Entre ellos destacan la capacidad de reponer nutrientes y energía, así como la capacidad de conservar los cuerpos de agua dulce y asegurar el acceso al agua en épocas de escasez.

Estos sistemas descentralizados se promocionan como una alternativa más eficiente y respetuosa con el medio ambiente, con costes de instalación considerablemente inferiores a los de las instalaciones de tratamiento convencionales y menores gastos de operación y mantenimiento. Sin embargo, hay que tener en cuenta que las redes de alcantarillado de poca inversión, tienen el inconveniente de no poder drenar las aguas pluviales. Una estrategia más responsable y adaptada a las necesidades regionales se puede ver en la tendencia hacia sistemas de tratamiento descentralizados y sistemas de alcantarillado económicos. En el contexto de entornos urbanos y comunitarios, estas soluciones se posicionan como una opción prometedora para una gestión más eficaz y a largo plazo de los recursos hídricos. Para abordar los problemas únicos de cada región, garantizar la protección del medio ambiente y el acceso adecuado al agua para todos, es fundamental seguir investigando y modificando estas estrategias.

Enfoque en la Gestión de Residuos en Lugar de Tratamientos.
Enfoque en la Gestión de Residuos en Lugar de Tratamientos.

Es crucial dirigir la atención hacia la gestión eficiente de residuos en lugar de depender únicamente de métodos de tratamiento. La prevención de la generación de residuos y la promoción de la reutilización y el reciclaje son esenciales para reducir la carga contaminante.

Se deben implementar medidas regulatorias, como la prohibición o limitación del uso de ciertos contaminantes, para prevenir su liberación en las

corrientes de agua. Estas acciones pueden involucrar enfoques técnicos y gubernamentales para controlar las fuentes de contaminación.

Asimismo, es crucial promover la educación y la capacitación en temas relacionados con la reutilización del agua entre los profesionales del sector, la sociedad civil y los ciudadanos en general, para generar una mayor conciencia sobre la importancia de esta práctica y fomentar su adopción a nivel local.

Sistema de Eliminación Centralizada y Saneamiento. Los sistemas de alcantarillado, que representan una parte considerable de la gestión de aguas residuales, deben ser complementados con enfoques en los sectores rurales y de baja densidad poblacional. Aunque esto puede resultar costoso, es esencial para garantizar el manejo adecuado de la contaminación, especialmente en zonas densamente pobladas.

2.1.9. Sistema de riego.

De acorde a los sistemas de riego, se puede indicar que:

En relación a los métodos de riego. Se pueden clasificar en:

- Riego por infiltración: Se suministra agua a través de un sistema subterráneo de tuberías que libera el agua directamente en el suelo, permitiendo una infiltración gradual.
- Riego por manguera o regadera: Un enfoque manual en el cual se utiliza una manguera o una regadera para aplicar agua de manera directa a las plantas.

El sistema propuesto se distingue de las plantas convencionales de tratamiento (que utilizan lodos activados) por las siguientes características distintivas (México, 2018):

- Durante el proceso de tratamiento del agua, no se generan olores desagradables.
- El agua que sale del sistema después de su tratamiento presenta una pureza elevada y una carga bacteriana mínima.
- La construcción de esta planta requiere un espacio reducido, lo que implica un ahorro considerable en área (aproximadamente 2/3 menos).
- La capacidad de tratamiento es adaptable y puede expandirse de manera gradual según las necesidades.

- No resulta necesario contar con depósitos de sedimentación como parte del proceso.
- No se precisa la incorporación de agentes adicionales para reducir los olores.
- El agua que ingresa al sistema es apta para su reutilización sin implicar riesgos para la salud.
- La operación de la planta es de manejo sencillo y no demanda personal altamente especializado.

2.2. Marco Legal:

El objeto de este estudio es analizar el aprovechamiento de las aguas residuales como una solución en el manejo del recurso hídrico en el canal San Pedro, es por ello que, a continuación, se presentarán a breve rasgos las normativas vigentes nacionales y locales. Cada uno de estos artículos y normativas se los adjuntará completos en un anexo.

2.2.1. Constitución de la República del Ecuador.

En la carta magna de la República del Ecuador, se encuentran artículos que hacen referencia al manejo a la gestión de los recursos hídricos. Entre ellos se encuentra:

- **Artículo 264:** Otorga a los gobiernos municipales las competencias exclusivas relacionadas con la planificación de desarrollo cantonal, es decir que dan autoridad sobre el control del suelo, prestación de servicios públicos (entre ellas agua potable y saneamiento) y demás responsabilidades a los gobiernos descentralizados municipales.
- **Artículo 318:** Destaca que los recursos hídricos son patrimonio nacional y que, por lo tanto, pertenecen al estado. De igual forma indica sobre las prohibiciones de cualquier tipo de privatización y que la gestión de estos es únicamente concedida a entidades públicas (Gobiernos descentralizados o juntas de agua comunales).
- **Artículo 411:** Establece que la gestión de los recursos hídricos en todos sus ámbitos (conservación, manejo y distribución) son responsabilidad del estado.

- **Artículo 412:** Delega a una autoridad específica, encargada de cooperar y coordinar la gestión de recursos hídricos.
- **Artículo 415:** Confirma las responsabilidades del estado y de los gobiernos descentralizados con la gestión y cuidado del agua.

2.2.2. Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua.

Siendo responsabilidad del estado la conservación, manejo y distribución del agua, en el Ecuador existe un marco legal cuya finalidad es establecer el derecho de todos los ciudadanos en acceder al agua, así como las obligaciones para el buen cuidado de los recursos hídricos. En esta normativa se encuentra los siguientes apartados:

- **Artículo 1:** Establece que los recursos hídricos son patrimonio del estado y que por lo tanto, la competencia de estos está a cargo del gobiernos central y de los gobiernos descentralizados. De igual forma, se confirma que el uso de las aguas es público.
- **Artículo 3:** Este apartado es un objeto de ley en donde se indica que obligación del estado por garantizar el buen cuidado, distribución y saneamiento de las aguas, es decir el manejar una gestión integral de los recursos hídricos. Además, indica las actividades necesarias para esta conservación, entre las cuales se encuentran la limitación de las cuencas hidrográfica, así como el manejo, control y planificación de uso de suelos, en especial en zonas cercanas a cuerpo de agua.
- **Artículo 16:** Se presentan los objetivos que forman parte de la estrategia nacional para la gestión de las aguas.
- **Artículo 21:** Señala a la Agencia de regulación y control del agua (ARCA) como la entidad pública encargada de velar por el cuidado de todos los cuerpos hídricos del país.
- **Artículo 25:** Se estipula que la planificación para la conservación y distribución de los recursos hídricos deben de ser socializados y manejados por medio de un Plan Nacional.
- **Artículo 34:** Plantea las actividades y las modalidades que deben de realizarse para la planificación de los recursos hídricos.

- **Artículo 35:** En este apartado se indican los principios para la gestión integral de los cuerpos hídricos.
- **Artículo 80:** Se presenta las prohibiciones a nivel nacional para la conservación de los recursos hídricos, entre ellas, se menciona las descargas controladas de las aguas residuales (se debe contar un tratamiento previo antes de ser descargadas a un cuerpo de agua receptor)

2.2.3. Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente.

También conocida como TULSMA, el texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio ambiente, parte de las normativas nacionales con carácter ambiental. En este documento se incluye artículos sobre la protección de los recursos hídricos, en donde se indican los valores máximos permisibles para las descargas de las aguas a diferentes cuerpos de agua (sistema de alcantarillado, cuerpos de agua dulce o salubre), así como las características que deben de tener las aguas tratadas para su reutilización de estas en ciertas actividades (agrícolas o riego de áreas verdes).

- **Artículo 196:** Publica que las descargas de aguas residuales deben de ser autorizadas por el ministerio del medio ambiente y que deben de ser tratadas con la finalidad de cumplir con los criterios de descargas que causen la menor afectación al cuerpo receptor.
- **Artículo 211:** Indica sobre la responsabilidad de los gobiernos descentralizados por el tratamiento de las aguas residuales tanto en zonas rurales como urbanas.
- **Artículo 331:** Determina los parámetros para las descargas de las aguas a los cuerpos receptores.
- **Artículo 332:** Explican las características del contenido que deben de tener las normativas de los gobiernos descentralizados para el control de las aguas residuales tratadas a los cuerpos de agua.

2.2.4. INEN (Instituto ecuatoriano de normalización).

Las normativas del instituto ecuatoriano de normalización (INEN) forman parte los reglamentos a nivel nacional, que en ámbito de la construcción tiene la

finalidad de establecer parámetros máximos requeridos en el diseño, construcción y mantenimiento de las infraestructuras. Dado a que objeto de esta investigación incluye una infraestructura de control de aguas lluvias (Canal San Pedro), se ha tomado en consideración la normativa INEN como referente nacional.

2.2.4.1. Código Ecuatoriano de la Construcción .C.E.C: Normas para Estudios y Diseño de sistemas de Agua Potables y Disposición de Aguas Residuales para Poblaciones mayores a 1000 habitantes. Este código de la construcción que fue elaborado por la aquel entonces Secretaría del Agua (SENAGUA), detalla los parámetros de diseño para los sistemas hidrosanitarios en zonas urbanas o rurales. De esta normativa, se ha tomado de referencia el apartado para la estimación de caudales de diseño para un sistema pluvial. Se contemplan tres tipos de métodos en base área superficial de la cuenca de estudio (racional, hidrograma unitario sintético o análisis estadístico).

2.2.5. Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua.

Forman parte de los preceptos del ministerio del medio ambiente y cuyo principal rol es el control ambiental y su relación con la gestión de los recursos hídricos. De esta normativa, se toma en cuenta el numeral 5.2.3. que detalla los criterios para las descargas de las aguas residuales.

Se encuentra, de igual forma las diferencias para las descargas dependiendo del uso de suelo y se señala las prohibiciones con respecto a los vertidos de aguas residuales sin previo tratamiento, así como la importancia de la elaboración de Planes Maestros por parte de los gobiernos descentralizados y que estos estén regulados por la entidad de regulación ambiental.

2.2.6. Normativas de la entidad reguladora del sector (AMAGUA).

En la Parroquia La Aurora, AMAGUA es la entidad que tiene la concesión para la distribución de agua potable y el control de los sistemas de saneamiento (aguas servidas). Siendo las variables del proyecto los sistemas de aguas residuales y la gestión de las aguas del canal San Pedro, para el desarrollo del presente proyecto se utilizará los criterios de diseño de alcantarillado local, es decir, los emitidos por AMAGUA.

2.2.6.1. Criterio de diseño para sistema de alcantarillado. En el documento base emitido y regulado por AMAGUA, se detalla los criterios para el diseño y proyección de las redes de alcantarillado. Estos criterios están basados y aprobados por el INEN y tiene carácter mandatorio en los sectores de cobertura de AMAGUA, es decir en el cantón Daule esta normativa se rige en toda el área de la Parroquia La Aurora. El documento contiene estimación de caudales, dimensionamiento de tuberías, normas particulares, entre otros.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque de la investigación:

El propósito de la presente investigación es realizar un análisis del aprovechamiento de las aguas residuales como una solución al manejo del recurso hídrico en el canal San Pedro. En su recorrido, el canal San Pedro, abarca 2 parroquias, en este caso, se considerará solo las áreas de aportación dentro del límite territorial de la Parroquia La Aurora.

Para ello, será necesario el realizar un estudio hidrológico del canal (se modelará su situación actual y futura). Identificar si es necesario la implementación de una tecnología sostenible previo a la reutilización de las aguas residuales tratadas para riego, o en su defecto, si se derivan directamente. De igual forma, se realizará una evaluación técnica, económica y ambiental del uso de estas, para el riego de las áreas verdes. Dado lo expuesto, en este estudio, se utilizará un enfoque mixto.

Igualmente, se utilizará los tipos de investigación descriptiva, cuasiexperimental y evaluativa. Por su parte, la investigación descriptiva permitirá realizar una caracterización de la situación actual del canal San Pedro y de sus aportaciones, entre ellas las aguas residuales tratadas de las diferentes urbanizaciones que se encuentran alrededor del canal. Por otro lado, la investigación cuasiexperimental permitirá la modelación de la situación actual y futura del canal San Pedro ($T_r=25$ años) por medio de un software (Hec-Ras), así como el comportamiento de este, sin los caudales que aportan las descargas de las PTARS. Por último, la investigación evaluativa, será necesaria para conocer el beneficio económico de la utilización de estas aguas como una solución a la gestión de recursos hídricos.

Además se utilizará técnicas e instrumento como entrevistas estructuradas con la herramienta de cuestionario para la identificación de los la importancia de la gestión de los recursos hídricos y el aprovechamiento de las aguas depuradas para el riego de las áreas verdes, observación estructurada para la identificación de las características del Canal San Pedro (Sección, longitud, nivel de agua y la incidencia de la marea), de igual forma, se recopilará datos como calidad de agua de las descargas y la topografía del canal en estudio. Estos datos permitirán la realización de los modelos previamente

expuestos, así como la evaluación técnica, económica y ambiental de la reutilización de las aguas residuales tratadas.

3.2. Alcance de la investigación:

La finalidad de esta investigación es analizar el aprovechamiento de las aguas residuales tratadas como una solución al manejo del recurso hídrico en el canal San Pedro, dentro de los límites territoriales de la Parroquia La Aurora. Para ello, se realizará la modelación del comportamiento hídrico para el caudal máximo instantáneo, tanto para la situación actual como para el horizonte $T_r = 25$ años, esto permitirá identificar la situación más crítica. Se considerará la influencia de mareas, aportación de descargas de las plantas de tratamiento de aguas residuales y caudales pluviales. Además, se realizará la evaluación de la viabilidad técnica, económica y ambiental sobre el uso de las aguas residuales tratadas para el riego de las áreas verdes. Por lo antes descrito, se utilizará un alcance de investigación exploratorio y descriptivo.

3.3. Técnica e instrumentos para obtener los datos.

Se utilizará técnicas como entrevistas estructuradas, encuestas, observación estructurada, valoración del impacto ambiental y económico. Para ello se utilizará los siguientes instrumentos como:

- Cuestionario de entrevistas: Se utilizará para para la identificación de los tipos de tratamientos de las PTARS que descargan al canal San Pedro,
- Fichas de observación: Se realizará para realizar una descripción de las características antrópicas de las áreas que aportan al canal San Pedro.
- Ensayos: Se necesitará recopilar datos con respecto a la calidad de agua de las descargas y del canal para identificar si es necesario la implementación de una tecnología sostenible previo a reutilizar las aguas residuales tratadas.
- Cuestionario de encuestas: Se realizará encuestas a los moradores de las áreas que aportan al Canal San Pedro, esto con la finalidad de conocer la situación actual sobre la gestión de recursos hídricos en el sector.
- Softwares y herramientas ofimáticas: Se empleará entre otras herramientas: AutoCAD para la elaboración y presentación de planos;

Google Earth y Arc Map para identificar las vertientes o aportaciones que tiene el canal San Pedro a lo largo de su recorrido y Hec-Ras: para la modelación del comportamiento hídrico.

- Matriz de Leopold: Se empleará la matriz de Leopold para validar la viabilidad ambiental del aprovechamiento de las aguas residuales tratadas para el riego de las áreas verdes. La información para su realización, se extraerá de los resultados de las entrevistas.
- Indicadores financieros: Se empleará indicadores financieros como valor actual neto (VAN) y la tasa de interna de retorno (TIR) para determinar la viabilidad económica del aprovechamiento de las aguas residuales.

3.3.1. *Elaboración de la ficha de observación:*

Para poder caracterizar las actividades antrópicas que influyen en el canal San Pedro, se aplicará una ficha de observación con la finalidad de poder determinar los usos de suelo de los sectores que aportan al cuerpo hídrico en estudio. Previo al aplicar la ficha de observación es necesario realizar una identificación de los sectores de estudio, dentro de la Parroquia La Aurora. Si bien, el canal San Pedro recorre dos parroquias del cantón Daule, el sector en donde se evidencia mayormente las afectaciones por tema de inundaciones es la parroquia La Aurora, que actualmente es una zona residencial.

En la Parroquia la Aurora existe varios canales y ramales que derivan a dos grandes cuerpos, el Estero Sabanilla que descarga al Río Daule y el Estero Buijo que descarga en el Río Babahoyo. En este caso, el canal San Pedro actúa como un cuerpo de agua paralelo al estero Sabanilla que recolecta y distribuye el recurso hídrico por ramales. Es por ello que es necesario realizar una identificación de los sectores que aportan al Canal San Pedro por medio de imágenes satelitales previo a realizar la identificación del uso de suelo. Se han identificado 118 lotes preliminarmente.

La ficha de observación a aplicar es la siguiente:

Figura 14

Esquema ficha de observación para identificar las características antrópicas del sector

Ficha de Observación

Tipo de uso de suelo

Nombre del sector	Urbanización	Recinto	Zona Industrial	Zona agrícola	Unidad educativa	Centro recreativo
	<input type="checkbox"/>					

Cuenta con servicios básicos Con que tipos de servicios básicos cuenta

Sí	No	Energía	Agua potable	Aguas servidas	Aguas lluvias	Pozo séptico	Internet, televisión y telefonía	Ninguna
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							

El piso con el que cuenta es: Comentarios:

Tierra	baldosa	losa
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

3.3.2. *Elaboración de cuestionario para entrevista:*

Para el presente estudio es necesario realizar entrevistas estructuradas abiertas a expertos para conocer la situación nacional y local de la gestión de los recursos hídricos.

Las encuestas se lo realizarán a 6 especialistas en el área y tratará sobre la gestión de recursos hídricos, su importancia, las principales limitaciones que evitan se pueda realizar a nivel nacional y provincial, entre otros.

Los especialistas que se han tomado en consideración son:

- Ing. Yuri Navarrete
- Ing. Luis Antonio Segovia
- Ing. Pablo Paredes Ramos

A continuación, se detalla la estructura del cuestionario:

Figura 15

Esquema ficha para entrevista a especialistas en gestión de recurso hídrico

ENTREVISTA		
Nombre del entrevistador:		
Fecha de realización de entrevista:	Hora de inicio:	Hora final:
Nombre:	Mujer ()	Hombre ()
Profesión:	Ocupación:	
1. ¿Qué considera como gestión de recursos hídricos y cuál es su importancia?		
2. ¿Considera usted que en Ecuador, en especial en, la provincia del Guayas exista una gestión de recursos hídricos?		
3. En caso que su respuesta anterior sea positiva: ¿Puede nombrar algunos?		
4. ¿Cuál considera que son las principales limitaciones que evitan que se pueda realizar una gestión de los recursos hídricos a nivel nacional y provincial?		
5. ¿Cuál sería la estrategia que considerarías para planificar una gestión de recursos en los principales cuerpos hídricos del Ecuador, específicamente en Guayas?		
6. ¿Considera que el aprovechamiento de las aguas residuales facilitaría la gestión en los cuerpos hídricos dentro de las zonas urbanas?		

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

3.3.3. *Elaboración de cuestionario para encuesta:*

Como se comentaba en apartados anteriores, se realizará una encuesta, con la finalidad de conocer la situación actual sobre la gestión de recursos hídricos en el sector. Este instrumento se lo aplicará a los recintos y zonas agrícolas que están dentro de la cuenca hidrográfica del canal San Pedro. Para esto se estima que el número de habitantes entre recintos y zonas agrícolas es de 1145 personas y que la muestra a considerar es de 328 encuestados. Se ha utilizado de igual forma, la escala de Likert con 5 grados de satisfacción, esto facilitará el procesamiento y el análisis de los resultados obtenidos con este instrumento. A continuación, se presenta el cuestionario a utilizar.

Figura 16

Esquema ficha para encuestas a moradores de los recintos alrededor del canal San Pedro

1. ¿Tiene usted sistema de alcantarillado en su vivienda?

A continuación, se requiere su participación para evaluar temas relacionados con el agua, para la cual se utilizará una escala de 1 a 5. Siendo 1 el más bajo y 5 el más alto.

PREGUNTAS	1	2	3	4	5
¿Está usted consciente de los riesgos asociados a la contaminación del agua?					
¿Tiene conocimiento sobre cómo reconocer si el agua que emplea se encuentra contaminada?					
¿Conoce los efectos adversos para la salud causados por el consumo de agua contaminada?					
¿Ha tomado medidas para protegerse de los riesgos de la contaminación del agua en su hogar?					
¿Ha recibido información o educación sobre cómo prevenir la contaminación del agua en su comunidad?					
¿Utiliza agua proveniente de un canal para sus necesidades diarias?					
¿Está consciente de los riesgos asociados al uso de agua de un canal que recibe aguas residuales?					
¿En caso de utilizar agua proveniente de un canal, ha implementado medidas para reducir el riesgo a la contaminación?					
¿Conoce las normativas y regulaciones vinculadas a la gestión de la contaminación del agua en su localidad?					
¿Considera que las autoridades locales están tomando medidas adecuadas para gestionar y prevenir la contaminación del agua?					

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

3.3.4. Ensayos de calidad de agua:

Para aprovechar las aguas servidas tratadas, es fundamental considerar la calidad del agua a la salida de cada planta de tratamiento. Es decir que se necesitará pruebas de laboratorio para determinar si el agua cumple con los estándares requeridos para su reutilización, ya que la calidad de agua debe ser adecuada para no comprometer tanto la salud de los residentes como el equilibrio del ecosistema del canal San Pedro. Estos ensayos serán facilitados por Amagua, entidad reguladora de agua potable y saneamiento a nivel de la Parroquia La Aurora.

3.3.5. Estimación de caudales de aportación al canal San Pedro:

Para poder realizar la estimación de la aportación total al canal San Pedro, se utilizará el método racional. Esto implica determinar las áreas de aportación, revisar el tiempo de concentración y el coeficiente de escurrimiento en base a la situación actual y una situación futura (25 años). De igual forma, se considerará la influencia de las mareas, debido a que este canal al tener diferentes cotas de solera es susceptible a las mareas del río Daule.

Además del cálculo manual, se realizará una simulación en el programa Hec-Ras con la finalidad de obtener cortes y perfiles en donde se evidencie, si la sección del canal satisface o no el total de los caudales aportados.

3.3.6. Revisión de la tecnología sostenible para el aprovechamiento de las aguas residuales.

En el caso de que la calidad de agua de las descargas de las estaciones depuradoras no cumpla con los parámetros máximos para su reutilización, será necesario sugerir una tecnología sostenible que permita su reutilización. Si fuera necesario, se considera el costo de la implementación de la tecnología sostenible como parte de las alternativas a desarrollar para reutilizar las aguas residuales tratadas para el riego de las áreas verdes.

3.4. Población y muestra:

3.4.1. Población:

Alrededor del canal San Pedro existen diferentes urbanizaciones, centros comerciales, recintos y terrenos agrícolas, a lo largo de su recorrido desde la entrada de Los Lojas hasta su descarga en el estero Sabanilla. Para este estudio, tanto la población y la muestra se basarán exclusivamente en los moradores de las zonas de los recintos que se detallan a continuación:

- Recinto Tierra Blanca que cuenta con 111 viviendas y 555 habitantes.
- Recinto Palo de Iguana que cuenta con 24 viviendas y 120 habitantes.
- Recinto San Guillermo que cuenta con 88 viviendas y 440 habitantes.

En total, la cantidad de habitantes de los recintos previamente mencionados asciende a 1145 personas, la cual trabajaremos como población para el desarrollo de la presente investigación.

3.4.2. *Muestra:*

Las encuestas en el proyecto fueron manejadas de manera rigurosa y la muestra fue elegida en base a una seguridad o nivel de confianza de respuesta elevado. Para el cálculo se utilizó una heterogeneidad de 99%, porcentaje determinado por la semejanza entre las respuestas de los encuestados, los cuales, en sí son las personas más ligadas a los factores que rodean el parque. Así mismo, se utilizó un margen de error de 5% y un nivel de confianza del 95%, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$Tamaño\ de\ la\ muestra = \frac{\frac{Z^2 * p(1 - p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{Z^2 * p(1 - p)}{e^2 N}\right)}$$

En este caso, debido al nivel de confianza, X (desviación estándar) es equivalente 1,96, por lo que reemplazando se obtiene:

$$Tamaño\ de\ la\ muestra = \frac{\frac{1.96^2 * 0.5(1 - 0.5)}{0.05^2}}{1 + \left(\frac{1.96 * 0.5(1 - 0.5)}{0.05^2 * 1145}\right)} = 328\ personas$$

Con esto, se identifica que, para la población de 1145 habitantes se debe de realizar 328 encuestas.

CAPÍTULO IV

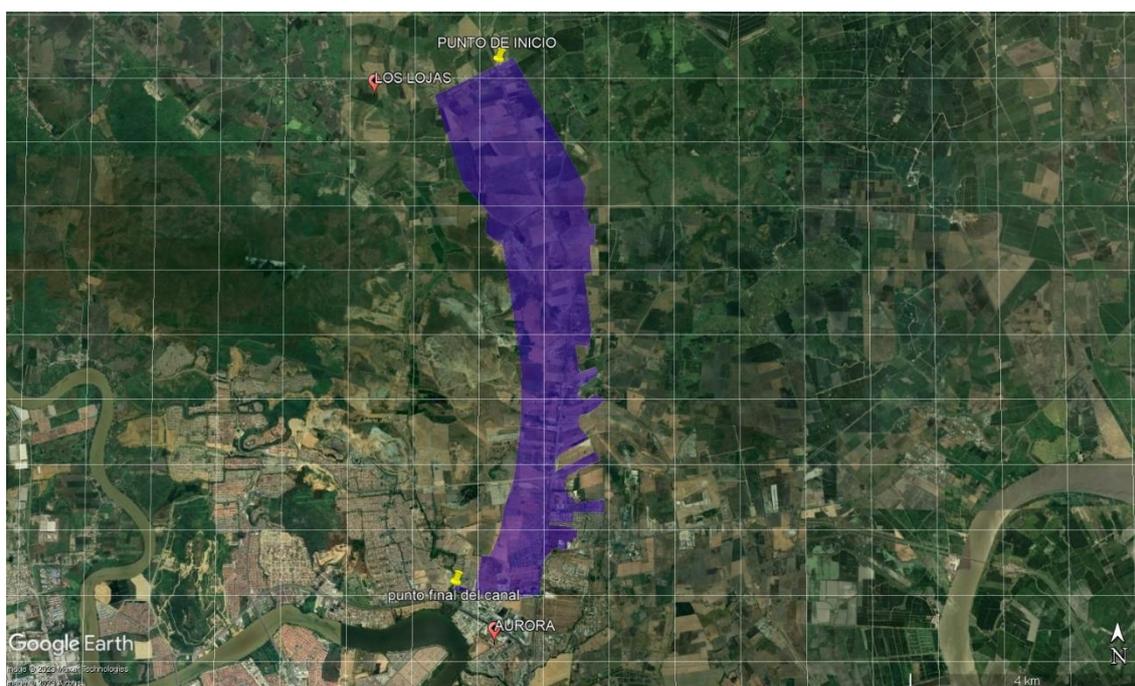
PROPUESTA O INFORME

4.1. Actividades antrópicas de la zona de estudio:

Las actividades antrópicas de los sectores aledaños al canal San Pedro, en la parroquia La Aurora, se basan principalmente en el uso de suelo del sector y a las actividades que realizan los moradores. Se encuentra un total de 59 áreas, entre zonas residenciales, rurales, industriales y centros educativo. En la figura 17, que se presenta a continuación, se presenta el área total de aportación, dentro de los límites territoriales de la parroquia La Aurora, que se ha considerado para la presente investigación.

Figura 17

Área considerada para el estudio



Fuente: (Google earth, 2024)

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Los datos necesarios para describir las actividades antrópicas se han obtenido mediante una recopilación literaria sobre la evolución histórica del sector, fichas de observación y encuestas. Los resultados obtenidos en los instrumentos previamente mencionados, se muestran en los siguientes apartados.

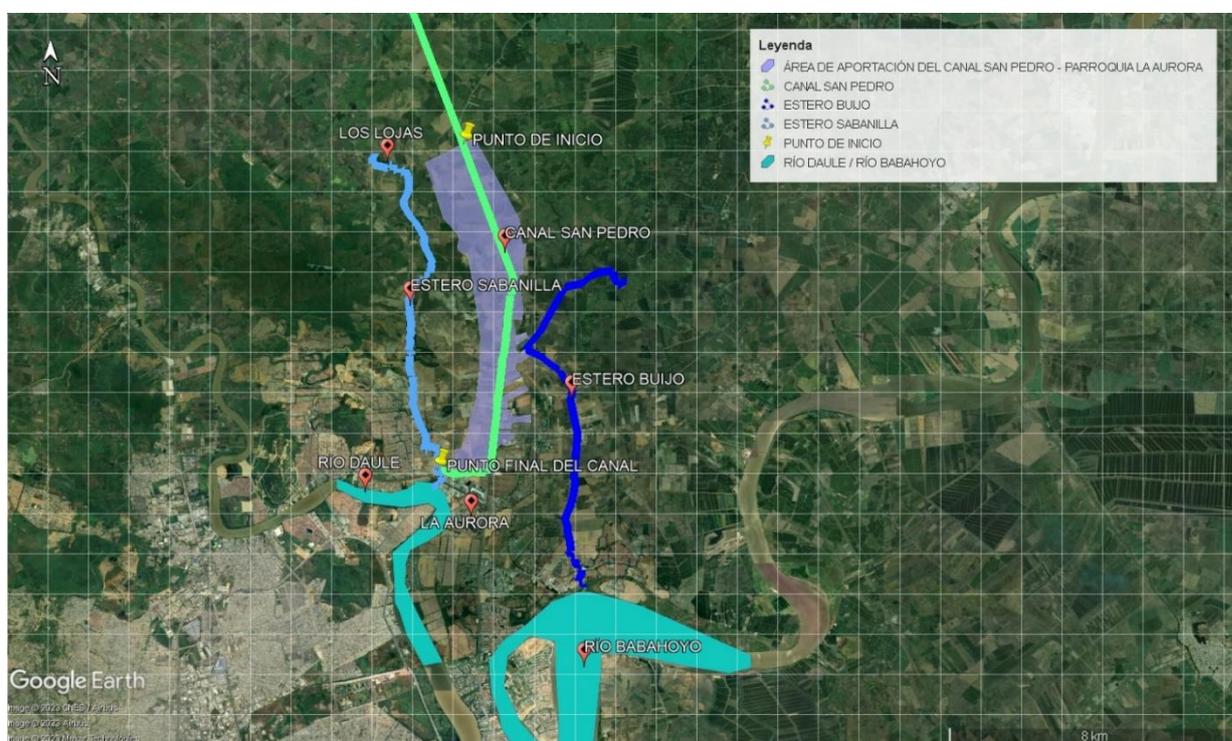
4.1.1. Evolución histórica de la zona de estudio:

La Aurora es una de las parroquias del Cantón Daule, que se caracteriza por su cercanía con los límites de la ciudad de Guayaquil y Samborondón. En sus inicios, el sector de La Aurora formaba parte de la parroquia Los Lojas cuya principal fuente económica era el cultivo de arroz y la cría de ganado. En un documento, Universidad de Guayaquil (2023), comenta que los primeros moradores, en el año 1860 hicieron de esta zona un sector bastante productivo, por lo que llegó a contar con 2 piladoras (La Desgracia y La Aurora) y una industria láctea.

Dado que, en este sector se asentaron haciendas con grandes áreas dedicados en su mayoría a la agricultura, el obtener una fuente de abastecimiento que permitiría el riego de los sembríos en cualquier época del año, se volvió una prioridad. Como resultado, se realizó un sistema de canales que se interconecta con dos esteros, Buijo y Sabanilla los cuales descargan al río Babahoyo y Daule, respectivamente, esto se aprecia en la siguiente imagen.

Figura 18

Fuentes hídricas de la Parroquia La Aurora



Fuente: (Google earth, 2024)

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Como se indica previamente, la apertura de canales de riego se volvió fundamental para el desarrollo de este sector arrocerero, por lo que se entiende que este consiste en ramificaciones que parten de un efluente en común, el cual es el canal San Pedro. Así mismo, el canal San Pedro, se encuentra conectado con los esteros Sabanilla y Buijo, los que están influenciados por la marea de los ríos Daule y Babahoyo. Además, dentro de las características del canal San Pedro, se evidencia que cuenta con diferentes cotas de solera a lo largo de su recorrido desde el recinto San Pedro (Parroquia Los Lojas) hasta su descarga en el estero sabanilla a alturas de Casa Laguna (Parroquia La Aurora). El no tener una pendiente fija, permite que la marea de ambos esteros pueda reflejarse en el canal, por lo que este siempre permitiría el abastecimiento de agua para riego.

La ubicación estratégica de la parroquia La Aurora, fue una gran ventaja al momento de la comercialización de los productos, por lo que comenzaron los asentamientos de la clase obrera en el siglo XX. De igual forma, con la construcción del puente de la Unidad Nacional (Guayaquil), se desarrollaron corredores viales en las ciudades de Samborondón y Salitre, siendo en el año 1988 la inauguración de la avenida León Febres Cordero, tramo adjunto que conecta a la vía perimetral de Guayaquil con Daule.

En agosto del año 2001, La Aurora, fue establecido mediante el registro oficial NO. 392 como parroquia. La parroquialización de este sector, abrió puertas al sector urbanístico que vio una oportunidad de expandirse en las construcciones horizontales. Es decir, al ser un sector que está cercano a la ciudad Portuaria del Ecuador (Guayaquil) y al contar con corredor vial permitió que, a partir del año 2004, la parroquia la Aurora comenzara a cambiar su uso de suelo, siendo las primeras urbanizaciones en asentar sus cimientos La Joya, Villa Club, Milann y Cataluña.

4.1.2. Ficha de observación:

La ficha de observación que se presenta a continuación tiene como objetivo principal recopilar información detallada sobre diversos aspectos, incluyendo características del entorno físico. A través de preguntas específicas, se abordarán aspectos relacionados con los tipos de suelos presentes en la ubicación observada, la disponibilidad de servicios básicos y la naturaleza del piso en el área de estudio.

Esta ficha proporcionará un marco estructurado para registrar observaciones detalladas sobre el entorno físico, permitiendo un análisis minucioso de los tipos de suelos, la presencia de servicios básicos y la diversidad en el tipo de piso. El uso sistemático de estas categorías garantizará la obtención de datos específicos y relevantes para el estudio en curso.

Tabla 3

Tipo de uso de suelo del sector.

Nombre del sector	Tipo de suelo					
	Urbanización	Recinto	Zona de industrial / comercial	Zona agrícola	Unidad educativa	Centro recreativo
Urb. Milann	x					
Urb. Málaga II	x					
urb. Cataluña	x					
Urb. Napoli	x					
Urb. Villanova	x					
Urb. Gran victoria	x					
Urb. Valle	x					
Urb. Arboletta	x					
Urb. Nueva aurora	x					
Urb. Sambocity hollywood park	x					
Urb. Brisas del norte	x					
Urb. Logare	x					
Urb. Campostela	x					
colegio de abogados						x
Colegio Delta y Jacarandá					x	
Urb. Laguna Azul	x					
Urb. Marina D'or	x					
Urb. Valle norte	x					
Urb. Los Prados	x					
urbanización Savali	x					
terreno en curso de urbanización	x					
Unidad educativa TEJAR					x	
AMALFI	x					
Bodegas marriot			x			
Plaza Vermout			x			
Plaza tía			x			
Comercial Sambocity			x			
Primax			x			
zona rural #1		x				
Recinto tierra blanca		x				
zona rural #2		x				
Zona rural #3		x				
Zona rural #4		x				
Zona rural #5		x				
Recinto Palo de iguana		x				
zona rural #6		x				
San Guillermo		x				
Zona rural #7		x				
Arrocera			x			
Piladora #1			x			
Iglesia			x			
zona rural #8		x				
zonal rural #9		x				
Zonal rural # 10		x				
zona rural #12		x				
Zona rural # 11		x				
zona rural #12		x				
Zona rural #13		x				
Zona rural #14		x				
Zona agrícola #1				x		
Zona agrícola #2				x		

Zona agrícola #3	x
Zona agrícola #4	x
zona agrícola #5	x
zona agrícola #6	x
zona agrícola #7	x
zona agrícola #8	x
zona agrícola #9	x
Zona agrícola #10	x

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

La información recopilada en la ficha de observación revela una diversidad significativa en los tipos de usos de suelos presentes en la zona estudiada, clasificando los suelos en distintas categorías según su uso y función. A continuación, se procederá a especificar cada ítem colocado en la ficha de observación, paralelamente a ello también la cantidad respectiva después del conteo:

- **Urbanización:** Con 20 sectores (representa un 33,89%), dedicados a la urbanización, se sugiere una presencia predominante de suelos urbanos. Esto podría implicar la presencia de suelos pavimentados o con algún tipo de infraestructura construida, lo que caracteriza la zona como un área residencial o comercial.
- **Recintos:** Con 18 sectores (representa un 30,51%), dedicados a recintos, se podría inferir la existencia de suelos específicos para propósitos particulares, como recintos comerciales, industriales o de otro tipo. La variabilidad en esta categoría puede indicar una diversidad de actividades económicas en la zona.
- **Zona Industrial:** La presencia de 8 sectores (representa un 13,56%), dedicados a la zona industrial señala la existencia de suelos adaptados para actividades industriales. Estos suelos pueden requerir características especiales para soportar la carga y las demandas propias de las instalaciones industriales.
- **Zona Agrícola:** La existencia de 10 sectores (representa un 16,95%), destinados a la zona agrícola indica la presencia de suelos utilizados para la agricultura. La naturaleza específica de estos suelos puede influir en el tipo de cultivos que se pueden desarrollar y, por ende, en la economía local.
- **Unidad Educativa:** Con 2 sectores (representa un 3,40%), designados para unidades educativas, se sugiere la presencia de suelos adaptados a estructuras educativas. Estos suelos pueden diferir de los urbanos o

industriales y deben cumplir con requisitos específicos para el entorno educativo.

- Centro Recreativo: La existencia de 1 (representa un 1,69%), sector para un centro recreativo destaca un área específica destinada al entretenimiento y actividades recreativas. Los suelos aquí pueden ser diseñados para resistir el tráfico peatonal y proporcionar un entorno propicio para actividades lúdicas.

Tabla 4

Servicios básicos del sector.

Nombre del sector	Cuenta con servicios básicos	
	Si	No
Urb. Milann	x	
Urb. Málaga II	x	
urb. Cataluña	x	
Urb. Napoli	x	
Urb. Villanova	x	
Urb. Gran victoria	x	
Urb. Valle	x	
Urb. Arboletta	x	
Urb. Nueva aurora	x	
Urb. Sambocity hollywood park	x	
Urb. Brisas del norte	x	
Urb. Logare	x	
Urb. Compostela	x	
colegio de abogados	x	
Colegio Delta y Jacarandá	x	
Urb. Laguna Azul	x	
Urb. Marina D'or	x	
Urb. Valle norte	x	
Urb. Los Prados	x	
urbanización Savali	x	
terreno en curso de urbanización	x	
Unidad educativa TEJAR	x	
AMALFI	x	
Bodegas marriot	x	
Plaza Vermout	x	
Plaza tría	x	
Comercial Sambocity	x	
Primax	x	
zona rural #1	x	
Recinto tierra blanca	x	
zona rural #2	x	
Zona rural #3	x	
Zona rural #4	x	
Zona rural #5	x	
Recinto Palo de iguana		x
zona rural #6	x	
San Guillermo	x	
Zona rural #7	x	
Arrocera	x	
Piladora #1	x	
Iglesia	x	
zona rural #8	x	
zonal rural #9	x	
Zonal rural # 10	x	
zona rural #12	x	
Zona rural # 11	x	
zona rural #12	x	
Zona rural #13	x	
Zona rural #14	x	

Zona agrícola #1	x
Zona agrícola #2	x
Zona agrícola #3	x
Zona agrícola #4	x
zona agrícola #5	x
zona agrícola #6	x
zona agrícola #7	x
zona agrícola #8	x
zona agrícola #9	x
Zona agrícola #10	x

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

La ficha de observación revela información esencial sobre la disponibilidad de servicios básicos en la zona estudiada. El análisis detallado de los datos proporciona una comprensión significativa de la infraestructura y calidad de vida en la región:

- **Servicios Básicos Presentes (Sí - 48 sectores):** En un 81,35% de sectores, se indica que la presencia de servicios básicos, se da a un nivel generalizado de acceso a comodidades esenciales como agua potable, electricidad, alcantarillado, entre otros. Esto sugiere una infraestructura desarrollada y un enfoque en el bienestar de la comunidad en la mayoría de la zona estudiada.
- **Ausencia de Servicios Básicos (No - 11 sectores):** Un 18,65% de sectores, se evidencia que no se disponen de servicios básicos, son áreas potencialmente desatendidas en términos de infraestructura. Este hallazgo puede sugerir la necesidad de intervenciones para mejorar la calidad de vida en estas zonas específicas, garantizando la equidad en el acceso a servicios esenciales.

Tabla 5

Tipos de servicios básicos del sector.

Nombre del sector	Cuenta con servicios básicos						
	Energía	Agua Potable	Aguas servidas	Aguas lluvias	Pozo séptico	Internet, televisión y telefonía	Ninguna
Urb. Milann	x	x	x	x		x	
Urb. Málaga II	x	x	x	x		x	
urb. Cataluña	x	x	x	x		x	
Urb. Napoli	x	x	x	x		x	
Urb. Villanova	x	x	x	x		x	
Urb. Gran victoria	x	x	x	x		x	
Urb. Valle	x	x	x	x		x	
Urb. Arboletta	x	x	x	x		x	
Urb. Nueva aurora	x	x	x	x		x	
Urb. Sambocity hollywood park	x	x	x	x		x	
Urb. Brisas del norte	x	x	x	x		x	

Urb. Logare	X	X	X	X	X
Urb. Compostela	X	X	X	X	X
colegio de abogados	X	X	X	X	X
Colegio Delta y Jacarandá	X	X	X	X	X
Urb. Laguna Azul	X	X	X	X	X
Urb. Marina D'or	X	X	X	X	X
Urb. Valle norte	X	X	X	X	X
Urb. Los Prados	X	X	X	X	X
urbanización Savali	X	X	X	X	X
terreno en curso de urbanización	X	X	X	X	X
Unidad educativa TEJAR	X	X	X	X	X
AMALFI	X	X	X	X	X
Bodegas marriot	X	X	X	X	X
Plaza Vermout	X	X	X	X	X
Plaza tía	X	X	X	X	X
Comercial Sambocity	X	X	X	X	X
Primax	X	X	X	X	X
zona rural #1	X		X		X
Recinto tierra blanca	X		X		X
zona rural #2	X		X		X
Zona rural #3	X		X		X
Zona rural #4	X		X		X
Zona rural #5	X		X		X
Recinto Palo de iguana	X			X	X
zona rural #6	X		X	X	X
San Guillermo	X		X		X
Zona rural #7	X		X		X
Arrocera	X	X	X		X
Piladora #1	X	X	X		X
Iglesia	X		X		X
zona rural #8	X		X		X
zonal rural #9	X		X		X
Zonal rural # 10	X		X		X
zona rural #12	X		X		X
Zona rural # 11	X		X		X
zona rural #12	X		X		X
Zona rural #13	X		X		X
Zona rural #14	X		X		X
Zona agrícola #1			X		
Zona agrícola #2			X		
Zona agrícola #3			X		
Zona agrícola #4			X		
zona agrícola #5			X		
zona agrícola #6			X		
zona agrícola #7			X		
zona agrícola #8			X		
zona agrícola #9			X		
Zona agrícola #10			X		

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

La ficha de observación proporciona información detallada sobre la presencia de diversos servicios básicos en la zona estudiada. El análisis de estos datos revela aspectos clave sobre la infraestructura y la calidad de vida en la región, cabe recalcar que está pregunta va anexada a la anterior:

- Energía (49 de 50 sectores): La presencia de energía eléctrica en un 83,05% de sectores, se señala una cobertura generalizada. Este servicio

es esencial para el funcionamiento de hogares y negocios, indicando un nivel básico de infraestructura.

- Agua Potable (30 de 59 sectores): La presencia de agua potable en un 50,85% de sectores, se indica una cobertura más limitada en comparación con la energía eléctrica. Esta discrepancia puede señalar desafíos en la infraestructura de agua potable o la necesidad de expandir las redes de suministro para mejorar la accesibilidad en áreas específicas.
- Aguas Servidas (58 de 59 sectores): En un 98,31%, la cobertura extendida de aguas servidas denota de manera positiva una infraestructura de saneamiento. La gestión adecuada de aguas residuales es crucial para la salud pública y la preservación del medio ambiente.
- Aguas Lluvias (28 de 59 sectores): La presencia de infraestructura para gestionar aguas lluvias en 47,45% de sectores, revela una planificación adecuada para abordar las precipitaciones. Esto es crucial para prevenir inundaciones y garantizar la seguridad de la comunidad durante eventos climáticos adversos.
- Pozo Séptico (2 de 59 sectores): La presencia de pozos sépticos en solo un 3,39% de sectores, demuestran una dependencia limitada de esta forma de gestión de aguas residuales. Es posible que estos sectores estén ubicados en áreas más rurales o menos desarrolladas, donde las soluciones de saneamiento centralizado pueden no ser viables.
- Internet y Televisión (49 de 59 sectores): La presencia de servicios de internet y televisión en 83,05% de sectores, destaca la conectividad digital en la región. Esto puede tener un impacto positivo en la comunicación, educación y acceso a la información para los residentes.

Tabla 6

Tipo de piso.

Nombre del sector	Tipo de piso		
	Tierra	Baldosa	Losa de hormigón armado
Urb. Milann			x
Urb. Málaga II			x
urb. Cataluña			x
Urb. Napoli			x
Urb. Villanova			x
Urb. Gran victoria			x
Urb. Valle			x

Urb. Arboletta		x
Urb. Nueva aurora		x
Urb. Sambocity hollywood park		x
Urb. Brisas del norte		x
Urb. Logare		x
Urb. Compostela		x
colegio de abogados		x
Colegio Delta y Jacarandá		x
Urb. Laguna Azul		x
Urb. Marina D'or		x
Urb. Valle norte		x
Urb. Los Prados		x
urbanización Savali		x
terreno en curso de urbanización		x
Unidad educativa TEJAR		x
AMALFI		x
Bodegas marriot		x
Plaza Vermout		x
Plaza tía		x
Comercial Sambocity		x
Primax		x
zona rural #1	x	
Recinto tierra blanca	x	
zona rural #2	x	
Zona rural #3	x	
Zona rural #4	x	
Zona rural #5	x	
Recinto Palo de iguana	x	
zona rural #6	x	
San Guillermo	x	
Zona rural #7	x	
Arrocera	x	
Piladora #1		x
Iglesia		x
zona rural #8	x	
zonal rural #9	x	
Zonal rural # 10	x	
zona rural #12	x	
Zona rural # 11	x	
zona rural #12	x	
Zona rural #13	x	
Zona rural #14	x	
Zona agrícola #1	x	
Zona agrícola #2	x	
Zona agrícola #3	x	
Zona agrícola #4	x	
zona agrícola #5	x	
zona agrícola #6	x	
zona agrícola #7	x	
zona agrícola #8	x	
zona agrícola #9	x	
Zona agrícola #10	x	

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

La información recopilada en la ficha de observación acerca del tipo de piso proporciona una visión detallada de las características del entorno construido en la zona estudiada. El análisis de estos datos revela aspectos clave sobre la infraestructura y el nivel de desarrollo:

- Piso de Tierra (29 sectores): La presencia de pisos de tierra en 29 sectores sugiere la existencia de áreas donde la infraestructura podría ser más rudimentaria o en vías de desarrollo. Estos sectores pueden estar ubicados en zonas rurales o en áreas urbanas con necesidades de mejora en la calidad de la infraestructura.

- Piso de Baldosa (0 sectores): La ausencia total de sectores con pisos de baldosa indica la posible falta de implementación de este tipo de pavimentación en la zona observada. La ausencia de pisos de baldosa podría deberse a factores económicos, de planificación o preferencias arquitectónicas locales.
- Piso de Losa (30 sectores): La presencia de pisos de losa en 30 sectores indica una infraestructura más avanzada en comparación con los pisos de tierra. Los pisos de losa son comúnmente asociados con áreas urbanas o construcciones más modernas, sugiriendo un nivel superior de desarrollo en estos sectores.

Del análisis previo se toma a considerar que la presencia predominante de pisos de tierra señala áreas que podrían beneficiarse de iniciativas de desarrollo y mejora de la infraestructura. La ausencia de pisos de baldosa puede ser una oportunidad para explorar la introducción de este tipo de pavimentación en ciertos sectores, considerando los beneficios estéticos y de mantenimiento sobre todo por las condiciones climáticas locales.

Tabla 7

Comentarios obtenidos durante la realización de la ficha de observación.

Nombre del sector	Comentarios
Urb. Milann	
Urb. Málaga II	
urb. Cataluña II	
Urb. Napoli	
Urb. Villanova	
Urb. Gran victoria	
Urb. Valle	
Urb. Arboletta	
Urb. Nueva aurora	
Urb. Sambocity hollywood park	
Urb. Brisas del norte	
Urb. Logare	
Urb. Compostela	
colegio de abogados	No dieron comentarios
Colegio Delta y Jacarandá	
Urb. Laguna Azul	
Urb. Marina D'or	
Urb. Valle norte	
Urb. Los Prados	
urbanización Savali	
terreno en curso de urbanización	
Unidad educativa TEJAR	
AMALFI	
Bodegas marriot	
Plaza Vermout	
Plaza tía	

Comercial Sambocity		
Primax		
zona rural #1		
Recinto tierra blanca		
zona rural #2	Cuentan con pozos sépticos y el abastecimiento de agua es por medio de tanqueros	
Zona rural #3		
Zona rural #4		
Zona rural #5		
Recinto Palo de iguana		Los señores comerciantes indican que cuentan con pozos sépticos para sus necesidades básicas. Los señores residentes indican que cuentan con pozos sépticos y el abastecimiento de agua es por medio de tanqueros
zona rural #6	No dieron comentarios	
San Guillermo	Residentes comentan tener un sistema de alcantarillado. No se observa Planta de tratamiento en el sector	
Zona rural #7	Cuentan con pozos sépticos y el abastecimiento de agua es por medio de tanqueros	
Arrocera	No dieron comentarios	
Piladora #1	No dieron comentarios	
Iglesia	No dieron comentarios	
zona rural #8	Cuentan con pozos sépticos y el abastecimiento de agua es por medio de tanqueros	
zonal rural #9		
Zonal rural # 10		
zona rural #12		
Zona rural # 11		
zona rural #12		
Zona rural #13		
Zona rural #14		
Zona agrícola #1		Se abastecen de aguas del canal San Pedro para los regíos. Se realiza 1 sola siembra y cosecha. Agricultores indican su insatisfacción por no poder realizar más cosechas por la alteración del canal producto de las urbanizaciones de la Aurora
Zona agrícola #2		
Zona agrícola #3		
Zona agrícola #4		
zona agrícola #5		
zona agrícola #6		
zona agrícola #7		
zona agrícola #8		
zona agrícola #9		
Zona agrícola #10		

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

En la última tabla resalta la diversidad de situaciones en la zona observada y destaca áreas que necesitan atención específica en términos de saneamiento, suministro de agua y equilibrio entre el desarrollo urbano y las actividades agrícolas. La implementación de soluciones estratégicas y sostenibles es esencial para abordar estos desafíos y mejorar la calidad de vida en la comunidad.

4.1.3. Encuesta:

Para la realización de las encuestas, se empleó la escala de Likert, en la cual se asigna el valor de 1 a la opción que indica total desacuerdo, mientras que se otorga el valor de 5 a la opción que denota total acuerdo. Esta escala ofrece a los participantes la oportunidad de expresar gradaciones en sus opiniones, permitiendo una evaluación más detallada y matizada de las respuestas en función de la intensidad de acuerdo o desacuerdo percibida. La información obtenida se detalla a continuación:

Pregunta # 1: ¿Está usted consciente de los riesgos asociados a la contaminación del agua?

Tabla 8

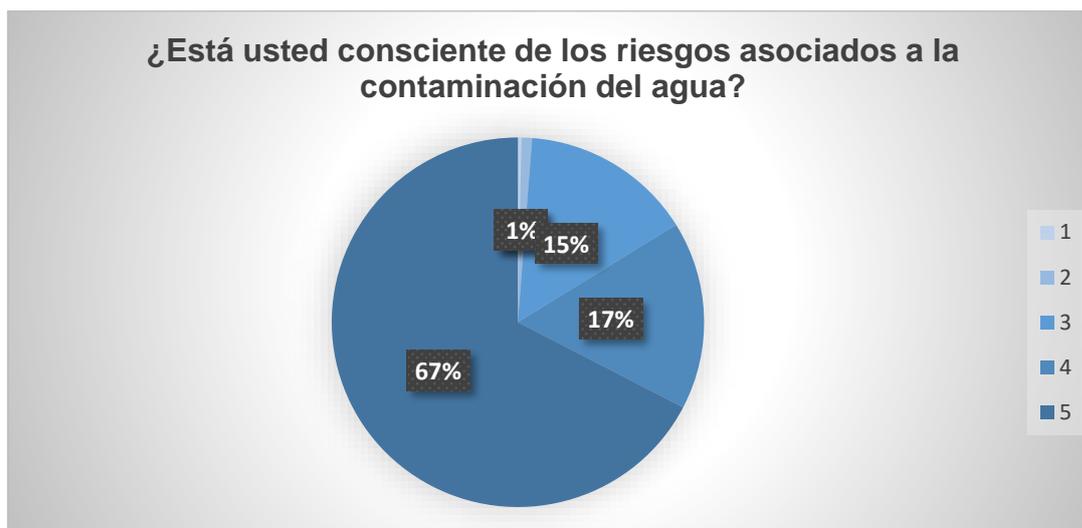
Tabla de resultados pregunta #1 de la encuesta a moradores de la zona de estudio.

Resultados	1	2	3	4	5
	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Resultados	1	3	49	54	221
Porcentaje	0%	1%	15%	17%	67%

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Figura 19

Gráfico resultados pregunta #1 de la encuesta a moradores de la zona de estudio



Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Al analizar la información sobre la conciencia de los riesgos asociados a la contaminación del agua, se destaca que una mayoría significativa de 221 personas optaron por la opción "totalmente acuerdo". Esto sugiere una alta conciencia y percepción de los riesgos vinculados a la contaminación del agua dentro de la muestra encuestada. Por otro lado, es relevante notar que 54 personas eligieron la opción "acuerdo", indicando una inclinación positiva hacia la conciencia de estos riesgos.

Sin embargo, resulta interesante observar que 49 personas seleccionaron la opción "indiferente", lo que podría indicar una falta de preocupación o conocimiento sobre los riesgos asociados a la contaminación del agua en ese grupo específico. Asimismo, se registraron opciones menos favorables, con 3 personas optando por "desacuerdo" y 1 persona eligiendo "totalmente desacuerdo". Estas respuestas podrían señalar una minoría que no percibe o minimiza los riesgos asociados a la contaminación del agua. En conjunto, el análisis revela una diversidad de percepciones dentro de la muestra, resaltando la importancia de la educación y concientización continua sobre la contaminación del agua y sus posibles riesgos.

Pregunta # 2: ¿Tiene conocimiento sobre cómo reconocer si el agua que emplea se encuentra contaminada?

Tabla 9

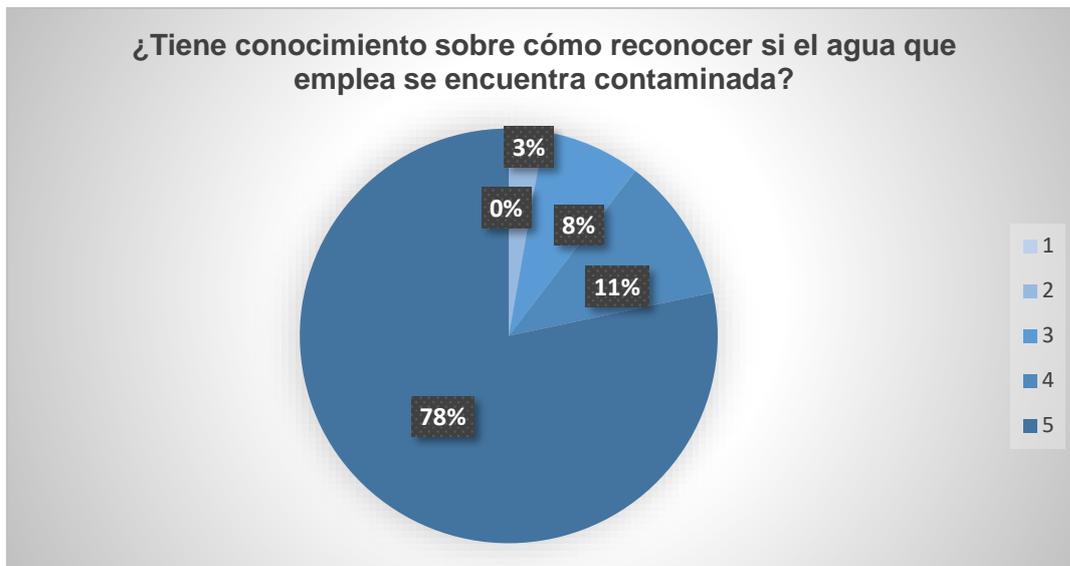
Tabla de resultados pregunta #2 de la encuesta a moradores de la zona de estudio.

Resultados	1 Totalmente en desacuerdo	2 En desacuerdo	3 Indiferente	4 De acuerdo	5 Totalmente de acuerdo
Resultados	0	9	25	37	257
Porcentaje	0	3%	8%	11%	78%

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Figura 20

Gráfico resultados pregunta #2 de la encuesta a moradores de la zona de estudio



Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Al analizar la información acerca del conocimiento para identificar la contaminación del agua, se observa que una abrumadora mayoría de 257 personas optaron por la opción "totalmente acuerdo". Este resultado sugiere un alto nivel de conciencia y entendimiento en la muestra encuestada sobre la capacidad de reconocer la contaminación del agua. En contraste, aunque 37 personas eligieron la opción "acuerdo", esta cifra es considerablemente menor en comparación con las respuestas "totalmente acuerdo". Esto podría indicar que hay una minoría que, si bien reconoce parcialmente la capacidad de identificar la contaminación del agua, no lo hace en su totalidad.

Es destacable que solo 25 personas seleccionaron la opción "indiferente", señalando una proporción pequeña que podría carecer de seguridad o interés en sus conocimientos sobre la identificación de la contaminación del agua. Además, es positivo observar que ninguna persona optó por las opciones "desacuerdo" o "totalmente desacuerdo", indicando que la mayoría posee al menos algún grado de conocimiento sobre el tema. Este análisis resalta la necesidad de fortalecer la conciencia y educación sobre el reconocimiento de la contaminación del agua, especialmente enfocándose en aquellos que podrían mostrar indiferencia o conocimientos parciales.

Pregunta # 3 ¿Conoce los efectos adversos para la salud causados por el consumo de agua contaminada?

Tabla 10

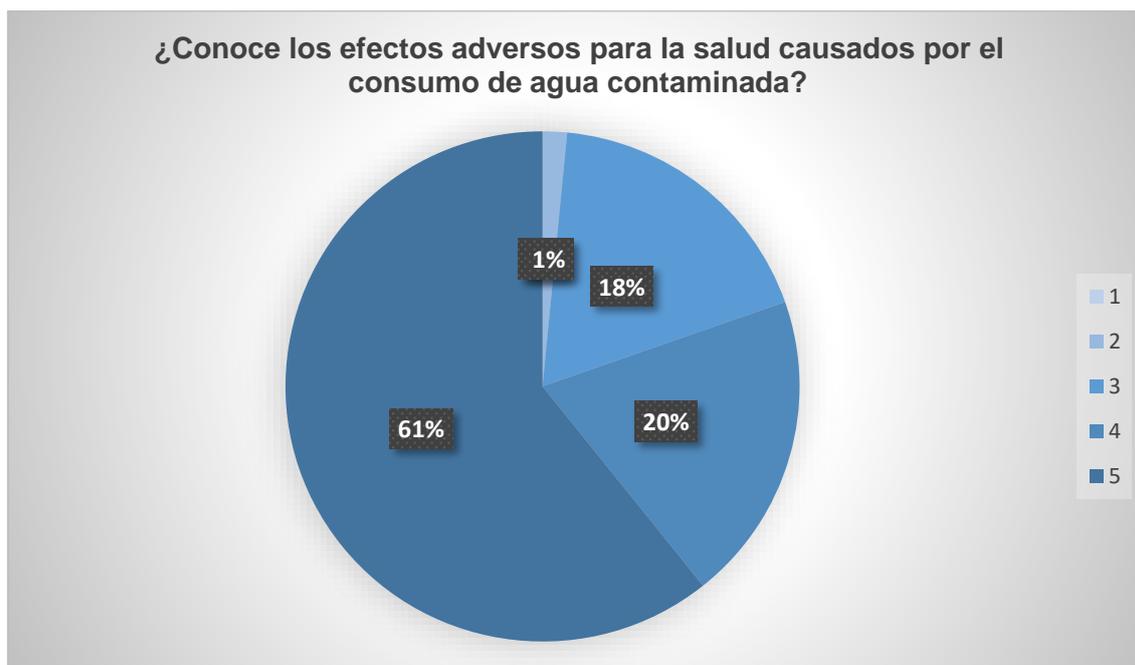
Tabla de resultados pregunta # 3 de la encuesta a moradores de la zona de estudio.

Resultados	1 Totalmente en desacuerdo	2 En desacuerdo	3 Indiferente	4 De acuerdo	5 Totalmente de acuerdo
Porcentaje	0	5	59	64	198
Resultados	0%	1%	18%	20%	61%

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Figura 21

Gráfico resultados pregunta #3 de la encuesta a moradores de la zona de estudio



Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Al examinar la información sobre el conocimiento de los efectos perjudiciales para la salud derivados del consumo de agua contaminada, destaca las 198 personas que eligieron la opción "totalmente acuerdo". Esto sugiere que la mayoría de los encuestados tiene un nivel sustancial de comprensión y conciencia acerca de los impactos negativos en la salud asociados con el

consumo de agua contaminada. Por otra parte, se observa que 64 personas seleccionaron la opción "acuerdo", indicando que hay una parte de la muestra que reconoce, aunque posiblemente de manera parcial, los efectos adversos para la salud derivados del consumo de agua contaminada.

Sin embargo, se destaca que 59 personas optaron por la opción "indiferente", lo que señala una proporción significativa que podría carecer de interés o información clara sobre los efectos negativos para la salud relacionados con el agua contaminada. Además, cinco personas eligieron la opción "desacuerdo", lo que podría indicar cierta discrepancia en el conocimiento dentro de la muestra.

Pregunta # 4: ¿Ha tomado medidas para protegerse de los riesgos de la contaminación del agua en su hogar?

Tabla 11

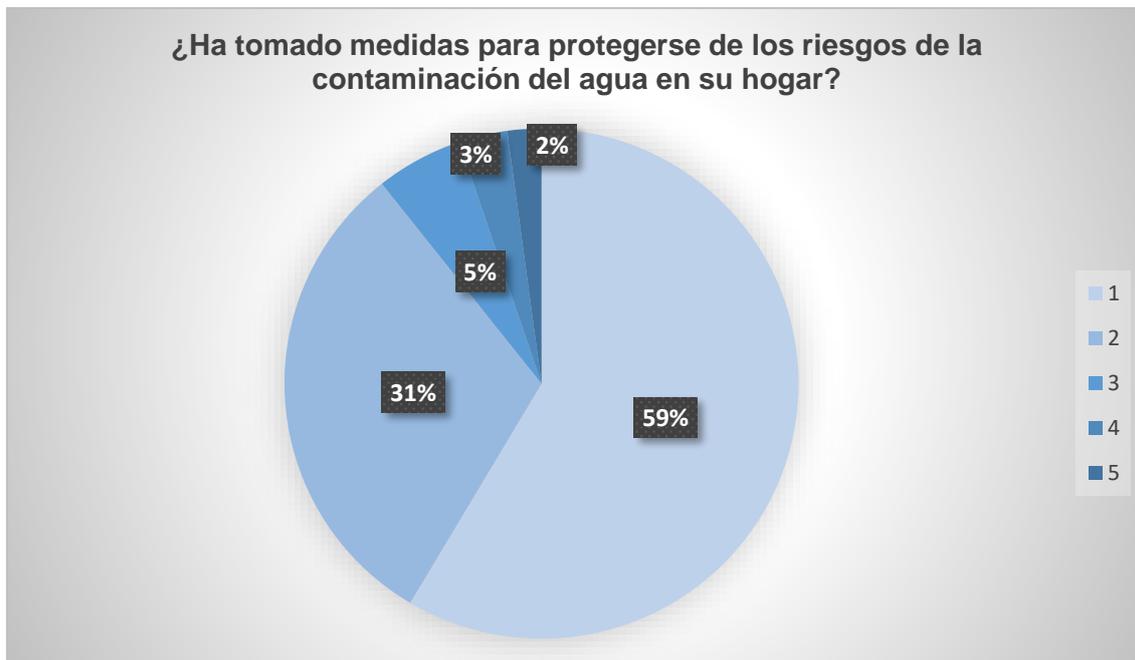
Tabla de resultados pregunta #4 de la encuesta a moradores de la zona de estudio.

Resultados	1	2	3	4	5
	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Resultados	192	101	18	10	7
Porcentaje	59%	31%	5%	3%	2%

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Figura 22

Gráfico resultados pregunta #4 de la encuesta a moradores de la zona de estudio



Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Al explorar la información acerca de si las personas han tomado precauciones para protegerse de los riesgos asociados a la contaminación del agua en sus hogares, se observa que una mayoría abrumadora, representada por 192 personas, eligió la opción "totalmente desacuerdo". Este resultado indica una preocupante tendencia de falta de acción o adopción de medidas preventivas por parte de una gran parte de la muestra encuestada.

Adicionalmente, 101 personas optaron por la opción "desacuerdo", resaltando aún más la prevalencia de la falta de medidas preventivas con respecto a la contaminación del agua en los hogares. Es relevante observar que solo un reducido número de personas, 10 en total, eligió las opciones "acuerdo" o "totalmente acuerdo", indicando que hay una minoría que ha tomado medidas para protegerse de los riesgos de la contaminación del agua en sus hogares. La presencia de 18 personas que seleccionaron la opción "indiferente" podría apuntar a una falta de conciencia o preocupación sobre la importancia de implementar medidas preventivas en el hogar.

Pregunta # 5: ¿Ha recibido información o educación sobre cómo prevenir la contaminación del agua en su comunidad?

Tabla 12

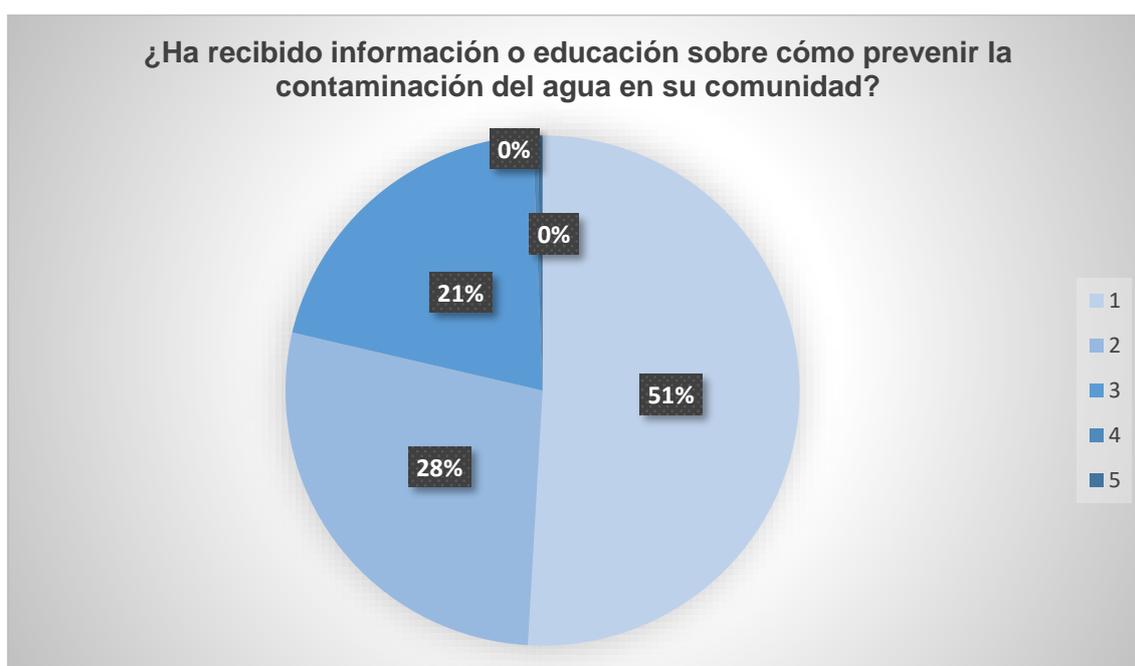
Tabla de resultados pregunta # 5 de la encuesta a moradores de la zona de estudio.

Resultados	1 Totalmente en desacuerdo	2 En desacuerdo	3 Indiferente	4 De acuerdo	5 Totalmente de acuerdo
Resultados	167	91	68	1	1
Porcentaje	51%	28%	21%	0%	0%

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Figura 23

Gráfico resultados pregunta #5 de la encuesta a moradores de la zona de estudio



Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Al examinar la información sobre si las personas han tenido acceso a información o educación acerca de cómo prevenir la contaminación del agua en su comunidad, destaca que una mayoría significativa, con 167 personas, seleccionó la opción "totalmente desacuerdo". Esto señala una clara tendencia de falta de recepción de información educativa sobre la prevención de la contaminación del agua en la comunidad.

Adicionalmente, 91 personas eligieron la opción "desacuerdo", señalando una proporción considerable que también indica una carencia de información o educación en este aspecto. La presencia de 68 personas que eligieron la opción "indiferente" sugiere una falta de claridad o conciencia sobre si han recibido o no información educativa sobre la prevención de la contaminación del agua en su comunidad. Es notable que solo dos personas en total, una eligiendo la opción "acuerdo" y otra "totalmente acuerdo", indican haber recibido información o educación sobre la prevención de la contaminación del agua. Esta minoría resalta la necesidad urgente de mejorar los esfuerzos educativos en la comunidad en relación con la prevención de la contaminación del agua.

Pregunta # 6: ¿Utiliza agua proveniente de un canal para sus necesidades diarias?

Tabla 13

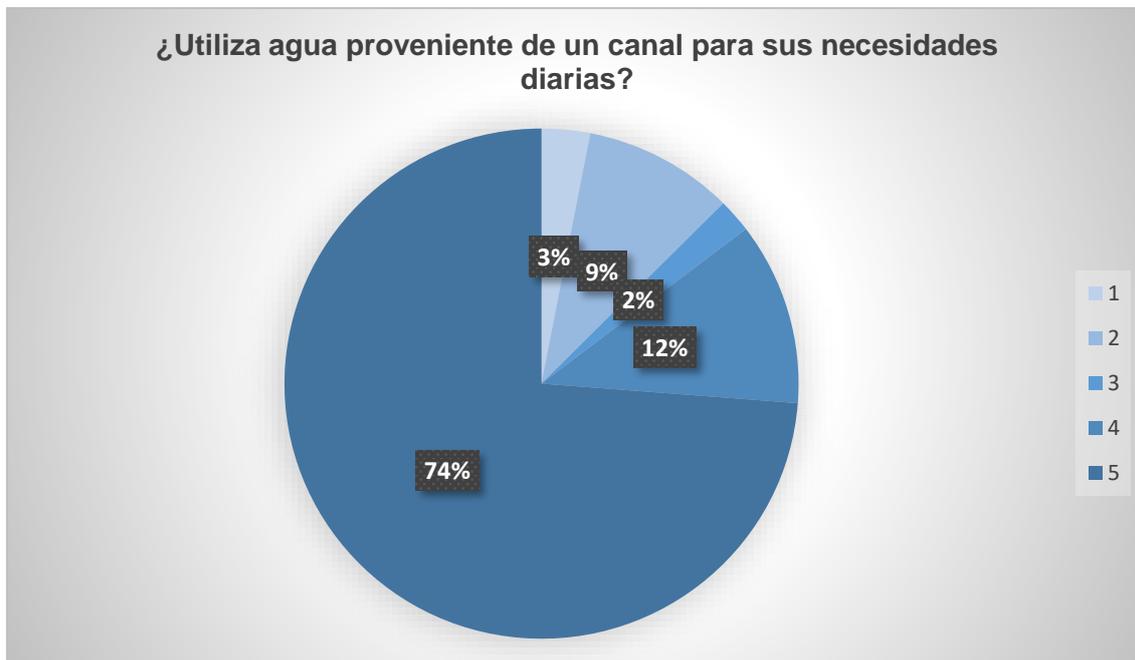
Tabla de resultados pregunta # 6 de la encuesta a moradores de la zona de estudio.

Resultados	1 Totalmente en desacuerdo	2 En desacuerdo	3 Indiferente	4 De acuerdo	5 Totalmente de acuerdo
Resultados	10	31	7	38	242
Porcentaje	3%	9%	2%	12%	74%

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Figura 24

Gráfico resultados pregunta #6 de la encuesta a moradores de la zona de estudio



Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Como resultado del análisis de la información sobre cómo utilizar el agua del canal en la vida diaria, se encontró que la mayoría de 242 personas eligieron “muy de acuerdo”. Esto indica una amplia aceptación y preferencia por el uso de aguas residuales en las actividades diarias en la muestra del estudio. Por otro lado, 38 personas eligieron la opción "De acuerdo", lo que respalda la tendencia mayoritaria, aunque es un número reducido.

Sin embargo, vale la pena señalar que 31 personas eligieron "En desacuerdo" y 10 personas eligieron "De acuerdo". Estas cifras sugieren que hay una minoría que no utiliza el agua del canal para sus necesidades diarias, quizás debido a preocupaciones sobre la calidad o seguridad del suministro. La presencia de siete personas que eligieron la opción "totalmente indiferente" puede indicar una falta de preferencia o volatilidad en las opciones de suministro de agua.

Pregunta # 7: ¿Está consciente de los riesgos asociados al uso de agua de un canal que recibe aguas residuales?

Tabla 14

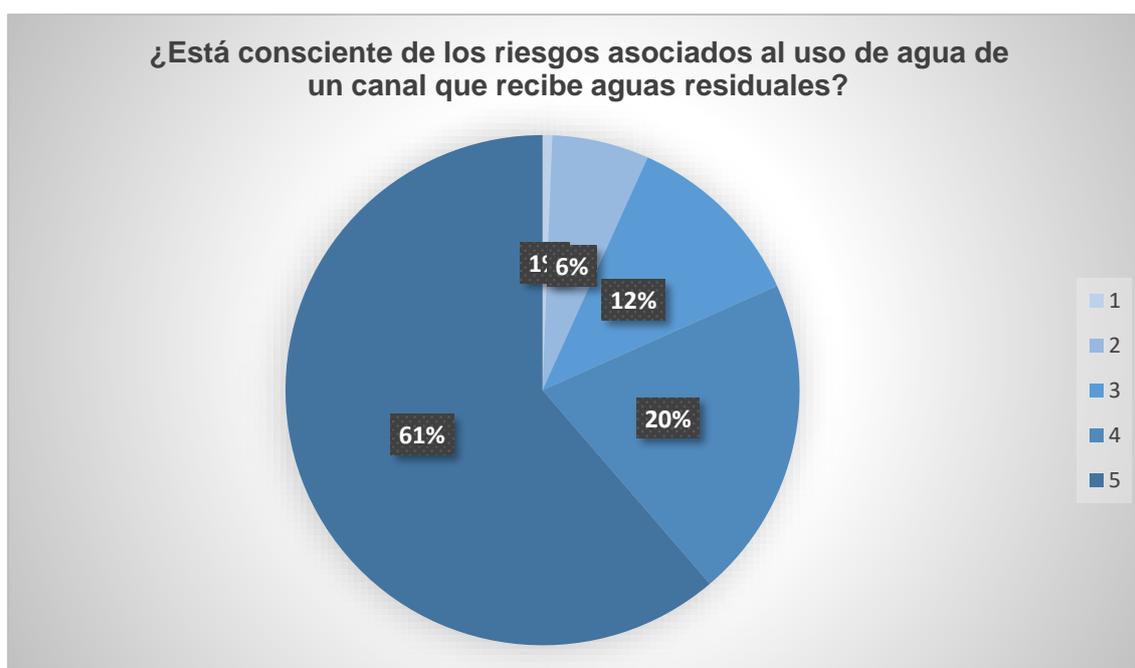
Tabla de resultados pregunta # 7 de la encuesta a moradores de la zona de estudio.

Resultados	1 Totalmente en desacuerdo	2 En desacuerdo	3 Indiferente	4 De acuerdo	5 Totalmente de acuerdo
Resultados	2	20	38	67	201
Porcentaje	1%	6%	12%	20%	61%

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Figura 25

Gráfico resultados pregunta #7 de la encuesta a moradores de la zona de estudio



Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Como resultado del análisis de la información de concientización sobre los riesgos del uso de aguas residuales, se encontró que la mayoría de 201 personas eligieron "muy de acuerdo". Esto muestra que la mayoría de la muestra encuestada tiene claro y consciente de los riesgos asociados al uso de aguas residuales. Sin embargo, cabe señalar que 67 personas eligieron la opción "de acuerdo". Esto puede significar una aceptación parcial o un menor conocimiento en comparación con la opción "muy de acuerdo".

Además, 38 personas eligieron la opción “indiferencia”, lo que puede indicar falta de claridad o conocimiento sobre los riesgos asociados a esta práctica. Mientras tanto, 20 personas eligieron "En desacuerdo" y 2 personas eligieron "De acuerdo". Estas respuestas indican que hay una minoría que no está plenamente consciente de los riesgos asociados con el uso de agua en las entradas de aguas residuales o que no está de acuerdo en que los riesgos requieren capacitación o conciencia adicional.

Pregunta # 8: ¿En caso de utilizar agua proveniente de un canal, ha implementado medidas para reducir el riesgo a la contaminación?

Tabla 15

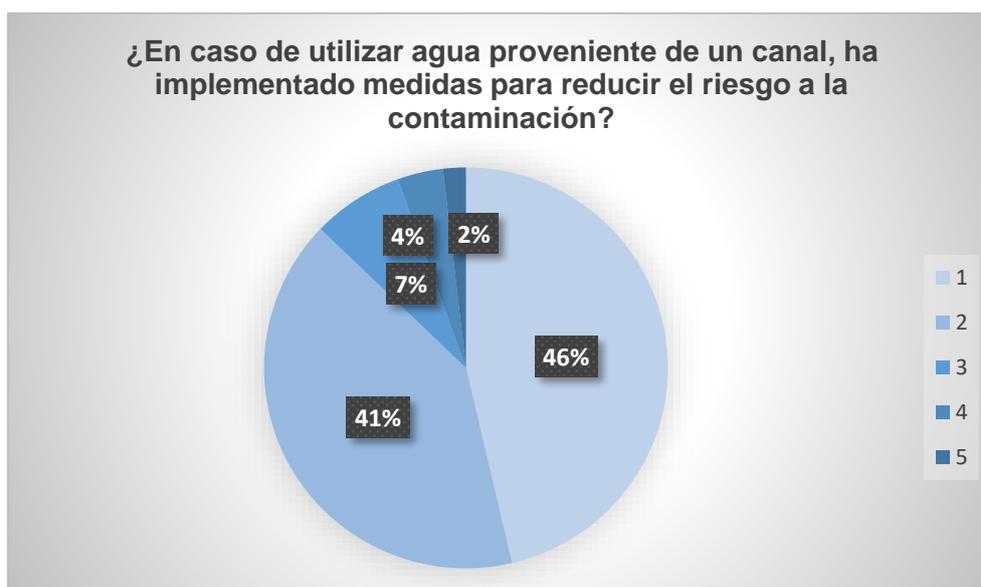
Tabla de resultados pregunta # 8 de la encuesta a moradores de la zona de estudio.

Resultados	1 Totalmente en desacuerdo	2 En desacuerdo	3 Indiferente	4 De acuerdo	5 Totalmente de acuerdo
Resultados	152	134	24	12	6
Porcentaje	46%	41%	7%	4%	2%

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Figura 26

Gráfico resultados pregunta #8 de la encuesta a moradores de la zona de estudio



Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

El análisis de la información sobre si las personas tomaron medidas para reducir el riesgo de contaminación al usar el agua del canal encontró que la mayoría de 152 personas eligieron "en absoluto". Esto demuestra que prevalece la tendencia a no implementar medidas para reducir el riesgo de contaminación en el uso del agua del canal. Además, 134 personas apoyaron la tendencia a no implementar medidas de reducción de riesgos y optaron "en contra".

La presencia de 24 personas que eligieron la opción 'ningún país' indica preocupación sobre si se han implementado medidas para reducir el riesgo de contaminación al utilizar el agua del canal. Esto indica que sólo 18 personas, combinando "de acuerdo" y "muy de acuerdo", han implementado medidas para reducir el riesgo de contaminación al utilizar el agua del canal. Esta minoría enfatiza la necesidad de fomentar la adopción de prácticas seguras en el uso del agua del canal.

Pregunta # 9: ¿Conoce las normativas y regulaciones vinculadas a la gestión de la contaminación del agua en su localidad?

Tabla 16

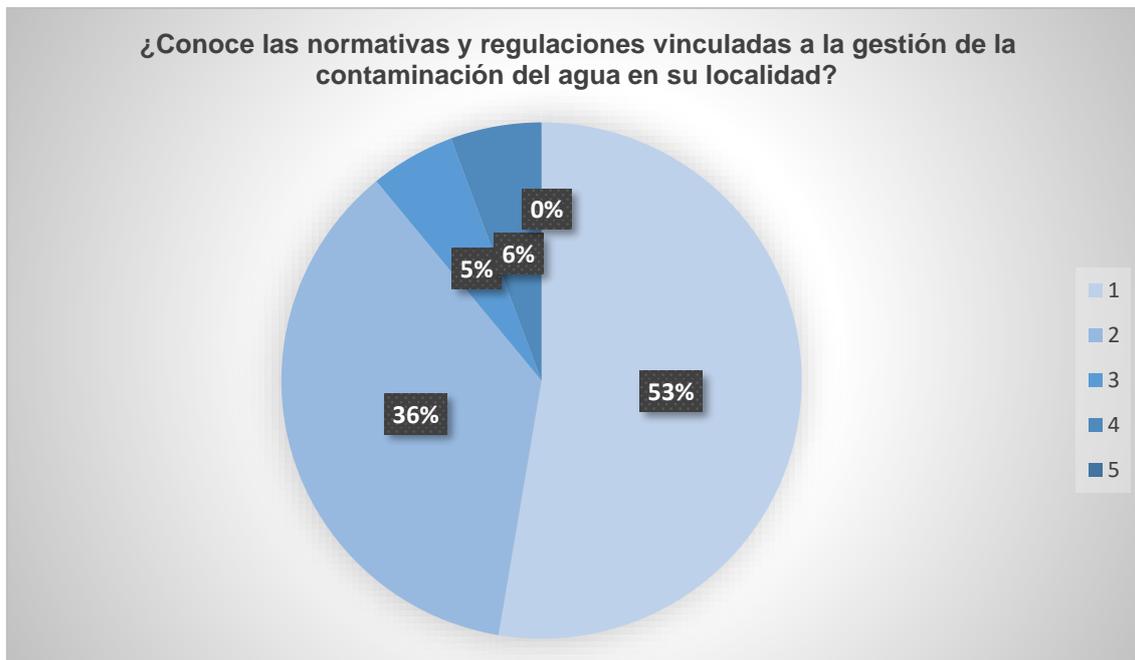
Tabla de resultados pregunta # 9 de la encuesta a moradores de la zona de estudio.

Resultados	1	2	3	4	5
	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Resultados	149	103	15	16	0
Porcentaje	53%	36%	5%	6%	0%

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Figura 27

Gráfico resultados pregunta #9 de la encuesta a moradores de la zona de estudio



Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Como resultado del análisis de la información de conocimiento sobre las normas y regulaciones relacionadas con el manejo de la contaminación del agua en la ciudad, se encontró que un número importante de 149 personas optaron por "totalmente en desacuerdo". Esto muestra una tendencia alarmante de incumplimiento de las normas y reglamentos relacionados con el control de la contaminación del agua. Además, 103 personas eligieron "en desacuerdo", apoyando la tendencia de desconocimiento en este ámbito.

El hecho de que 15 personas seleccionaron "Ninguno" indica una falta de conciencia o interés en las reglas y regulaciones locales relacionadas con la gestión de la contaminación del agua. Curiosamente, nadie seleccionó las opciones "de acuerdo" o "muy de acuerdo", lo que indica que toda la muestra del estudio desconocía o desconocía las normas y reglamentos relacionados con la gestión de la contaminación del agua en su entorno.

Pregunta # 10: ¿Considera que las autoridades locales están tomando medidas adecuadas para gestionar y prevenir la contaminación del agua?

Tabla 17

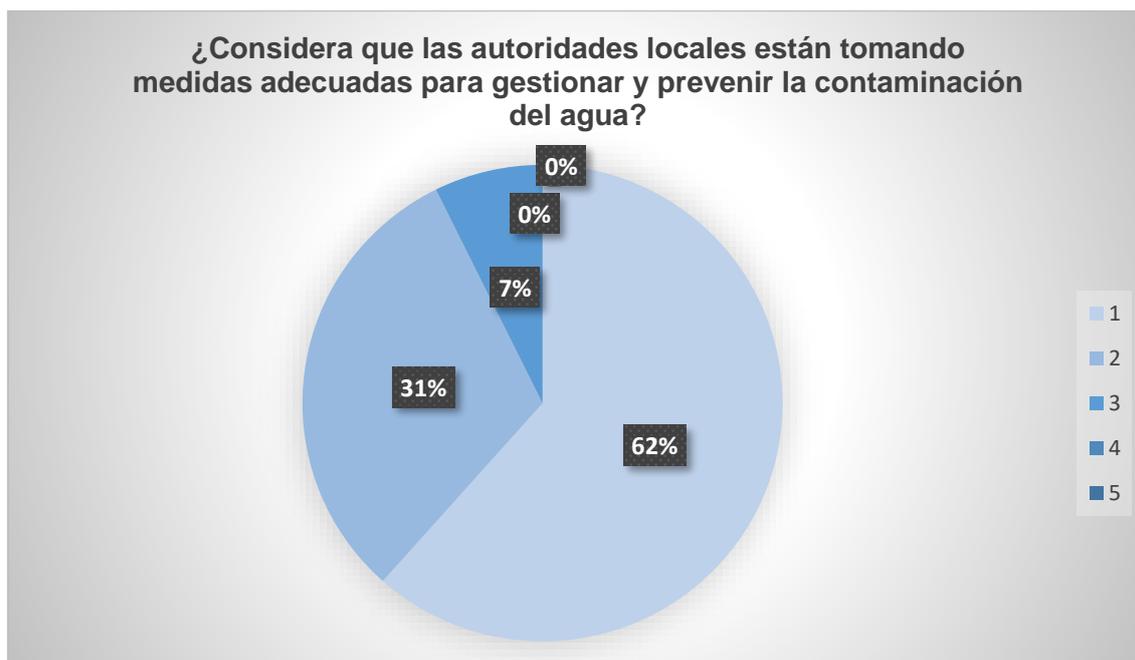
Tabla de resultados pregunta # 10 de la encuesta a moradores de la zona de estudio.

Resultados	1 Totalmente en desacuerdo	2 En desacuerdo	3 Indiferente	4 De acuerdo	5 Totalmente de acuerdo
Resultados	202	102	24	0	0
Porcentaje	62%	31%	7%	0%	0%

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Figura 28

Gráfico resultados pregunta #10 de la encuesta a moradores de la zona de estudio



Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Al buscar información sobre cómo las autoridades locales están tomando medidas para gestionar y prevenir la contaminación del agua, sorprende que 202 personas eligieran "totalmente en desacuerdo". Esto refleja una desconfianza generalizada en que las autoridades locales estén implementando medidas adecuadas para controlar y prevenir la contaminación del agua. Además, 102

personas eligieron "en desacuerdo", apoyando una tendencia general de descontento con la actuación de las autoridades locales en este ámbito.

Que 24 personas hayan elegido la opción "Indiferente" indica diversidad de opiniones, pero todavía falta de claridad o confianza en la eficacia de las medidas adoptadas. Curiosamente, nadie seleccionó las opciones "de acuerdo" o "muy de acuerdo", lo que indica que la muestra general encuestada no creía que las autoridades locales hubieran tomado medidas adecuadas para gestionar y prevenir la contaminación del agua.

4.1.4. Análisis de los resultados obtenidos en la evolución historia del sector, fichas de observación y encuestas.

Dentro de las características del sector, se tiene que La parroquia La Aurora ha cambiado el uso de suelo a medida de su crecimiento poblacional. El recorrido histórico obtenido en referencias bibliográficas no da a comprender que al ser una zona con una ubicación estratégica ha permitido su desarrollo rural y consigo ciertos cambios que no han sido tan favorables para aquellos moradores cuya fuente económica aún es la agricultura y la ganadería.

De igual forma de las fichas de observación y las encuestas se pudo analizar los siguientes aspectos:

- **Usos de Suelos:** La diversidad en los usos de suelos observados (urbanización, recintos, zona industrial, agrícola, educativa, recreativa) sugiere una planificación urbana integral y una variedad de usos del suelo en la zona. Esto puede influir en el desarrollo económico y el bienestar de la comunidad.
- **Disponibilidad de Servicios Básicos:** La mayoría de los sectores (48) cuentan con servicios básicos, señalando un alto nivel de infraestructura y calidad de vida en esas áreas. Sin embargo, la presencia de 11 sectores sin servicios básicos destaca la necesidad de intervenir en estas zonas para mejorar la equidad y la calidad de vida.
- **Servicios Básicos Específicos:** La cobertura de servicios básicos específicos (energía, agua potable, aguas servidas, aguas lluvias, pozo séptico, internet y televisión) proporciona información detallada sobre la calidad de la infraestructura. Es fundamental abordar las brechas identificadas para garantizar un acceso equitativo a servicios esenciales.

- **Tipo de Piso:** La distribución de tipos de piso (tierra, baldosa, losa) refleja la diversidad en la infraestructura de la zona. La presencia de pisos de tierra en varios sectores sugiere áreas que podrían beneficiarse de iniciativas de desarrollo y mejora de la infraestructura.
- **Comentarios Específicos de los Sectores:** Los comentarios proporcionan una visión detallada de desafíos y necesidades específicos en distintos sectores. Por ejemplo, la dependencia de pozos sépticos y tanqueros, problemas con la alteración de canales debido a urbanizaciones, o la falta de tratamiento de aguas residuales. Estos comentarios resaltan áreas críticas que requieren atención inmediata.

4.2. Actividades no antrópicas de la zona de estudio.

Se entiende por actividades no antrópicas a aquellas que no dependen de la modificación humana. Dentro de estas actividades se encuentra la cantidad de lluvias en el sector. En el sector de la aurora no existe una estación pluviométrica, por lo que, la medición más cercana es la del aeropuerto de Guayaquil (M0056). El instituto nacional de meteorología e hidrología (INAMHI), publicó en el año 2019 las ecuaciones para el cálculo de intensidades máximas de precipitación, las cuales dependen de las curvas de intensidad – duración – frecuencia (IDF). La determinación de estas curvas permite como diseñadores el estimar las probabilidades de que una lluvia ocurra en cortos periodos en diferentes duraciones. Para el presente proyecto, en base a las normativas locales (AMAGUA) se utilizará el método racional, el cual permitirá estimación de caudales máximos de precipitación, mismo que será necesario para evaluar el comportamiento hidráulico del canal San Pedro.

De igual forma, como se comentaba en el apartado anterior, el Canal San Pedro no tiene una pendiente definida a lo largo de su recorrido, el cual permite que se evidencie la influencia de la marea de los ríos Daule y Babahoyo. La determinación de la influencia de la marea también será necesario para evaluar el comportamiento del Canal San Pedro para la situación actual y futura.

4.3. Comportamiento hidráulico del Canal San Pedro:

Una evaluación hidráulica permite determinar el comportamiento del agua en una superficie determinada, en este caso, en el Canal San Pedro. Para el presente estudio hidrológico, atendiendo a las normativas locales se utilizará el método racional. De igual forma, se estimará las descargas de aguas servidas de cada

uno de las urbanizaciones, recintos y otros asentamientos dentro del área de aportación. Así mismo se realizará la estimación de la influencia de la marea en Canal San Pedro. Esta evaluación, se lo realizará tanto para la situación actual como para el horizonte de planificación de 25 años.

4.3.1. Determinación del área de aportación:

Alrededor del canal San Pedro existen diversos asentamientos entre urbanizaciones, recintos, sectores industriales, sectores agrícolas e instituciones académicas. Se ha identificado un total de 59 áreas de aportación las cuales se detallan a continuación:

Tabla 18

Tabla de áreas de aportación.

LOTE	ÁREA (HA)
Zona agrícola #1	674,45
Zona agrícola #2	120,78
Zona agrícola #3	52,40
Urb. Milann	23,90
Urb. Málaga II	22,77
Zona agrícola #4	18,98
Urb. Cataluña	17,27
zona rural #1	16,88
zona agrícola #5	15,65
Urb. Napoli	15,03
Urb. Villanova	14,75
Área sin uso	14,53
Urb. Gran victoria	12,81
Recinto tierra blanca	11,33
Urb. Valle	10,21
zona rural #2	9,59
Urb. Arboletta	9,35
Urb. Nueva aurora	8,91
Sambocity hollywood park	8,33
Urb. Brisas del norte	8,26
Urb. Logare	7,85
Urb. Compostela	7,77
colegio de abogados	7,69
Colegio Delta y Jacarandá	7,52
Zona rural #3	7,46
Urb. Laguna Azul	7,46
Zona rural #4	7,44
Urb. Marina D'or	7,09
Urb. Valle norte	6,64

Urb. Los Prados	6,34
Zona rural #5	5,35
zona agrícola #6	5,25
Urb. Savali	5,09
zona agrícola #7	5,07
Recinto Palo de iguana	4,97
zona rural #6	4,77
zona agrícola #8	4,55
Recinto San Guillermo	4,37
zona agrícola #9	4,17
Terreno en curso de urbanización	4,03
Zona rural #7	3,37
Unidad educativa Tejar	3,09
Urb. Amalfi	2,92
Zona agrícola #10	2,76
Bodegas Marriot	2,40
Arrocera	2,23
Plaza Vermout	1,74
Plaza tía	1,70
Piladora #1	1,49
Comercial Sambocity	1,39
Iglesia	1,33
Zona rural #8	0,94
Zonal rural #9	0,94
Zonal rural # 10	0,93
Primax	0,90
Zona rural # 11	0,85
Zona rural #12	0,46
Zona rural #13	0,38
Zona rural #14	0,29
TOTAL	1237,18 has.

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

El plano con la ubicación de los lotes considerados en este apartado y su identificación, se adjunta en un anexo.

4.3.2. Estimación del tiempo de concentración:

El tiempo de concentración corresponde al lapso en que la precipitación se tarda en recorrer desde el punto hidrológicamente más lejano de la cuenca o área de aportación, hasta su descarga. Para calcular el tiempo de concentración se identificó los siguientes métodos:

Tabla 19*Métodos para la estimación del tiempo de concentración.*

Método de Rowe:	$T_c = \left(\frac{0,86L^3}{H-h} \right)^{0,385}$
Método de Kirpich:	$T_c = 0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$
Método de Chow:	$T_c = 0,005 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64}$

Fuente: (Ibáñez Asensio et al., 2011)**Elaborado por:** Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

A pesar de que se calculó para todas las áreas de aportación el tiempo de concentración con los métodos mencionados, para la estimación de los caudales se seleccionó el método de Chow. Este procedimiento se lo adjunta en anexos.

4.3.3. Selección del coeficiente de escorrentía:

En el capítulo 2 del presente proyecto de investigación, se identificó al coeficiente de escorrentía como aquel factor que determina la cantidad de agua que llega a la descarga en función del tipo y cobertura de suelo. Es decir, si es permeable y un porcentaje del agua de lluvia se infiltra o evapora en su curso a la descarga, o si es impermeable, por lo que las aguas lluvias no tienen ninguna limitación en su recorrido a la descarga.

Para la estimación de los caudales máximos de aguas lluvias, se ha utilizado coeficientes de acorde a la normativa local, los cuales son:

Tabla 20*Métodos para la estimación del tiempo de concentración.*

Zonas urbanizadas, instituciones educativas, centros de recreación, centros comerciales.	0,65
Zonas rurales y agrícolas	0,40

Fuente: (Amagua-CEM, 2019)**Elaborado por:** Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)**4.3.4. Intensidad de escorrentía:**

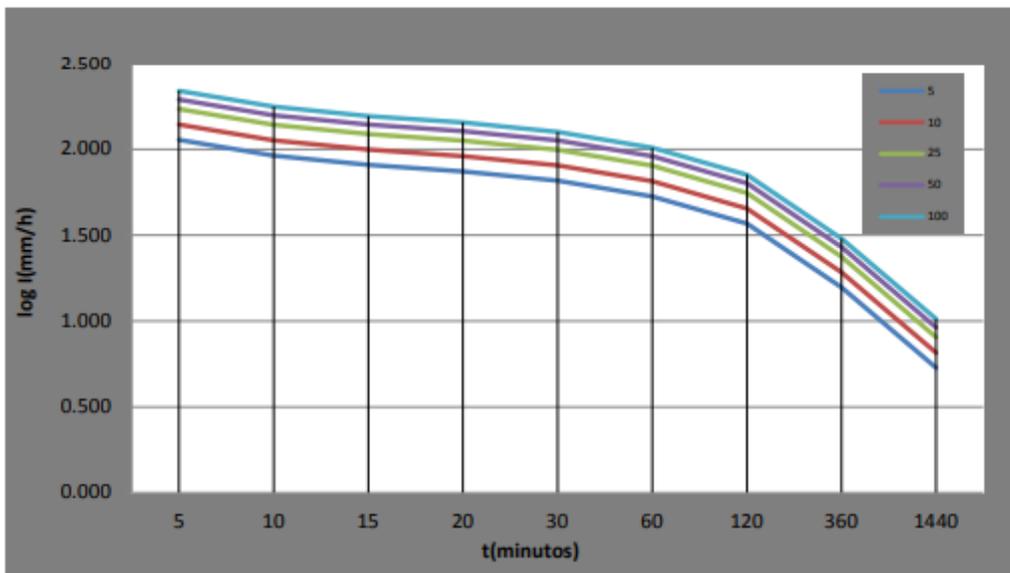
También conocido como intensidad de lluvia, es un valor máximo de lluvia que se estima en base a una curva IDF (Intensidad, duración - frecuencia). Estas curvas, son calculadas en base a la recopilación histórica de la lluvia máxima en 24 horas registradas por una estación pluviométrica (Ávila et al., 2015). Para este

proyecto, se ha utilizado la curva IDF del INAMHI del año 2019, de la estación M0056 ubicado en el aeropuerto de Guayaquil, la cual es:

Figura 29

Curvas IDF y ecuaciones de la estación M0056 ubicado en Aeropuerto Internacional de Guayaquil

ESTACIÓN		INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES	R	R ²
CÓDIGO	NOMBRE				
M0056	GUAYAQUIL AEROPUERTO	5<30	$i = 135.7748 * T^{0.2169} * t^{-0.3063}$	0.9840	0.9683
		30<120	$i = 203.0259 * T^{0.2169} * t^{-0.417068}$	0.9944	0.9889
		120<1440	$i = 1113.4537 * T^{0.2169} * t^{-0.7779}$	0.9992	0.9984



t (min)	Período de Retorno T (años)					
	2	5	10	25	50	100
5	96.4	117.6	136.7	166.7	193.7	225.2
10	77.9	95.1	110.5	134.8	156.7	182.1
15	68.8	84.0	97.6	119.1	138.4	160.8
20	63.0	76.9	89.4	109.0	126.7	147.3
30	57.1	69.7	81.0	98.8	114.9	133.5
60	42.8	52.2	60.7	74.0	86.0	100.0
120	31.2	38.1	44.3	54.0	62.8	73.0
360	13.3	16.2	18.8	23.0	26.7	31.0
1440	4.5	5.5	6.4	7.8	9.1	10.6

INTENSIDAD MAXIMA (mm/h)

Fuente: (Instituto nacional de meteorología e hidrología (INAMHI), 2019)

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

M0056 – Aeropuerto de Guayaquil corresponde a una estación pluviográfica, en el documento presentado por el INAMHI, se indica que, el ajuste de los datos

utilizados para las curvas IDF, se lo realizó mediante el empleo del software SAFARHY, por medio del cual se obtiene la intensidad máxima en tiempos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años, empleando métodos de distribución para datos extremos y ajustando los valores en función del gráfico y coeficiente de asimetría obtenido por el software (Instituto nacional de meteorología e hidrología (INAMHI), 2019).

Para estimar el valor de la intensidad máxima de lluvia, en la presente investigación, se ha considerado un tiempo de 30 minutos para un periodo de retorno de 25 años, lo que equivale a 98,80 mm/h. Para la situación actual, un total de 233,20 ha pertenece a zonas residenciales y 1003,98 ha a zonas agrícolas y rurales. Esto significa un 18,85% y 81,15% respectivamente, mientras que para el horizonte de $T_r = 25$ años, se considera que toda el área de aportación corresponderá a zonas residenciales, es decir un área de 1237,18%. Este dato será necesario para la estimación de los caudales de aguas lluvias, por lo que se encuentra en la planilla de cálculo en un anexo.

4.3.5. Descargas de aguas servidas:

Como se pudo obtener en tanto en la ficha de observación como en las encuestas, en este sector, existen urbanizaciones que cuentan con un tratamiento previo a su descarga en el canal San Pedro. De igual forma, los recintos y demás asentamientos que forman parte del área de aportación, realizan sus descargas de forma directa o, a través de un sistema de alcantarillado que aún no cuenta un sistema de tratamiento. En este apartado, solo se considerará la aportación de en caudal de las descargas de las aguas servidas.

Para la estimación del caudal residual, tanto doméstico como comercial se ha utilizado los siguientes parámetros.

Dotación: 230 l/ha/día

Coefficiente de infiltración: 0,15 l/s

Coefficiente de conexiones ilícitas: 0,10 l/s

Número de habitantes por vivienda: 5 personas.

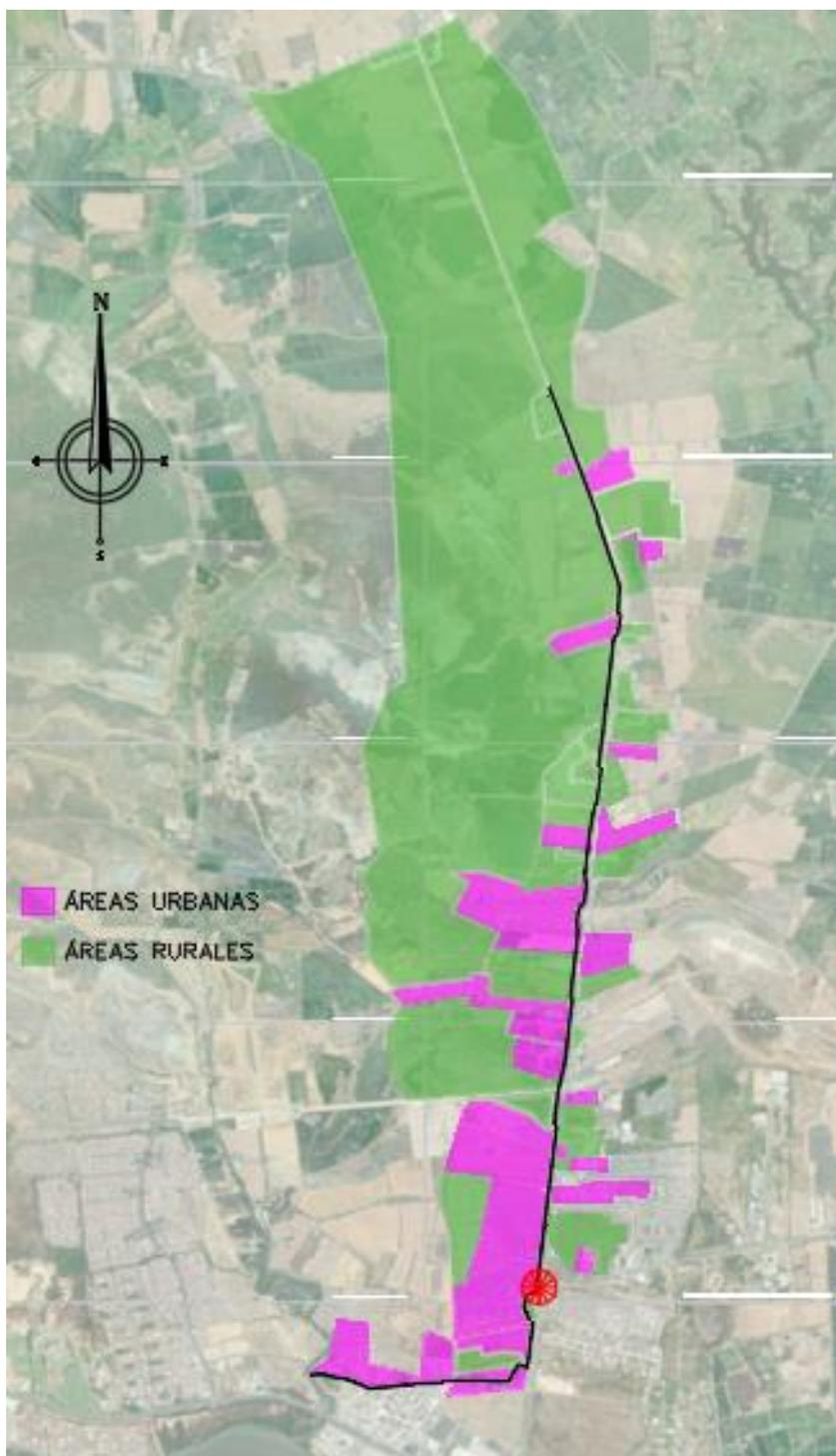
Coefficiente de retorno: 0,8

Coefficiente de Harmon: $F = 1 + \frac{14}{(4+p^{0,5})}$

El detalle urbanístico del sector de estudio, así como área y población se presentan en la figura y la tabla a continuación:

Figura 30

Implantación áreas - situación actual



Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Tabla 21*Tabla de población y áreas de aportación de AASS – Situación actual.*

LOTE	ÁREA (HA)	CANTIDAD DE VIVIENDAS	POBLACIÓN
Urb. Milann	23,90	934	4670
Urb. Málaga II	22,77	1253	6265
urb. Cataluña	17,27	741	3705
Urb. Napoli	15,03	618	3090
Urb. Villanova	14,75	524	2620
Urb. Gran victoria	12,81	610	3050
Urb. Valle	10,21	516	2580
Urb. Arboletta	9,35	421	2105
Urb. Nueva aurora	8,91	242	1210
Sambocity Hollywood park	8,33	473	2365
Urb. Brisas del norte	8,26	180	900
Urb. Logare	7,85	298	1490
Urb. Compostela	7,77	228	1140
colegio de abogados	7,69		
Colegio Delta y Jacarandá	7,52		
Urb. Laguna Azul	7,46	132	660
Urb. Marina D'or	7,09	403	2015
Urb. Valle norte	6,64	180	900
Urb. Los Prados	6,34	552	2760
Urb. Savali	5,09	184	920
terreno en curso de urbanización	4,03	120	600
Unidad educativa Tejar	3,09		
Urb. Amalfi	2,92	110	550
Bodegas Marriot	2,40		
Plaza Vermout	1,74		
Plaza Tía	1,70		
Comercial Sambocity	1,39		
Primax	0,90		
Zona rural #1	16,88	1	5
Recinto tierra blanca	11,33	48	240
Zona rural #2	9,59	12	60
Zona rural #3	7,46	1	5
Zona rural #4	7,44	1	5
Zona rural #5	5,35	1	5
Recinto Palo de iguana	4,97	26	130
Zona rural #6	4,77	1	5
Recinto San Guillermo	4,37	72	360
Zona rural #7	3,37	32	160
Arrocera	2,23		
Piladora #1	1,49		
Iglesia	1,33		
Zona rural #8	0,94	1	5
Zonal rural #9	0,94	1	5
Zonal rural # 10	0,93	2	10
Zona rural #12	0,46	1	5
Zona rural # 11	0,85	5	25
Zona rural #12	0,46	1	5
Zona rural #13	0,38	17	85
Zona rural #14	0,29	6	30
SUMATORIA	319,05	44740,00	44740,00

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

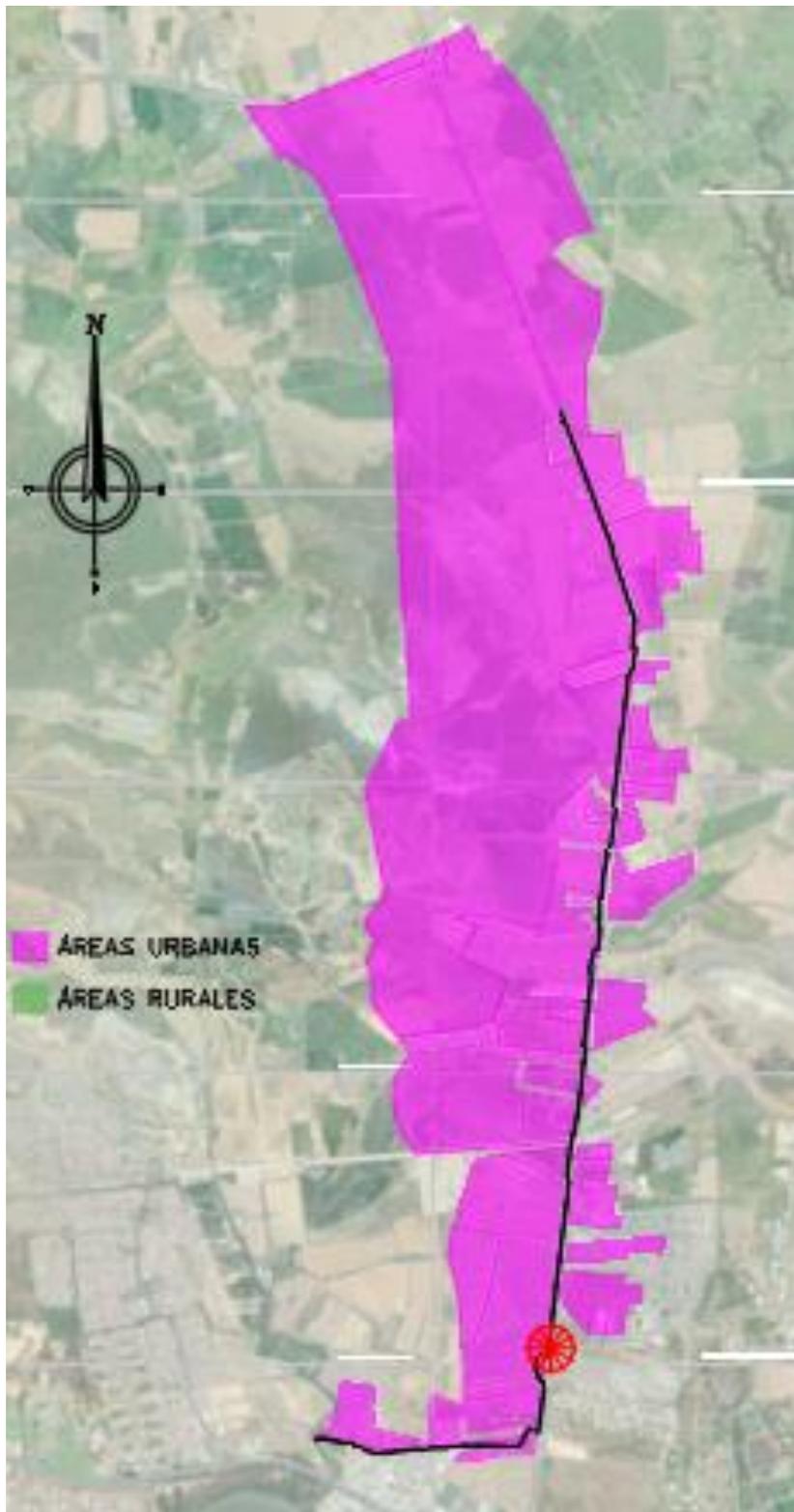
Como se puede observar en la figura y la tabla, en la actualidad, la mayor parte de las áreas corresponde a zonas rurales. En porcentajes, se puede indicar que un 81,15% de las áreas son rurales y un 18,85% son áreas urbanas.

Para el horizonte $T_r = 25$ años, se estima que, todas áreas de aportación corresponderán a sectores urbanos. Para calcular la población futura, se estima una población aproximada de 195 habitantes por hectárea, lo que equivale un

aumento en 195414,876 personas. Esto se lo presenta en la figura y tabla a continuación:

Figura 31

Implantación áreas – situación Tr= 25 años



Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Tabla 22

Tabla de población y áreas de aportación de AASS – Situación a 25 años.

LOTE	ÁREA (HA)	CANTIDAD DE VIVIENDAS	POBLACIÓN
Urb. Milann	23,90	934	4670
Urb. Malaga II	22,77	1253	6265
urb. Cataluña	17,27	741	3705
Urb. Napoli	15,03	618	3090
Urb. Villanova	14,75	524	2620
Urb. Gran victoria	12,81	610	3050
Urb. Valle	10,21	516	2580
Urb. Arboletta	9,35	421	2105
Urb. Nueva aurora	8,91	242	1210
Sambocity hollywood park	8,33	473	2365
Urb. Brisas del norte	8,26	180	900
Urb. Logare	7,85	298	1490
Urb. Campostela	7,77	228	1140
colegio de abogados	7,69		
Colegio Delta y Jacarandá	7,52		
Urb. Laguna Azul	7,46	132	660
Urb. Marina D'or	7,09	403	2015
Urb, Valle norte	6,64	180	900
Urb, Los Prados	6,34	552	2760
Urb. Savali	5,09	184	920
Terreno en curso de urbanización	4,03	120	600
Unidad educativa TEJAR	3,09		
AMALFI	2,92	110	550
Bodegas Marriot	2,40		
Plaza Vermont	1,74		
Plaza tía	1,70		
Comercial Sambocity	1,39		
Primax	0,90		
ZONA RURA	1000,26	39090	195448
SUMATORIA	1233,46	47809,00	239043,00

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Atendiendo las normas de diseño de Amagua, el coeficiente de mayoración para las aguas servidas se ha calculado con el coeficiente de Harmon para una población total de 44740, lo que da un valor de 1,01. Para las áreas comerciales e institucionales, se ha utilizado un factor de mayoración de 2. El cálculo de los caudales de aguas residuales se lo puede resumir:

Tabla 23

Estimación de caudales de las aguas residuales que descargan al Canal San Pedro – situación actual.

Q máx. residual doméstico	94,78
Q máx. residual comercial	61,04
Q inf+ili	79,76
Q máximo residual	235,58

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Tabla 24

Estimación de caudales de las aguas residuales que descargan al Canal San Pedro – situación a 25 años.

Q máx. residual doméstico	508,04
Q máx. residual comercial	51,26
Q inf+ili	308,37
Q máximo residual	867,67

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

La planilla de cálculo para la estimación de los caudales se lo adjunta en un anexo.

4.3.6. Cálculo método racional:

En el apartado “Marco teórico” de la presente investigación, se indica que el método racional permite calcular el caudal máximo para un área de 10 Km². El área de la cuenca en estudio tiene un total de 12,37 km², no obstante, la normativa de Amagua, entidad que encargada de distribuir agua potable y regular el saneamiento en el sector, indica que, para la estimación de los caudales de aguas lluvias se considere el método racional. De igual forma, también se ha seleccionado este método debido a que no existe datos suficientes para poder realizar el método del hidrograma unitario natural, puesto que se necesitaría la toma de datos de escorrentía, lo cuales no forman parte del alcance de la presente investigación.

El proceso que se realizó para el cálculo de los caudales máximos pluviales es la utilización de la fórmula:

$$Q = 0.278 C * I * A$$

Donde:

Q= Caudal de descarga máxima en el diseño (m³/s)

C= Coeficiente de escorrentía

I= Intensidad de escorrentía (mm/h)

A= área de la cuenca (km²)

Cada uno de estos datos han sido detallados en apartados previos. A continuación, se presenta una tabla con los caudales estimados para cada lote que conforma el área de aportación.

Tabla 25

*Estimación de caudales de las aguas lluvias que descargan al Canal San Pedro
– Situación actual.*

Lote	Q m3/s
Zona agrícola #1	74,10
Zona agrícola #2	13,27
Zona agrícola #3	5,76
Urb. Milann	4,27
Urb. Málaga II	4,07
Zona agrícola #4	2,09
Urb. Cataluña	3,08
zona rural #1	1,85
zona agrícola #5	1,72
Urb. Napoli	2,68
Urb. Villanova	2,63
Área sin uso	1,60
Urb. Gran victoria	2,29
Recinto tierra blanca	1,24
Urb. Valle	1,82
zona rural #2	1,05
Urb. Arboletta	1,67
Urb. Nueva aurora	1,59
Sambocity hollywood park	1,49
Urb. Brisas del norte	1,47
Urb. Logare	1,40
Urb. Compostela	1,39
colegio de abogados	1,37
Colegio Delta y Jacarandá	1,34
Zona rural #3	0,82
Urb. Laguna Azul	1,33
Zona rural #4	0,82
Urb. Marina D'or	1,27
Urb. Valle norte	1,19
Urb. Los Prados	1,13
Zona rural #5	0,59
zona agrícola #6	0,58
Urb. Savali	0,91
zona agrícola #7	0,56
Recinto Palo de iguana	0,55
zona rural #6	0,52
zona agrícola #8	0,50
Recinto San Guillermo	0,48
zona agrícola #9	0,46
Terreno en curso de urbanización	0,72
Zona rural #7	0,37
Unidad educativa Tejar	0,72
Urb. Amalfi	0,52
Zona agrícola #10	0,30
Bodegas Marriot	0,43
Arrocera	0,25
Plaza Vermont	0,31
Plaza tía	0,30
Piladora #1	0,16
Comercial Sambocity	0,25
Iglesia	0,15
Zona rural #8	0,10
Zonal rural #9	0,10
Zonal rural # 10	0,10
Primax	0,16
Zona rural # 11	0,09
Zona rural #12	0,05
Zona rural #13	0,04
Zona rural #14	0,03
TOTAL	152,10

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Tabla 26

*Estimación de caudales de las aguas lluvias que descargan al Canal San Pedro
– Situación a 25 años.*

Lote	Q m3/s
Zona agrícola #1	120,41
Zona agrícola #2	21,56
Zona agrícola #3	9,36
Urb. Milann	4,27
Urb. Málaga II	4,07
Zona agrícola #4	3,39
Urb. Cataluña	3,08
zona rural #1	3,01
zona agrícola #5	2,79
Urb. Napoli	2,68
Urb. Villanova	2,63
Área sin uso	2,59
Urb. Gran victoria	2,29
Recinto tierra blanca	2,02
Urb. Valle	1,82
zona rural #2	1,71
Urb. Arboletta	1,67
Urb. Nueva aurora	1,59
Sambocity hollywood park	1,49
Urb. Brisas del norte	1,47
Urb. Logare	1,40
Urb. Compostela	1,39
colegio de abogados	1,37
Colegio Delta y Jacarandá	1,34
Zona rural #3	1,33
Urb. Laguna Azul	1,33
Zona rural #4	1,33
Urb. Marina D'or	1,27
Urb. Valle norte	1,19
Urb. Los Prados	1,13
Zona rural #5	0,95
zona agrícola #6	0,94
Urb. Savali	0,91
zona agrícola #7	0,91
Recinto Palo de iguana	0,89
zona rural #6	0,85
zona agrícola #8	0,81
Recinto San Guillermo	0,78
zona agrícola #9	0,75
Terreno en curso de urbanización	0,72
Zona rural #7	0,60
Unidad educativa Tejar	0,72
Urb. Amalfi	0,52
Zona agrícola #10	0,49
Bodegas Marriot	0,43
Arrocera	0,40
Plaza Vermout	0,31
Plaza tía	0,30
Piladora #1	0,27
Comercial Sambocity	0,25
Iglesia	0,24
Zona rural #8	0,17
Zonal rural #9	0,17
Zonal rural # 10	0,17
Primax	0,16
Zona rural # 11	0,15
Zona rural #12	0,08
Zona rural #13	0,07
Zona rural #14	0,05
TOTAL	221,04

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

La planilla de cálculo para la estimación de los caudales de aguas lluvias, se adjunta en un anexo.

4.3.7. Influencia de mareas:

Para evaluar el comportamiento del canal San Pedro, es necesario determinar la influencia de la marea, generada del río Daule y Babahoyo. En este estudio se utilizará los registros de niveles del río Daule extraído del documento “Memoria técnica de diseño del macroproyecto de sistema de drenaje para el vial 1” (ARCSEG. S.A.S, 2021). Así mismo, las cotas que se presentan están en base al sistema del Instituto Geográfico Militar (IGM).

Figura 32

Niveles representativos del Río Daule – Cotas tomadas en bajamar

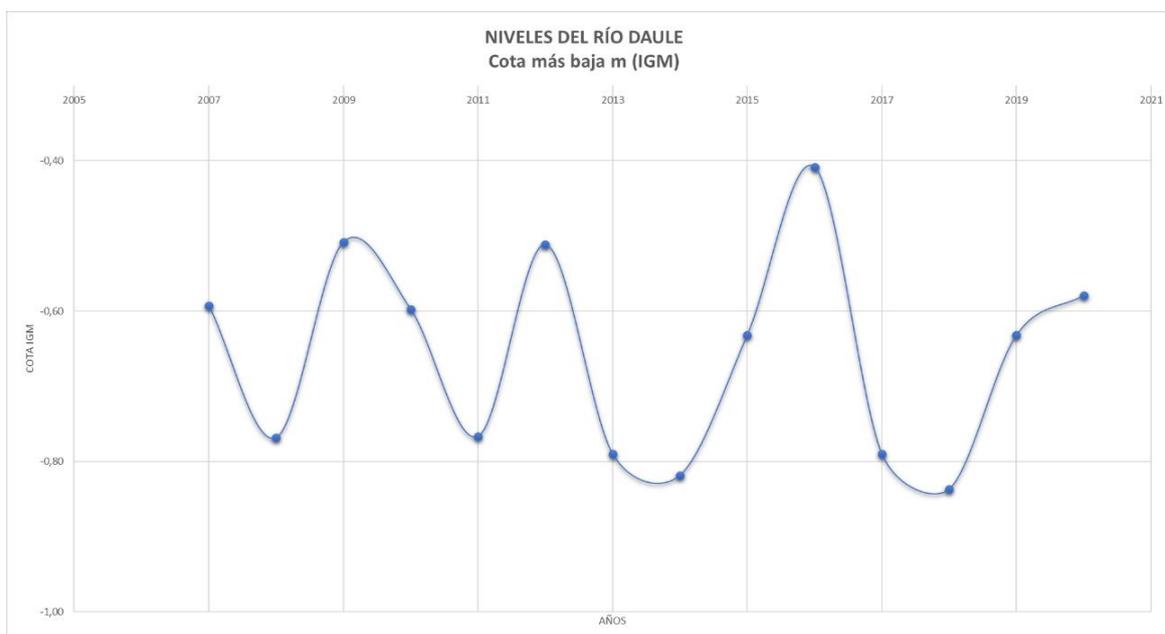
COTA más baja (m) (IGM)													
Año	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ANUAL
2007	-0,65	-0,23	0,32	0,45	-0,53	-0,75	-1,2	-0,91	-1,03	-0,95	-0,9	-0,73	-0,59
2008	-0,41	-0,1	-0,63	0,51	-1,26	-0,85	-0,98	-1,03	-1,24	-1,22	-1,05	-0,96	-0,77
2009	-0,8	0,56	1,22	0,5	0,16	-1,2	-1,2	-0,95	-0,97	-0,96	-1,23	-1,23	-0,51
2010	-0,68	-0,26	0,35	0,5	-0,55	-0,78	-1,23	-0,9	-1,03	-0,95	-0,91	-0,73	-0,60
2011	-0,43	-0,09	-0,61	0,49	-1,23	-0,87	-0,97	-1,02	-1,23	-1,23	-1,07	-0,94	-0,77
2012	-0,79	0,57	1,24	0,48	0,19	-1,23	-1,23	-0,98	-0,97	-0,96	-1,23	-1,23	-0,51
2013	-0,86	-0,46	0,59	0,02	-1,23	-1,23	-1,23	-0,93	-0,93	-1,23	-1,23	-0,76	-0,79
2014	-0,71	-1,23	-1,13	-1,23	-1,23	-1,23	-0,71	-0,66	1,23	-0,82	-1,23	-0,87	-0,82
2015	-0,77	-0,51	-0,5	0,15	-0,01	-0,5	-1,23	-1,23	-0,83	-0,71	-0,72	-0,72	-0,63
2016	-0,3	0,25	0,19	0,14	-0,21				-0,91	-0,95	-0,97	-0,92	-0,41
2017	-0,85	-0,43	0,57	0,05	-1,24	-1,24	-1,24	-0,95	-0,91	-1,24	-1,24	-0,76	-0,79
2018	-0,73	-1,22	-1,15	-1,27	-1,27	-1,27	-0,79	-0,69	1,25	-0,83	-1,22	-0,85	-0,84
2019	-0,73	-0,49	-0,48	0,13	-0,012	-0,53	-1,2	-1,2	-0,85	-0,73	-0,71	-0,78	-0,63
2020	-0,29	0,28	0,17	0,15	-0,23	-1,22	-1,22	-0,93	-0,87	-0,93	-0,99	-0,87	-0,58

Fuente: (ARCSEG. S.A.S, 2021)

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Figura 33

Gráfico de niveles representativos del Río Daule – Cotas tomadas en bajamar



Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Figura 34

Niveles representativos del Río Daule – Cotas tomadas en pleamar

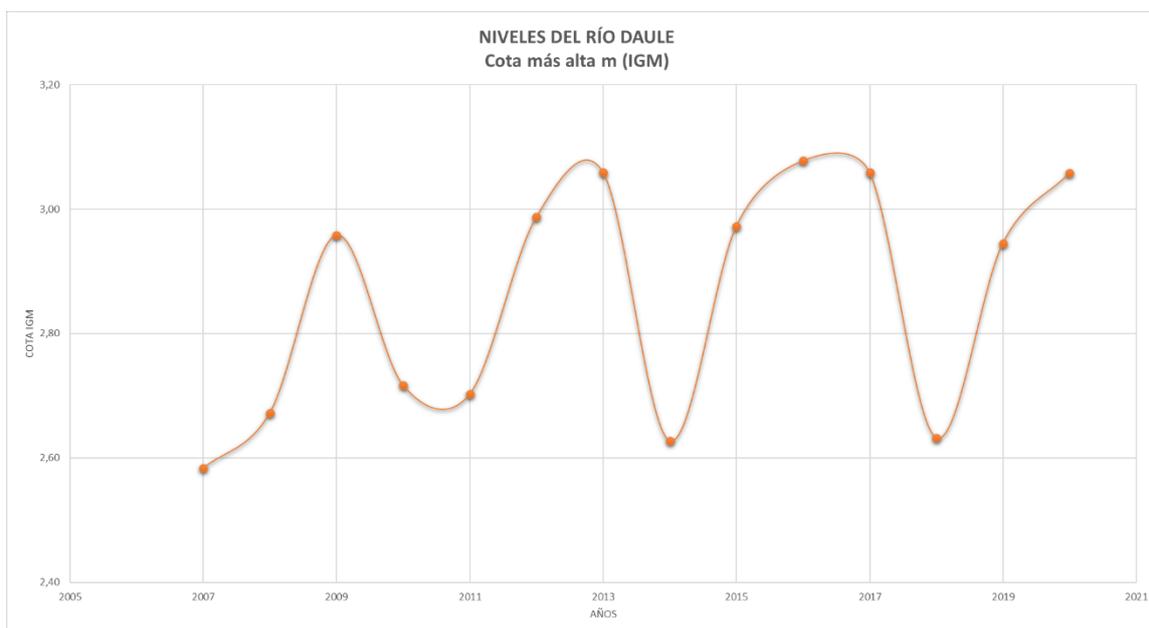
Año	COTA más alta (m) (IGM)												Anual
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
2007	2,55	2,9	2,1	3	2,8	3,65	2,3	2,32	2,29	2,25	2,23	2,61	2,58
2008	2,71	3,21	2,72	3,15	2,57	2,2	2,23	2,2	2,21	2,1	3,65	3,12	2,67
2009	2,79	3,15	3,31	3,12	3,05	3,54	3,67	2,34	2,25	2,23	3,74	2,31	2,96
2010	2,65	2,99	3,24	3,1	2,87	3,67	2,31	2,33	2,27	2,22	2,22	2,62	2,72
2011	2,73	3,23	2,74	3,18	2,6	2,23	2,25	2,23	2,27	2,17	3,67	3,13	2,70
2012	2,87	3,17	3,4	3,2	3,08	3,56	3,67	2,38	2,22	2,25	3,66	2,39	2,99
2013	2,42	3,05	3,65	3,1	2,8	2,46	3,67	3,67	3,67	2,25	3,67	2,3	3,06
2014	2,74	2,98	3,24	2,74	2,75	2,6	2,6	2,52	2,46	2,3	2,28	2,32	2,63
2015	2,57	2,88	3,14	3,26	3,2	2,89	2,54	3,67	2,61	2,63	3,67	2,61	2,97
2016	3,07	3,24	3,28	3,19	2,95				3,67	2,39	2,51	3,4	3,08
2017	2,42	3,05	3,65	3,1	2,8	2,46	3,67	3,67	3,67	2,25	3,67	2,3	3,06
2018	2,71	2,95	3,25	2,71	2,77	2,61	2,67	2,51	2,47	2,31	2,29	2,34	2,63
2019	2,57	2,78	3,11	3,24	3,1	2,84	2,55	3,65	2,6	2,65	3,64	2,61	2,95
2020	3,05	3,21	3,25	3,15	2,94	2,84	2,53	3,64	3,65	2,4	2,54	3,5	3,06

Fuente: (ARCSEG. S.A.S, 2021)

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Figura 35

Gráfico de niveles representativos del Río Daule – Cotas tomadas en pleamar



Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Como se puede observar, en las tablas e ilustraciones anteriores se puede observar que la cota más baja del río Daule es de 1,27 msnm, mientras que la cota más alta es de 3,74 msnm, por lo que, se podría considerar que la cota que podría alcanzar el canal San Pedro rondaría estos valores sobre la cota de solera. Además, mediante un análisis de los niveles representativos de los ríos con los métodos de posición de Weibull, Hazen, Gringorten, y métodos teóricos como lo son Gumbell y Pearson, se puede obtener una proyección de los niveles de marea. Los métodos previamente mencionados permiten estimar datos con un periodo de reincidencia establecido que permita su correlación. Los datos obtenidos con estos métodos son:

Tabla 27

Análisis de niveles representativos del Río Daule – Cotas tomadas en pleamar.

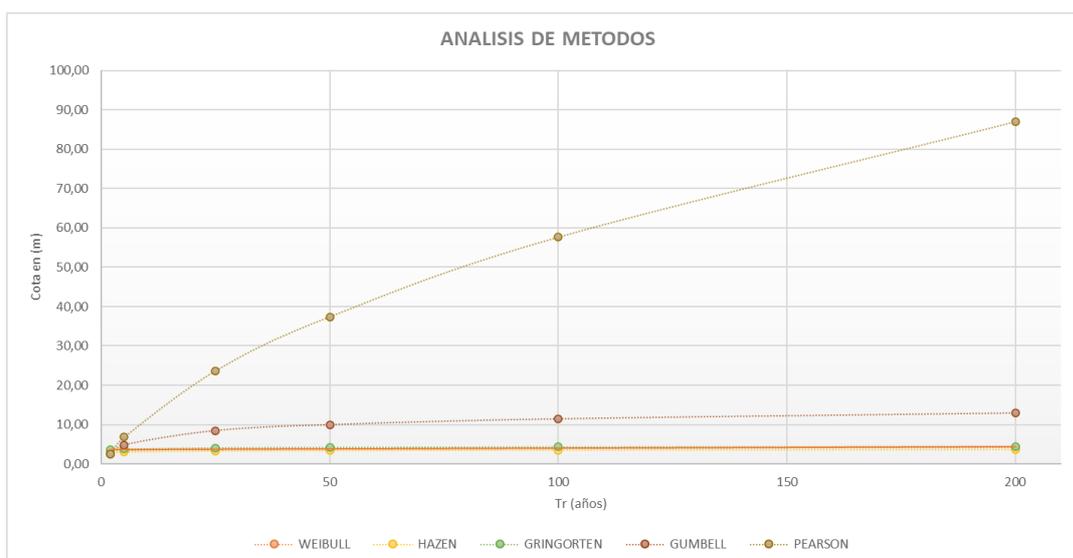
ANÁLISIS DE METODOS					
METODOS	WEIBULL	HAZEN	GRINGORTEN	GUMBELL	PEARSON
Tr (años)	COTA más alta (m) (IGM)				
2	3,28	2,81	3,64	2,43	2,56
5	3,47	2,97	3,79	4,83	6,83
25	3,81	3,23	4,07	8,44	23,69

50	3,95	3,35	4,19	9,93	37,42
100	4,10	3,46	4,31	11,41	57,63
200	4,24	3,58	4,43	12,88	86,94
R	0,72	0,66	0,67		

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Figura 36

Gráfico de análisis de niveles representativos del Río Daule – Cotas tomadas en pleamar



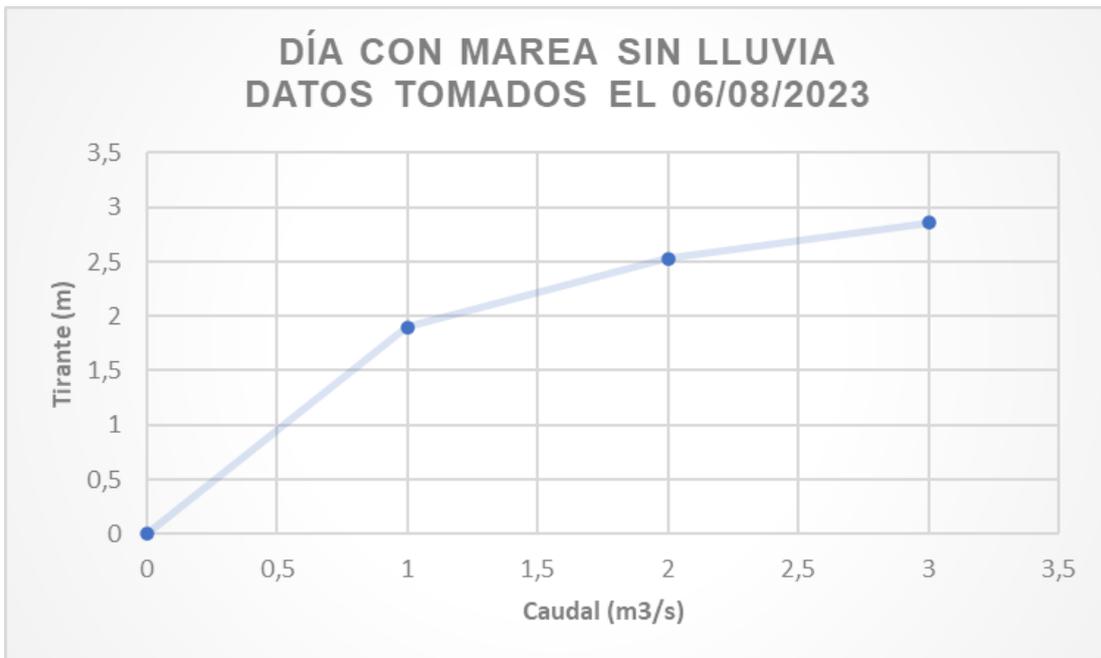
Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

De la tabla y gráfico se puede indicar que 3 métodos (Weibull, Hazen y Gringorten) comparte un comportamiento similar, mientras que Gumbell presenta una tendencia mayor en comparación por fundamento a los 3 anteriores y Pearson presenta una tendencia que presenta una diferencia significativa. Para propósitos del presente estudio, se utilizará los valores obtenidos mediante el método de Gumbell. Al ser un método teórico, las proyecciones obtenidas por la curva de Gumbell, permite obtener datos más conservadores considerando una proyección a 25 años. La tendencia del método seleccionado indicaría que para 25 años existirá un incremento del 12% en el nivel de la marea.

De igual forma, la curva obtenida por el método de Gumbell, se a semejanza a datos obtenidos en campo. Se realizó 4 visitas al campo, en las cuales se midió el tirante del canal a la altura de la urbanización Milann. Con estos datos medidos se ha realizado curvas de descarga sintética, los cuales se presenta a continuación.

Figura 37

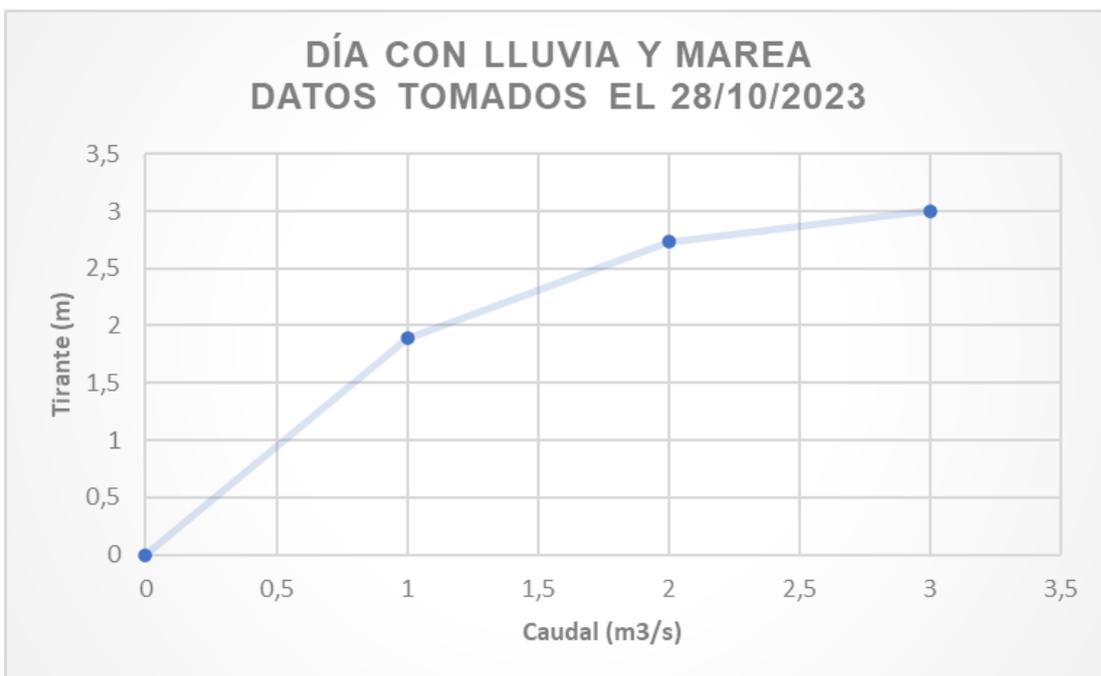
Curva de descarga sintética –Día 06/08/2023



Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Figura 38

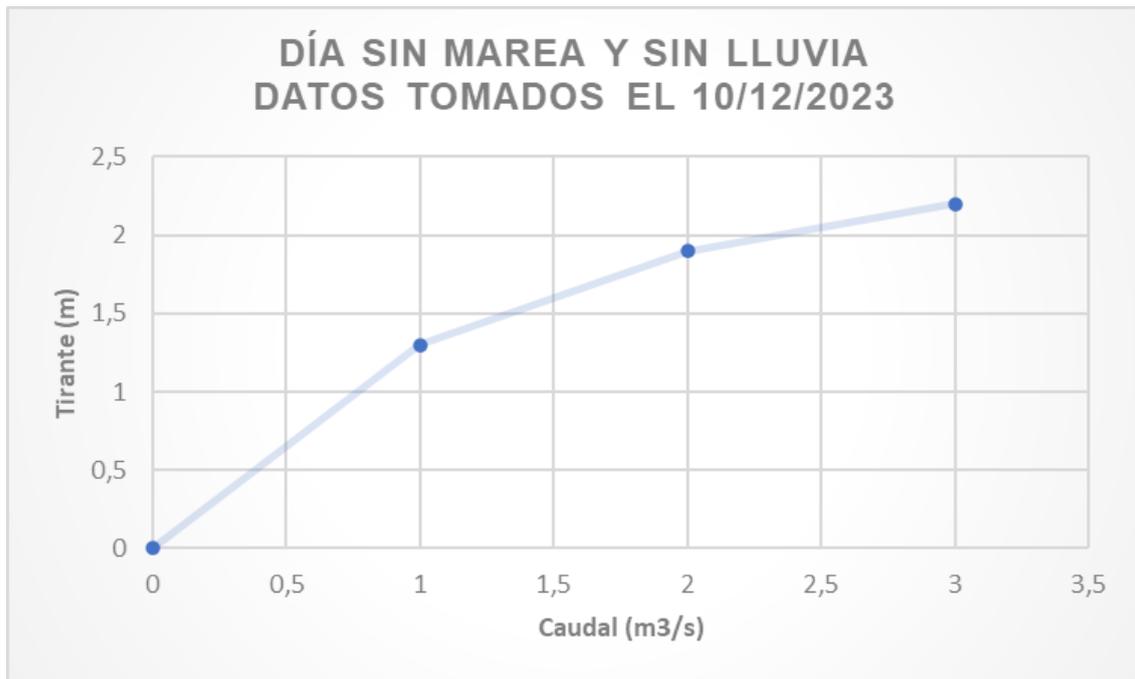
Curva de descarga sintética –Día 28/10/2023



Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Figura 39

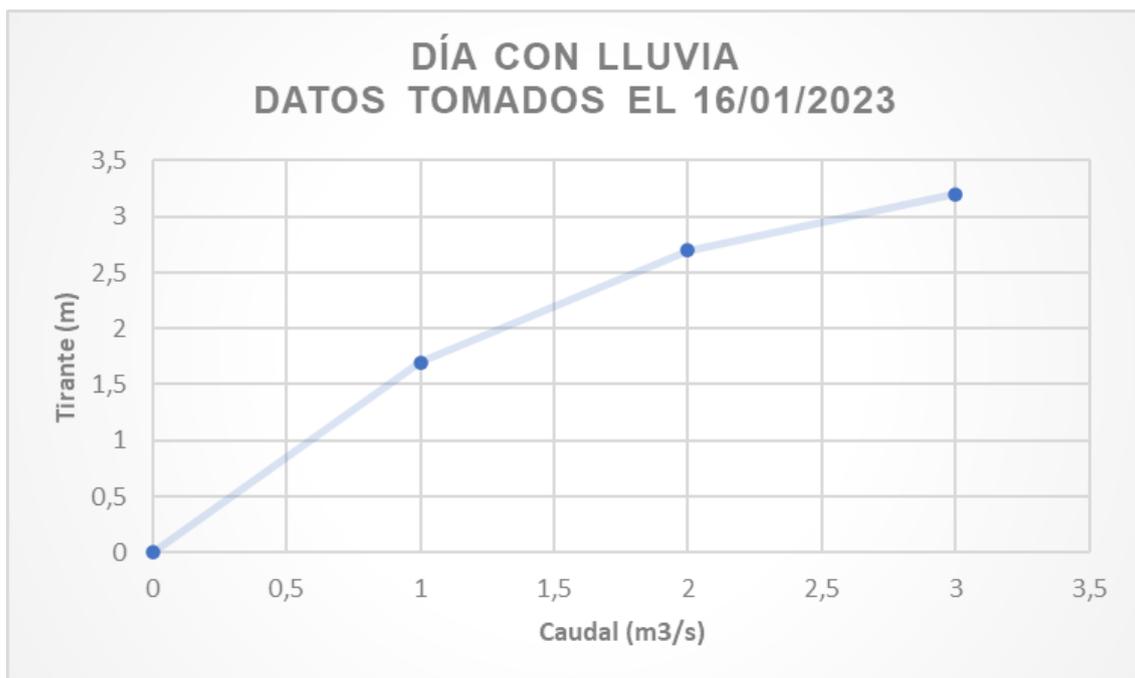
Curva de descarga sintética –Día 10/12/2023



Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Figura 40

Curva de descarga sintética –Día 10/12/2023



Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

4.3.8. Geometría del Canal San Pedro:

El canal San Pedro es un canal abierto cuya finalidad inicial era proveer agua para el riego de los cultivos. Este canal, abarca dos parroquias, Los Lojas y La Aurora, siendo el primero un sector agrícola y el segundo un sector Urbanístico. La limitación espacial de este proyecto, solo abarca la Parroquia La Aurora, el cual, al ser un sector residencial, presenta mayores estragos por las inundaciones en épocas de lluvia. El canal tiene una forma trapezoidal y es de tierra, en casi todo su recorrido, no obstante, existen ciertos tramos que tienen revestimiento o en su defecto son ductos de hormigón, no tiene una cota de solera en específico, si no que esta varía a lo largo del recorrido en una relación cotaba -cota alta -cota baja. Según un levantamiento topográfico proporcionado por Emapa Daule la cota más baja de la solera es de -0,40 msnm y la cota más alta es de 2,011 msnm.

De igual forma, se realizó un recorrido en dron con la finalidad de registrar la situación existente del canal San Pedro y sus alrededores. Este video se presente en link adjunto en anexos.

4.3.9. Modelación Hec-ras:

En este estudio, el cálculo de la estimación de caudal se realizó por medio del método racional, la modelación del canal San Pedro por medio del software Hec-ras se efectuó para un flujo permanente.

Los datos de caudales ingresados para la simulación son:

Tabla 28

Datos de caudales ingresados en la modelación Hec-ras.

	Con lluvia		Con lluvia y Marea		Sin lluvia y Marea	
	Situación actual	Situación a 25 años	Situación actual	Situación a 25 años	Situación actual	Situación a 25 años
Caudales de aguas lluvias	152,10	221,04	182,53	285,15	30,42	34,07
Caudales de agua residual	0.24	0.87	0.24	0.87	0.24	0.87

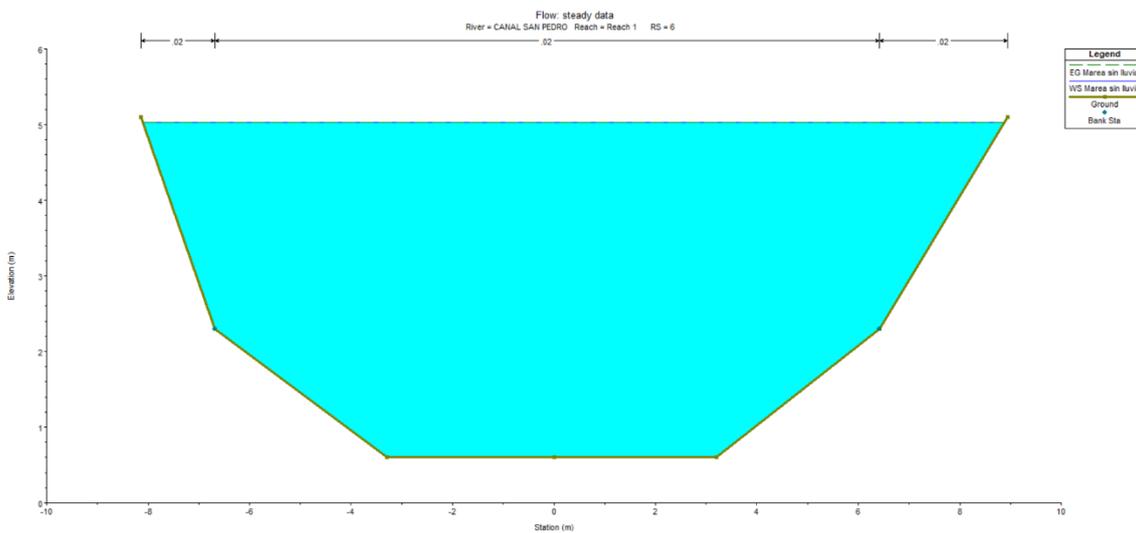
Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

4.3.9.1. Resultados Modelación Hec-ras: Los resultados de la modelación indicaron que:

Situación actual con marea y sin lluvia: El nivel del agua ocupa aproximadamente la mitad de su capacidad. El reporte se presenta en anexos.

Figura 41

Sección transversal de la modelación Hec-ras – situación actual sin lluvia y con marea

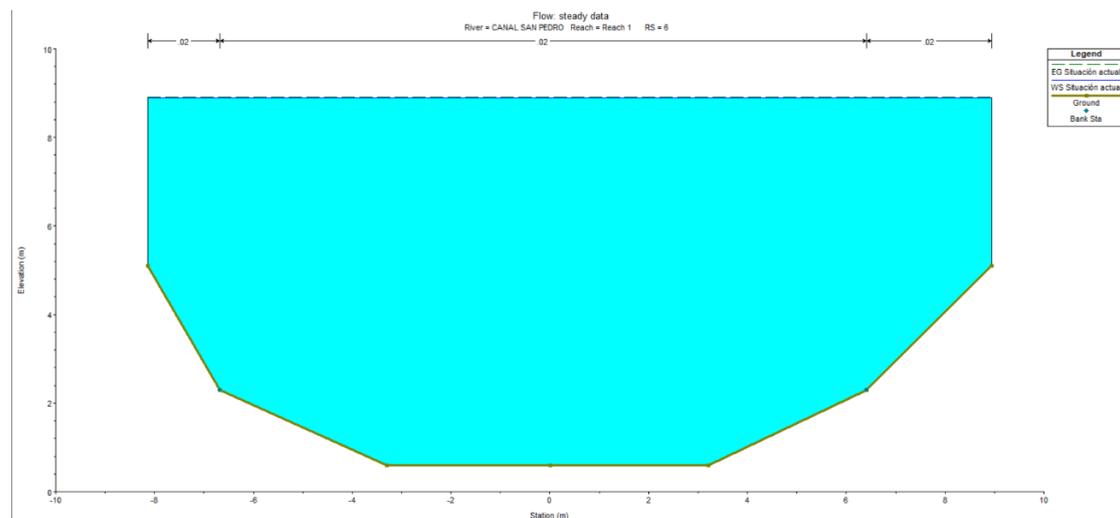


Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Situación actual con lluvia: El nivel del agua sobre para los límites de borde.

Figura 42

Sección transversal de la modelación Hec-ras – situación actual con lluvia y sin marea

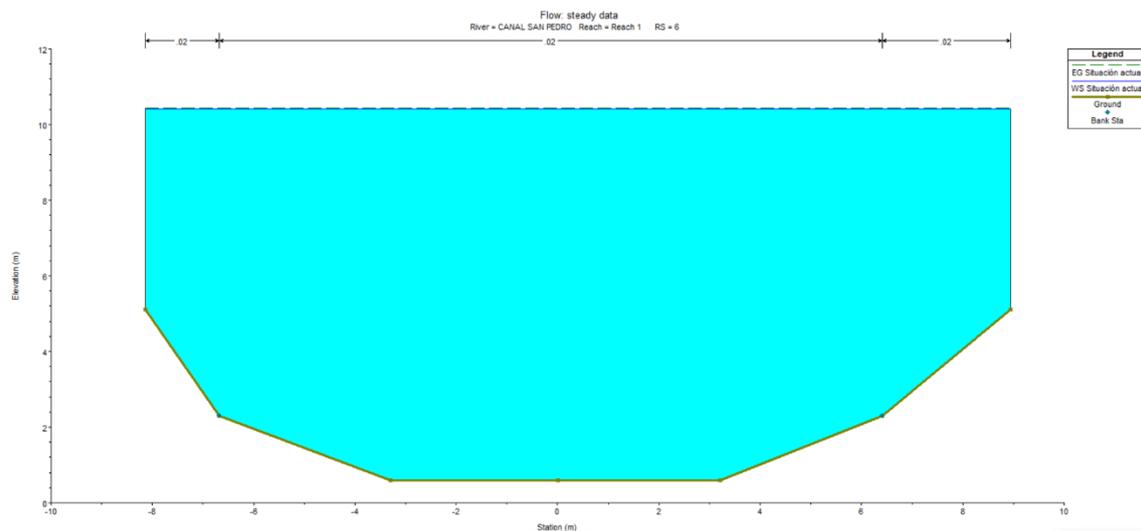


Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Situación actual con marea y con lluvia: El nivel del agua sobre para los límites de borde en aproximadamente 10%.

Figura 43

Sección transversal de la modelación Hec-ras – situación actual con lluvia y con marea

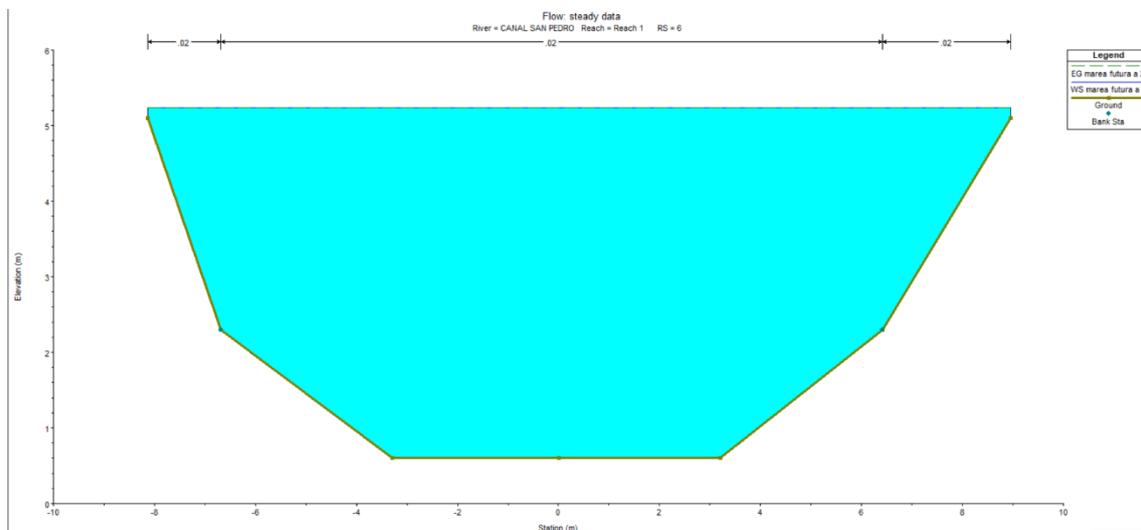


Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Situación a 25 años con marea y sin lluvia: El nivel del agua ocupa aproximadamente el 60% de su capacidad.

Figura 44

Sección transversal de la modelación Hec-ras – situación a 25 años sin lluvia y con marea

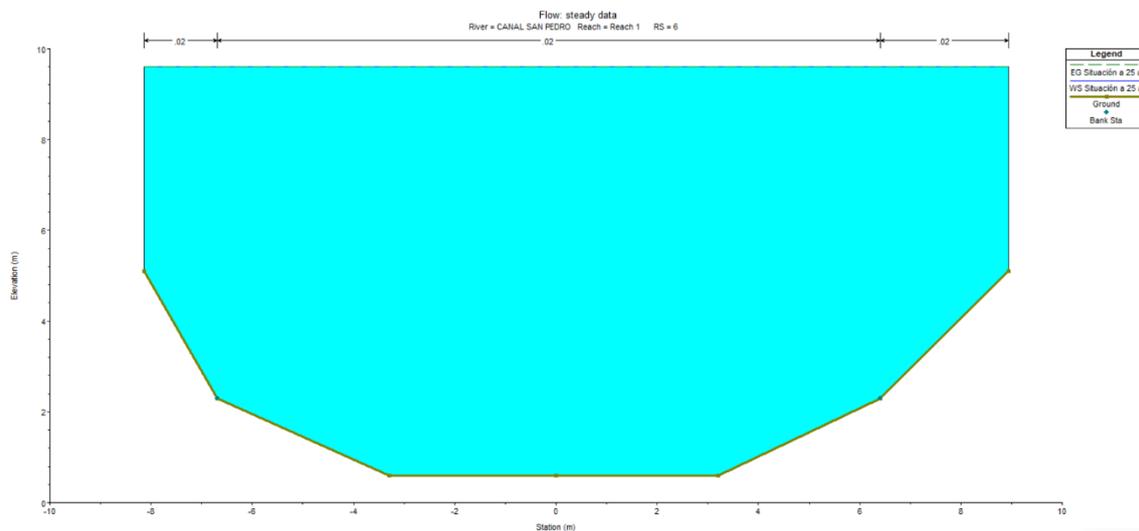


Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Situación a 25 años con lluvia: El nivel del agua sobre para los límites de borde.

Figura 45

Sección transversal de la modelación Hec-ras – situación a 25 años con lluvia y sin marea

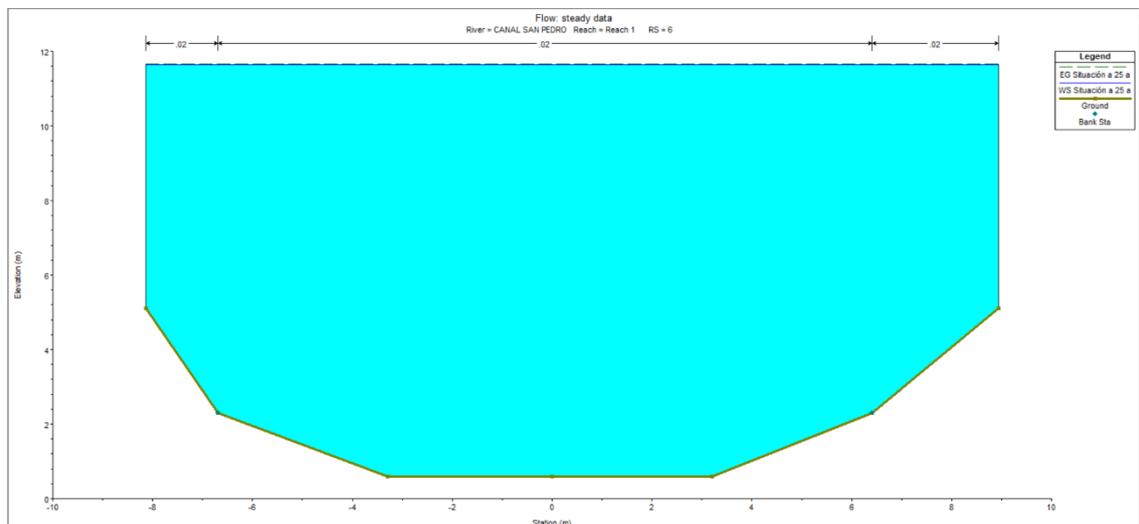


Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Situación actual con marea y con lluvia: El nivel del agua sobre para los límites de borde en aproximadamente 20%.

Figura 46

Sección transversal de la modelación Hec-ras – situación a 25 años con lluvia y con marea



Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

4.3.9.2. Análisis de los resultados y soluciones: En la situación actual del canal, se evidencia maleza y acumulación de sedimentos, los cuales han afectado a su sección transversal. Además, a lo largo del canal, mediante las observaciones en campo se pudo evidenciar diversas obstrucciones que limitan la circulación del flujo, muchos de ellos construidos o ubicados para paso vehicular y peatonal. En la información topográfica obtenida por EMAPA- Daule, se ejemplifica sus secciones irregulares, sus distintas pendientes en la solera y la ubicación de las diversas obstrucciones.

Para la modelación se ha utilizado las secciones del plano topográfico, y de los resultados obtenidos se puede destacar que el canal se desborda con los caudales de aguas lluvias en casi todas las situaciones simuladas. A todo ello se puede decir, que el comportamiento hidráulico del canal evidencia que, por su sección trasversal, no tiene la capacidad para receptor el total de los caudales, tanto pluvial como sanitarias (previamente tratadas).

Para realizar una gestión de los recursos hídricos, se debería considerar incrementar la sección del canal y un mantenimiento constante para evitar que la maleza o la sedimentación, afecte la circulación del agua. Se considera que la limpieza del canal, podría aumentar en alrededor de un 10% la capacidad del canal. Mientras que la modificación o incremento de las secciones del canal, se debería realizar en base a los caudales que desemboca a este cuerpo de agua, en estudio aparte.

De igual forma, se debería considerar disminuir la aportación al canal San Pedro, tanto con la aplicación de sistemas de drenajes sostenibles como en el aprovechamiento de las aguas residuales tratadas. En el presente estudio, se ha considerado analizar la factibilidad de reusar las aguas que salen de las depuradoras como una alternativa que no solamente permitiría disminuir la aportación de los caudales, sino que permitiría mitigar la afectación ambiental a un canal cuyas aguas son aprovechadas para actividades agrícolas aguas arriba, así como permitirá una reducción del consumo de agua potable para cada urbanización en el riego de áreas verdes.

4.4. Aprovechamiento de las aguas residuales tratadas:

Para el aprovechamiento de las aguas residuales tratadas es necesario conocer sí, los parámetros del efluente tratado cumplen con las normativas para

su reutilización, siendo que, para este proyecto, su uso final es el riego de las áreas verdes.

4.4.1. Sistema de las plantas depuradoras que descargan al Canal San Pedro.

Existen varias urbanizaciones de la zona de estudio que realizan las descargas tanto de aguas lluvias como de aguas residuales al Canal San Pedro, entre estas se encuentra Milann, Málaga II, Cataluña, Gran Victoria, Napoli, Vilanova, Ciudad del Valle, Arboletta, Sambocity etapa Hollywood park, Brisas del norte, Logare, Compostela, Laguna azul, Marina D'or park, Los Prados, Savalí, Valle Norte y Amalfi. Así mismo, industrias y zonas comerciales también cuenta con un sistema de depuración previo a la integración de estas aguas al efluente de la presente investigación.

Se conoce, por comentarios de EMAPA-Daule que cada una de las plantas de tratamiento de los asentamientos previamente mencionados tienen un sistema de lodos activados. De igual forma, se realizó un recorrido a la depuradora de aguas residuales de urbanizaciones Arboletta, Milann y Cataluña a las cuales se pudo obtener un acceso. De esta visita, se incluye un registro fotográfico en anexos.

4.4.2. Análisis de ensayos de calidad de aguas residuales:

Para evaluar los parámetros de calidad de agua, se ha obtenido los análisis de laboratorio tomados a la salida de cada una de las plantas de tratamiento de las urbanizaciones que monitorea Amagua. A continuación, se presenta los resultados de los ensayos de calidad contrastado con los valores máximos para las descargas a cuerpos de agua dulce y los valores para la reutilización de estas para riego del anexo 1 del libro del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del Ambiente. Estos datos han sido proporcionados por EMAPA Daule

Figura 47

Comparación de los análisis de calidad de agua de la urbanización Cataluña con los límites permisibles del anexo 1 del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del Ambiente

URBANIZACIÓN CATALUÑA							
Parámetros	Expresado como	Unidad	Resultado	Límite Máximo Permisible para descarga TABLA # 12 "LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE"	Validación	Límite permisible para reutilizar el agua en riego TABLA # 7 "PARÁMETROS DE LOS NIVELES GUÍA DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO"	Validación
Aluminio	Al	mg/l	0.12	5.00	CUMPLE		CUMPLE
Arsénico	As	mg/l	0.00	0.10	CUMPLE		CUMPLE
Bario	Ba	mg/l	0.00	2.00	CUMPLE		CUMPLE
Boro	B	mg/l	0.00	2.00	CUMPLE	0.70	CUMPLE
Cadmio	Cd	mg/l	0.00	0.02	CUMPLE		CUMPLE
Cianuro Total	CN ⁻	mg/l	0.03	0.10	CUMPLE		CUMPLE
Cloro Activo	Cl	mg/l	0.35	0.50	CUMPLE		CUMPLE
Cloruros	Cl ⁻	meq/l	5.25	28.20	CUMPLE	4.00	NO CUMPLE
Cobre	Cu	mg/l	0.00	1.00	CUMPLE		CUMPLE
Cobalto	Co	mg/l	0.04	0.50	CUMPLE		CUMPLE
Color Real (Dil. 1/20)	Color Real	U.Co/Pt.	Inapreciable	Inapreciable Dil. 1/20	CUMPLE		CUMPLE
Conductividad Eléctrica	-	µS/cm	727.00	-	CUMPLE	700000.00	CUMPLE
Cromo Hexavalente	Cr+6	mg/l	0.03	0.50	CUMPLE		CUMPLE
Demanda Bioquímica de Oxígeno	D.B.O5	mg/l	57.00	100.00	CUMPLE		CUMPLE
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O	mg/l	250.00	200.00	NO CUMPLE		CUMPLE
Fluoruros	F ⁻	mg/l	0.19	5.00	CUMPLE		CUMPLE
Fósforo Total	P	mg/l	7.68	10.00	CUMPLE		CUMPLE
Hierro Total	Fe	mg/l	0.38	10.00	CUMPLE		CUMPLE
Manganeso Total	Mn	mg/l	0.14	2.00	CUMPLE		CUMPLE
Materia Flotante	Presencia/Ausencia	-	presencia	ausencia	NO CUMPLE		CUMPLE
Níquel	Ni	mg/l	0.00	2.00	CUMPLE		CUMPLE
Nitrógeno Amoniacal	N	mg/l	20.00	30.00	CUMPLE		CUMPLE
Nitrógeno Total	N	mg/l	28.00	50.00	CUMPLE	5.00	NO CUMPLE
Oxígeno Disuelto	O2	mg/l	-	-	CUMPLE		CUMPLE
Oxígeno Disuelto % de Saturación	%O2	-	-	-	CUMPLE		CUMPLE
Potencial de Hidrógeno	pH	-	7.66	6 hasta 9	CUMPLE		CUMPLE
Salinidad	-	0/00	0.40	-	CUMPLE		CUMPLE
Sodio	Na	meq/l	3.18	-	CUMPLE	3.00	NO CUMPLE
Sólidos Disueltos Totales	SDT	mg/l	355.00	-	CUMPLE	450.00	CUMPLE
Sólidos Suspensos Totales	SST	mg/l	21.00	130.00	CUMPLE		CUMPLE
Sólidos Totales	ST	mg/l	376.00	1600.00	CUMPLE		CUMPLE
Sulfatos	SO4 ⁻	mg/l	68.00	1000.00	CUMPLE		CUMPLE
Sulfuros	S2	mg/l	0.05	0.50	CUMPLE		CUMPLE
Temperatura	°C	-	-	Cond. Natural ±3	CUMPLE		CUMPLE
Zinc	Zn	mg/l	0.00	5.00	CUMPLE		CUMPLE
Coliformes Fecales	NMP/100ml		<1	2000	NO CUMPLE	0	NO CUMPLE

Fuente: (EMAPA-CEM, 2023) (Ministerio del Medio Ambiente, 2015)

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

En esta figura se puede observar que los parámetros como demanda química de oxígeno (DQO), materia flotante, no cumplen con los límites para la descarga a un cuerpo de agua dulce. De igual forma, se evidencia que parámetros como cloruros, nitrógeno total y sodio no cumplen con los máximos permisibles para su reutilización en riego ornamental. La diferencia entre los valores límites y los resultados de lo laboratorio en ciertos parámetros es mínima, no obstante, es un tema a considerar para la reutilización de las aguas residuales tratadas en el riego de áreas verdes.

Figura 48

Comparación de los análisis de calidad de agua de la urbanización Bonaterra con los límites permisibles del anexo 1 del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del Ambiente

URBANIZACIÓN BONATERRA							
Parámetros	Expresado como	Unidad	Resultado	Límite Máximo Permisible para descarga TABLA # 12 "LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE"	Validación	Límite permisible para reutilizar el agua en riego TABLA # 7 "PARÁMETROS DE LOS NIVELES GUÍA DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO"	Validación
Aluminio	Al	mg/l	0.03	5.00	CUMPLE		CUMPLE
Arsénico	As	mg/l	0.00	0.10	CUMPLE		CUMPLE
Bario	Ba	mg/l	0.00	2.00	CUMPLE		CUMPLE
Boro	B	mg/l	0.24	2.00	CUMPLE	0.70	CUMPLE
Cadmio	Cd	mg/l	0.00	0.02	CUMPLE		CUMPLE
Cianuro Total	CN ⁻	mg/l	0.00	0.10	CUMPLE		CUMPLE
Cloro Activo	Cl	mg/l	0.20	0.50	CUMPLE		CUMPLE
Cloruros	Cl ⁻	meq/l	5.64	28.20	CUMPLE	4.00	NO CUMPLE
Cobre	Cu	mg/l	0.00	1.00	CUMPLE		CUMPLE
Cobalto	Co	mg/l	0.24	0.50	CUMPLE		CUMPLE
Color Real (Dil.1/20)	Color Real	U.Co/Pt.	Inapreciable	Inapreciable Dil. 1/20	CUMPLE		CUMPLE
Conductividad Eléctrica	-	µS/cm	717.00	-	CUMPLE	700000.00	CUMPLE
Cromo Hexavalente	Cr+6	mg/l	0.05	0.50	CUMPLE		CUMPLE
Demanda Bioquímica de Oxígeno	D.B.O5	mg/l	52.00	100.00	CUMPLE		CUMPLE
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O	mg/l	158.00	200.00	CUMPLE		CUMPLE
Fluoruros	F ⁻	mg/l	0.52	5.00	CUMPLE		CUMPLE
Fósforo Total	P	mg/l	10.00	10.00	CUMPLE		CUMPLE
Hierro Total	Fe	mg/l	0.16	10.00	CUMPLE		CUMPLE
Manganeso Total	Mn	mg/l	0.30	2.00	CUMPLE		CUMPLE
Materia Flotante	Presencia/Ausencia	-	ausencia	ausencia	CUMPLE		CUMPLE
Níquel	Ni	mg/l	0.03	2.00	CUMPLE		CUMPLE
Nitrógeno Amoniacal	N	mg/l	13.00	30.00	CUMPLE		CUMPLE
Nitrógeno Total	N	mg/l	24.30	50.00	CUMPLE	5.00	NO CUMPLE
Oxígeno Disuelto	O2	mg/l	-	-	CUMPLE		CUMPLE
Oxígeno Disuelto % de Saturación	%O2	-	-	-	CUMPLE		CUMPLE
Potencial de Hidrógeno	pH	-	7.25	6 hasta 9	CUMPLE		CUMPLE
Salinidad	-	0/00	0.40	-	CUMPLE		CUMPLE
Sodio	Na	meq/l	3.42	-	CUMPLE	3.00	NO CUMPLE
Sólidos Disueltos Totales	SDT	mg/l	355.00	-	CUMPLE	450.00	CUMPLE
Sólidos Suspensos Totales	SST	mg/l	33.00	130.00	CUMPLE		CUMPLE
Sólidos Totales	ST	mg/l	388.00	1600.00	CUMPLE		CUMPLE
Sulfatos	SO4 ⁻	mg/l	54.00	1000.00	CUMPLE		CUMPLE
Sulfuros	S2	mg/l	0.11	0.50	CUMPLE		CUMPLE
Temperatura	°C	-	-	Cond. Natural ±3	CUMPLE		CUMPLE
Zinc	Zn	mg/l	0.00	5.00	CUMPLE		CUMPLE
Coliformes Fecales	NMP/100ml	-	-	2000	CUMPLE	0	CUMPLE

Fuente: (EMAPA-CEM, 2023) (Ministerio del Medio Ambiente, 2015)

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

En la imagen se observa que los parámetros cumplen con los límites para su descarga en un cuerpo de agua dulce. No obstante, para su reutilización en riego, parámetros como sodio, nitrógeno y cloruros presentan valores que sobrepasan los límites de la tabla #7 del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del Ambiente (TULSMA).

Figura 49

Comparación de los análisis de calidad de agua de la urbanización Gran Victoria con los límites permisibles del anexo 1 del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del Ambiente

URBANIZACIÓN GRAN VICTORIA							
Parámetros	Expresado como	Unidad	Resultado	Límite Máximo Permisible para descarga TABLA # 12 "LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE"	Validación	Límite permisible para reutilizar el agua en riego TABLA # 7 "PARÁMETROS DE LOS NIVELES GUÍA DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO"	Validación
Aluminio	Al	mg/l	0.03	5.00	CUMPLE		CUMPLE
Arsénico	As	mg/l	0.00	0.10	CUMPLE		CUMPLE
Bario	Ba	mg/l	0.00	2.00	CUMPLE		CUMPLE
Boro	B	mg/l	0.09	2.00	CUMPLE	0.70	CUMPLE
Cadmio	Cd	mg/l	0.00	0.02	CUMPLE		CUMPLE
Cianuro Total	CN ⁻	mg/l	0.00	0.10	CUMPLE		CUMPLE
Cloro Activo	Cl	mg/l	0.34	0.50	CUMPLE		CUMPLE
Cloruros	Cl ⁻	meq/l	7.28	28.20	CUMPLE	4.00	NO CUMPLE
Cobre	Cu	mg/l	0.00	1.00	CUMPLE		CUMPLE
Cobalto	Co	mg/l	0.04	0.50	CUMPLE		CUMPLE
Color Real (Dil.1/20)	Color Real	U.Co/Pt.	Inapreciable	Inapreciable Dil. 1/20	CUMPLE		CUMPLE
Conductividad Eléctrica	-	µS/cm	863.00	-	CUMPLE	700000.00	CUMPLE
Cromo Hexavalente	Cr+6	mg/l	0.01	0.50	CUMPLE		CUMPLE
Demanda Bioquímica de Oxígeno	D.B.O5	mg/l	43.00	100.00	CUMPLE		CUMPLE
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O	mg/l	63.00	200.00	CUMPLE		CUMPLE
Fluoruros	F ⁻	mg/l	0.73	5.00	CUMPLE		CUMPLE
Fósforo Total	P	mg/l	11.38	10.00	CUMPLE		CUMPLE
Hierro Total	Fe	mg/l	0.01	10.00	CUMPLE		CUMPLE
Manganeso Total	Mn	mg/l	0.15	2.00	CUMPLE		CUMPLE
Materia Flotante	Presencia/Ausencia	-	ausencia	ausencia	CUMPLE		CUMPLE
Níquel	Ni	mg/l	0.00	2.00	CUMPLE		CUMPLE
Nitrógeno Amoniacal	N	mg/l	9.40	30.00	CUMPLE		CUMPLE
Nitrógeno Total	N	mg/l	27.00	50.00	CUMPLE	5.00	NO CUMPLE
Oxígeno Disuelto	O2	mg/l	-	-	CUMPLE		CUMPLE
Oxígeno Disuelto % de Saturación	%O2	-	-	-	CUMPLE		CUMPLE
Potencial de Hidrógeno	pH	-	6.74	6 hasta 9	CUMPLE		CUMPLE
Salinidad	-	0/00	0.40	-	CUMPLE		CUMPLE
Sodio	Na	meq/l	4.41	-	CUMPLE	3.00	NO CUMPLE
Sólidos Disueltos Totales	SDT	mg/l	422.00	-	CUMPLE	450.00	CUMPLE
Sólidos Suspensos Totales	SST	mg/l	5.00	130.00	CUMPLE		CUMPLE
Sólidos Totales	ST	mg/l	427.00	1600.00	CUMPLE		CUMPLE
Sulfatos	SO4 ⁻	mg/l	81.00	1000.00	CUMPLE		CUMPLE
Sulfuros	S2	mg/l	0.02	0.50	CUMPLE		CUMPLE
Temperatura	°C	-	-	Cond. Natural ±3	CUMPLE		CUMPLE
Zinc	Zn	mg/l	0.00	5.00	CUMPLE		CUMPLE
Coliformes Fecales	NMP/100ml	-	-	2000	CUMPLE	0	CUMPLE

Fuente: (EMAPA-CEM, 2023) (Ministerio del Medio Ambiente, 2015)

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Para esta planta de tratamiento, se evidencia que sus descargas cumplen con los valores límites en cada uno de los parámetros. Por otro lado, se puede observar que sodio, nitrógeno y cloruros son parámetros que deberían revisarse en el caso de la reutilización de las aguas para riego, ya que presentan valores que sobrepasan los límites de la tabla #7 del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del Ambiente (TULSMA).

Figura 50

Comparación de los análisis de calidad de agua de la urbanización Mallorca con los límites permisibles del anexo 1 del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del Ambiente

URBANIZACIÓN MALLORCA							
Parámetros	Expresado como	Unidad	Resultado	Límite Máximo Permisible para descarga TABLA # 12 "LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE"	Validación	Límite permisible para reutilizar el agua en riego TABLA # 7 "PARÁMETROS DE LOS NIVELES GUÍA DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO"	Validación
Aluminio	Al	mg/l	0.03	5.00	CUMPLE		CUMPLE
Arsénico	As	mg/l	0.00	0.10	CUMPLE		CUMPLE
Bario	Ba	mg/l	0.00	2.00	CUMPLE		CUMPLE
Boro	B	mg/l	0.15	2.00	CUMPLE	0.70	CUMPLE
Cadmio	Cd	mg/l	0.00	0.02	CUMPLE		CUMPLE
Cianuro Total	CN ⁻	mg/l	0.01	0.10	CUMPLE		CUMPLE
Cloro Activo	Cl	mg/l	0.29	0.50	CUMPLE		CUMPLE
Cloruros	Cl ⁻	meq/l	5.58	28.20	CUMPLE	4.00	NO CUMPLE
Cobre	Cu	mg/l	0.00	1.00	CUMPLE		CUMPLE
Cobalto	Co	mg/l	0.09	0.50	CUMPLE		CUMPLE
Color Real (Dil.1/20)	Color Real	U.Co/Pt.	Inapreciable	Inapreciable Dil. 1/20	CUMPLE		CUMPLE
Conductividad Eléctrica	-	µS/cm	624.00	-	CUMPLE	700000.00	CUMPLE
Cromo Hexavalente	Cr+6	mg/l	0.03	0.50	CUMPLE		CUMPLE
Demanda Bioquímica de Oxígeno	D.B.O5	mg/l	54.00	100.00	CUMPLE		CUMPLE
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O	mg/l	56.00	200.00	CUMPLE		CUMPLE
Fluoruros	F ⁻	mg/l	0.30	5.00	CUMPLE		CUMPLE
Fósforo Total	P	mg/l	10.00	10.00	NO CUMPLE		CUMPLE
Hierro Total	Fe	mg/l	0.17	10.00	CUMPLE		CUMPLE
Manganeso Total	Mn	mg/l	0.21	2.00	CUMPLE		CUMPLE
Materia Flotante	Presencia/Ausencia	-	ausencia	ausencia	CUMPLE		CUMPLE
Níquel	Ni	mg/l	0.01	2.00	CUMPLE		CUMPLE
Nitrógeno Amoniacal	N	mg/l	12.00	30.00	CUMPLE		CUMPLE
Nitrógeno Total	N	mg/l	27.00	50.00	CUMPLE	5.00	NO CUMPLE
Oxígeno Disuelto	O2	mg/l	-	-	CUMPLE		CUMPLE
Oxígeno Disuelto % de Saturación	%O2	-	-	-	CUMPLE		CUMPLE
Potencial de Hidrógeno	pH	-	7.34	6 hasta 9	CUMPLE		CUMPLE
Salinidad	-	0/00	0.30	-	CUMPLE		CUMPLE
Sodio	Na	meq/l	3.39	-	CUMPLE	3.00	NO CUMPLE
Sólidos Disueltos Totales	SDT	mg/l	303.00	-	CUMPLE	450.00	CUMPLE
Sólidos Suspensidos Totales	SST	mg/l	22.00	130.00	CUMPLE		CUMPLE
Sólidos Totales	ST	mg/l	325.00	1600.00	CUMPLE		CUMPLE
Sulfatos	SO4 ⁻	mg/l	51.00	1000.00	CUMPLE		CUMPLE
Sulfuros	S2	mg/l	0.06	0.50	CUMPLE		CUMPLE
Temperatura	°C	-	-	Cond. Natural ±3	CUMPLE		CUMPLE
Zinc	Zn	mg/l	0.04	5.00	CUMPLE		CUMPLE
Coliformes Fecales	NMP/100ml	-	-	2000	CUMPLE	0	CUMPLE

Fuente: (EMAPA-CEM, 2023) (Ministerio del Medio Ambiente, 2015)

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Las descargas que se emiten de la planta de tratamiento de esta urbanización, presentan valores que cumplen con los límites máximos para su descargas en efluentes dulces, sin embargo, el fósforo total llega al valor mínimo se observa que los valores de los parámetros de sodio, nitrógeno y cloruros superan los valores máximos de la tabla #7 del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del Ambiente (TULSMA), por lo que deberían ser tomados en consideración previo a la reutilización en el riego de áreas verdes.

Figura 51

Comparación de los análisis de calidad de agua de la urbanización Napoli con los límites permisibles del anexo 1 del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del Ambiente

URBANIZACIÓN NAPOLI							
Parámetros	Expresado como	Unidad	Resultado	Límite Máximo Permisible para descarga TABLA # 12 "LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE"	Validación	Límite permisible para reutilizar el agua en riego TABLA # 7 "PARÁMETROS DE LOS NIVELES GUÍA DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO"	Validación
Aluminio	Al	mg/l	0.08	5.00	CUMPLE		CUMPLE
Arsénico	As	mg/l	0.06	0.10	CUMPLE		CUMPLE
Bario	Ba	mg/l	5.00	2.00	NO CUMPLE		CUMPLE
Boro	B	mg/l	0.00	2.00	CUMPLE	0.70	CUMPLE
Cadmio	Cd	mg/l	0.00	0.02	CUMPLE		CUMPLE
Cianuro Total	CN ⁻	mg/l	0.01	0.10	CUMPLE		CUMPLE
Cloro Activo	Cl	mg/l	0.35	0.50	CUMPLE		CUMPLE
Cloruros	Cl ⁻	meq/l	4.40	28.20	CUMPLE	4.00	NO CUMPLE
Cobre	Cu	mg/l	0.00	1.00	CUMPLE		CUMPLE
Cobalto	Co	mg/l	0.14	0.50	CUMPLE		CUMPLE
Color Real (Dil.1/20)	Color Real	U.Co/Pt.	Inapreciable	Inapreciable Dil. 1/20	CUMPLE		CUMPLE
Conductividad Eléctrica	-	µS/cm	728.00	-	CUMPLE	700000.00	CUMPLE
Cromo Hexavalente	Cr+6	mg/l	0.08	0.50	CUMPLE		CUMPLE
Demanda Bioquímica de Oxígeno	D.B.O5	mg/l	32.00	100.00	CUMPLE		CUMPLE
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O	mg/l	161.00	200.00	CUMPLE		CUMPLE
Fluoruros	F ⁻	mg/l	0.00	5.00	CUMPLE		CUMPLE
Fósforo Total	P	mg/l	7.90	10.00	CUMPLE		CUMPLE
Hierro Total	Fe	mg/l	0.16	10.00	CUMPLE		CUMPLE
Manganeso Total	Mn	mg/l	0.23	2.00	CUMPLE		CUMPLE
Materia Flotante	Presencia/Ausencia	-	ausencia	ausencia	CUMPLE		CUMPLE
Níquel	Ni	mg/l	0.02	2.00	CUMPLE		CUMPLE
Nitrógeno Amoniacal	N	mg/l	25.00	30.00	CUMPLE		CUMPLE
Nitrógeno Total	N	mg/l	34.40	50.00	CUMPLE	5.00	NO CUMPLE
Oxígeno Disuelto	O2	mg/l	-	-	CUMPLE		CUMPLE
Oxígeno Disuelto % de Saturación	%O2	-	-	-	CUMPLE		CUMPLE
Potencial de Hidrógeno	pH	-	7.09	6 hasta 9	CUMPLE		CUMPLE
Salinidad	-	0/00	0.40	-	CUMPLE		CUMPLE
Sodio	Na	meq/l	2.67	-	CUMPLE	3.00	CUMPLE
Sólidos Disueltos Totales	SDT	mg/l	355.00	-	CUMPLE	450.00	CUMPLE
Sólidos Suspensos Totales	SST	mg/l	57.00	130.00	CUMPLE		CUMPLE
Sólidos Totales	ST	mg/l	412.00	1600.00	CUMPLE		CUMPLE
Sulfatos	SO4 ⁻	mg/l	32.00	1000.00	CUMPLE		CUMPLE
Sulfuros	S2	mg/l	0.13	0.50	CUMPLE		CUMPLE
Temperatura	°C	-	-	Cond. Natural ±3	CUMPLE		CUMPLE
Zinc	Zn	mg/l	0.02	5.00	CUMPLE		CUMPLE
Coliformes Fecales	NMP/100ml	-	-	2000	CUMPLE	0	CUMPLE

Fuente: (EMAPA-CEM, 2023) (Ministerio del Medio Ambiente, 2015)

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

En esta imagen se observa que, a excepción del parámetro de Bario, las descargas cumplen con los valores de los límites máximos. De igual forma, se debe de considerar que los cloruros y el nitrógeno total son parámetros que se encuentran sobre los valores de la tabla #7 del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del Ambiente (TULSMA), para su reutilización en riego.

Figura 52

Comparación de los análisis de calidad de agua de la urbanización Marina D'or Park con los límites permisibles del anexo 1 del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del Ambiente

URBANIZACIÓN MARINA D'OR PARK							
Parámetros	Expresado como	Unidad	Resultado	Límite Máximo Permisible para descarga TABLA # 12 "LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE"	Validación	Límite permisible para reutilizar el agua en riego TABLA # 7 "PARÁMETROS DE LOS NIVELES GUÍA DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO"	Validación
Aluminio	Al	mg/l	0.00	5.00	CUMPLE		CUMPLE
Arsénico	As	mg/l	0.03	0.10	CUMPLE		CUMPLE
Bario	Ba	mg/l	0.00	2.00	CUMPLE		CUMPLE
Boro	B	mg/l	0.00	2.00	CUMPLE	0.70	CUMPLE
Cadmio	Cd	mg/l	0.00	0.02	CUMPLE		CUMPLE
Cianuro Total	CN ⁻	mg/l	0.01	0.10	CUMPLE		CUMPLE
Cloro Activo	Cl	mg/l	0.20	0.50	CUMPLE		CUMPLE
Cloruros	Cl ⁻	meq/l	2.31	28.20	CUMPLE	4.00	CUMPLE
Cobre	Cu	mg/l	0.00	1.00	CUMPLE		CUMPLE
Cobalto	Co	mg/l	0.07	0.50	CUMPLE		CUMPLE
Color Real (Dil.1/20)	Color Real	U.Co/Pt.	Inapreciable	Inapreciable Dil. 1/20	CUMPLE		CUMPLE
Conductividad Eléctrica	-	µS/cm	717.00	-	CUMPLE	700000.00	CUMPLE
Cromo Hexavalente	Cr+6	mg/l	0.01	0.50	CUMPLE		CUMPLE
Demanda Bioquímica de Oxígeno	D.B.O5	mg/l	20.00	100.00	CUMPLE		CUMPLE
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O	mg/l	76.00	200.00	CUMPLE		CUMPLE
Fluoruros	F ⁻	mg/l	0.95	5.00	CUMPLE		CUMPLE
Fósforo Total	P	mg/l	13.08	10.00	NO CUMPLE		CUMPLE
Hierro Total	Fe	mg/l	0.09	10.00	CUMPLE		CUMPLE
Manganeso Total	Mn	mg/l	0.13	2.00	CUMPLE		CUMPLE
Materia Flotante	Presencia/Ausencia	-	ausencia	ausencia	CUMPLE		CUMPLE
Níquel	Ni	mg/l	0.00	2.00	CUMPLE		CUMPLE
Nitrógeno Amoniacal	N	mg/l	12.60	30.00	CUMPLE		CUMPLE
Nitrógeno Total	N	mg/l	16.00	50.00	CUMPLE	5.00	NO CUMPLE
Oxígeno Disuelto	O2	mg/l	0.32	-	CUMPLE		CUMPLE
Oxígeno Disuelto % de Saturación	%O2	-	41	-	CUMPLE		CUMPLE
Potencial de Hidrógeno	pH	-	6.47	6 hasta 9	CUMPLE		CUMPLE
Salinidad	-	0/00	0.30	-	CUMPLE		CUMPLE
Sodio	Na	meq/l	1.40	-	CUMPLE	3.00	CUMPLE
Sólidos Disueltos Totales	SDT	mg/l	349.00	-	CUMPLE	450.00	CUMPLE
Sólidos Suspendedos Totales	SST	mg/l	29.00	130.00	CUMPLE		CUMPLE
Sólidos Totales	ST	mg/l	378.00	1600.00	CUMPLE		CUMPLE
Sulfatos	SO4 ⁻	mg/l	10.00	1000.00	CUMPLE		CUMPLE
Sulfuros	S2	mg/l	0.03	0.50	CUMPLE		CUMPLE
Temperatura	°C	-	28.9	Cond. Natural ±3	CUMPLE		CUMPLE
Zinc	Zn	mg/l	0.00	5.00	CUMPLE		CUMPLE
Coliformes Fecales	NMP/100ml	-	-	2000	CUMPLE	0	CUMPLE

Fuente: (EMAPA-CEM, 2023) (Ministerio del Medio Ambiente, 2015)

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

En esta imagen se observa que, a excepción del parámetro de hierro, las descargas cumplen con los valores de los límites máximos. De igual forma, se debe de considerar nitrógeno total se encuentra sobre los valores de la tabla #7 del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del Ambiente (TULSMA), lo que se debería considerar previo a su reutilización en riego.

Figura 53

Comparación de los análisis de calidad de agua de la urbanización Ciudad del Valle con los límites permisibles del anexo 1 del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del Ambiente

URBANIZACIÓN CIUDAD DEL VALLE							
Parámetros	Expresado como	Unidad	Resultado	Límite Máximo Permisible para descarga TABLA # 12 "LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE"	Validación	Límite permisible para reutilizar el agua en riego TABLA # 7 "PARÁMETROS DE LOS NIVELES GUÍA DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO"	Validación
Aluminio	Al	mg/l	0.01	5.00	CUMPLE		CUMPLE
Arsénico	As	mg/l	0.01	0.10	CUMPLE		CUMPLE
Bario	Ba	mg/l	0.00	2.00	CUMPLE		CUMPLE
Boro	B	mg/l	0.03	2.00	CUMPLE	0.70	CUMPLE
Cadmio	Cd	mg/l	0.00	0.02	CUMPLE		CUMPLE
Cianuro Total	CN ⁻	mg/l	0.01	0.10	CUMPLE		CUMPLE
Cloro Activo	Cl	mg/l	0.27	0.50	CUMPLE		CUMPLE
Cloruros	Cl ⁻	meq/l	4.51	28.20	CUMPLE	4.00	NO CUMPLE
Cobre	Cu	mg/l	0.00	1.00	CUMPLE		CUMPLE
Cobalto	Co	mg/l	0.06	0.50	CUMPLE		CUMPLE
Color Real (Dil.1/20)	Color Real	U.Co/Pt.	Inapreciable	Inapreciable Dil. 1/20	CUMPLE		CUMPLE
Conductividad Eléctrica	-	µS/cm	1044.00	-	CUMPLE	700000.00	CUMPLE
Cromo Hexavalente	Cr+6	mg/l	0.01	0.50	CUMPLE		CUMPLE
Demanda Bioquímica de Oxígeno	D.B.O5	mg/l	51.00	100.00	CUMPLE		CUMPLE
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O	mg/l	75.00	200.00	CUMPLE		CUMPLE
Fluoruros	F ⁻	mg/l	0.41	5.00	CUMPLE		CUMPLE
Fósforo Total	P	mg/l	3.28	10.00	CUMPLE		CUMPLE
Hierro Total	Fe	mg/l	0.10	10.00	CUMPLE		CUMPLE
Manganeso Total	Mn	mg/l	0.13	2.00	CUMPLE		CUMPLE
Materia Flotante	Presencia/Ausencia	-	ausencia	ausencia	CUMPLE		CUMPLE
Níquel	Ni	mg/l	0.01	2.00	CUMPLE		CUMPLE
Nitrógeno Amoniacal	N	mg/l	8.00	30.00	CUMPLE		CUMPLE
Nitrógeno Total	N	mg/l	13.00	50.00	CUMPLE	5.00	NO CUMPLE
Oxígeno Disuelto	O2	mg/l	-	-	CUMPLE		CUMPLE
Oxígeno Disuelto % de Saturación	%O2	-	-	-	CUMPLE		CUMPLE
Potencial de Hidrógeno	pH	-	7.71	6 hasta 9	CUMPLE		CUMPLE
Salinidad	-	0/00	0.50	-	CUMPLE		CUMPLE
Sodio	Na	meq/l	2.74	-	CUMPLE	3.00	CUMPLE
Sólidos Disueltos Totales	SDT	mg/l	513.00	-	CUMPLE	450.00	NO CUMPLE
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	4.00	130.00	CUMPLE		CUMPLE
Sólidos Totales	ST	mg/l	517.00	1600.00	CUMPLE		CUMPLE
Sulfatos	SO4 ⁻	mg/l	109.00	1000.00	CUMPLE		CUMPLE
Sulfuros	S2	mg/l	0.01	0.50	CUMPLE		CUMPLE
Temperatura	°C	-	-	Cond. Natural ±3	CUMPLE		CUMPLE
Zinc	Zn	mg/l	0.03	5.00	CUMPLE		CUMPLE
Coliformes Fecales	NMP/100ml			2000	CUMPLE	0	CUMPLE

Fuente: (EMAPA-CEM, 2023) (Ministerio del Medio Ambiente, 2015)

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

De esta imagen se puede destacar que todos los parámetros de descarga cumplen con los límites máximos. No obstante, el parámetro de sodios, nitrógeno y cloruros no cumplen con los límites para su reutilización.

A todo esto, se realizó una consulta al ing. Mario García, actual gerente general de EMAPAG, quien, revisando los resultados de los análisis de calidad de agua, indicaba que se tendría que realizar una revisión de los procesos internos de cada depuradora, pero que, en sí, la calidad de agua puede ser directamente utilizada para el riego de las áreas verdes. No obstante, también considera al ser una zona residencial, podría existir alguna afectación a los moradores, por lo que una alternativa que podría ayudar a mitigar este impacto sería la utilización de un filtro de zeolita previo a la reutilización.

4.4.3. Usos de las aguas residuales tratadas, beneficios y limitaciones:

Se ha realizado entrevista a diversos especialistas del área, en conjunto con la revisión literaria, lo que, permitirá identificar los beneficios y limitaciones del aprovechamiento de las aguas residuales tratadas en la gestión de los recursos hídricos.

4.4.3.1. Resultados de las entrevistas: Las entrevistas fueron realizadas a los siguientes especialistas:

Entrevista realizada al ing. Yuri Navarrete. El día 16 de enero del año 2024 se realizó una entrevista al ing. Yuri Navarrete, dueño y gerente de la compañía ARTE RIEGO S.A.S., el cual ha trabajado diseñando e instalando las redes de riego en proyectos entre los que destaca La Joya, Villa del Rey, Ciudad Celeste. La entrevista comenzó a las 21:30 y culminó a las 22:15, fue realizada online por medio de la aplicación de Google Meet.

El Ingeniero Yuri comenta que el reutilizar las aguas residuales tratadas es un tema que se ha venido utilizando en ciertas urbanizaciones que buscan reducir el consumo de agua potable para el riego de las áreas verdes. Así mismo, considera la tendencia es descargar directamente las aguas a los efluentes, no obstante, el aprovechar las aguas residuales tratadas beneficia tanto a los urbanizadores quienes ven una disminución en los pagos por consumo de agua potable como en la afectación a la flora y fauna de los cuerpos de agua.

De igual forma indica que, usualmente las entidades privadas se preocupan por realizar proyectos sostenibles en donde se evidencia la gestión de recursos hídricos. Explica que trabajos que ha realizado para las urbanizaciones antes mencionadas han sido mediante la utilización de aguas residuales tratadas mediante un sistema presurizado que parte de una piscina que recolecta el agua residual tratada desde donde las aguas son bombeadas a una cisterna en cada una de las etapas de la urbanización.

Paralelamente, el ing. Yuri detalla que una de las limitaciones para el aprovechamiento de los efluentes tratados, así como la gestión de recursos hídricos, se da sea por falta de concienciación y procesos adecuados dentro de las depuradoras. Considera que existe un temor porque el agua pueda ser ingerida o manipulada de forma no adecuada, lo que puede afectar a la salud de las personas. Además, expresa que las plantas de tratamiento controladas bajo entidades públicas solo cumplen con los requerimientos que permitan descargar

las aguas a los efluentes en base a los parámetros del TULSMA, lo cual no es adecuado para el riego. Si el agua cumple con los parámetros para su reutilización en riego, las plantas ornamentales mantendrán sus colores.

Finalmente expresa que uno de los incentivos se podría realizar como incentivo para que más entidades se sumen al aprovechamiento de las aguas residuales sería el reducir las tasas de impuestos, además de que, el reutilizar las aguas en riego puede ahorrar en un 80%, en relación a la utilización de agua potable. Concluye comentando que el aprovechamiento de las aguas es beneficioso tanto en zonas urbanas como rurales. Más aún si se considera al Canal San Pedro, ya que, en recorrido, sus aguas también son aprovechados para el riego agrícola, lo cual puede generar una afectación a la salud humana.

Entrevista realizada al ing. Luis Antonio Segovia. El día 17 de enero del año 2024 se realizó una entrevista al ing. Luis Antonio Segovia, gerente de la compañía ARCSEG S.A.S., quien ha trabajado en el área hidrosanitaria en diversas obras de la ciudad de Guayaquil y Daule durante los últimos 20 años. Comenta que recientemente ha realizado un estudio sobre el comportamiento del estero Buijo, en el que destaca que tanto la zona de la puntilla como la Parroquia La Aurora, posee un sistema de canales interconectados cuya finalidad es, a través de las mareas distribuir las aguas a diferentes lotes, que anteriormente eran usado en la agricultura. Además de que indica que es relevante el establecer estudios en el sector que permitan prever futuras inundaciones por medio de tecnologías sostenibles.

Para el ing. Segovia, la gestión de recursos hídricos es un tema de importan y que permite reservar y aprovechar el agua en todas las actividades. Comenta que dentro de las gestiones que ha evidenciado a nivel nacional se encuentra los estudios constantes en el río Guayas que buscan nuevas alternativas para cuando no existan muchos recursos hídricos que permitan abastecer a la población de la ciudad de Guayaquil. Igualmente, considera que la limitante principal para realizar tanto estudios como ejecución de proyectos para la gestión de los recursos hídricos se encuentra principalmente en la falta de recursos económicos.

De igual forma, el ing. Segovia comenta que la reutilización de las aguas facilita la gestión de los recursos hídricos, por lo que en el ecuador existen normativas que permitan el aprovechamiento de las aguas tratadas. Considera

que uno de los mejores sistemas de tratamiento de las aguas residuales es los lodos activados, ya que estos permiten que el agua que sale de la depuradora cumpla satisfactoriamente los parámetros de calidad de agua establecidos por el Ministerio del Medio Ambiente. Los principales problemas que se puede presentar en una depuradora son producto de una adecuada aplicación de los químicos y operación. No obstante, si estos son controlados, la calidad de agua que se descarga permite su reutilización en el riego ornamental. Estima que reutilizando las aguas que salen de las plantas de tratamiento, se puede ahorrar aproximadamente un 70% del consumo de agua potable.

Entrevista realizada al ing. Pablo Paredes. El día 17 de enero del año 2024 se realizó una entrevista al ing. Pablo Paredes, funcionario de la empresa pública EMAPAG. En los primeros minutos de la entrevista el ing. Pablo comentó que la gestión de recursos hídricos toma en cuenta que debe haber una buena planificación y organización de todo el sistema que tiene que ver con recursos hídricos, ríos, el aprovechamiento correcto de ríos, que mantengan los cauces normales y los usos que se le den al río sean el adecuado. Así como la importancia de la protección de las zonas costeras, ya que puede haber inundaciones, subida de nivel de agua que en ciertas lluvias afecten y además toma en cuenta el tema de la sedimentación de los ríos.

Explica que el río Daule tiene bastante acumulación de caudales que aportan otros ríos, mismos que parten desde cerros y que en su paso traen partículas sólidas que generan sedimentación. Estos pueden llegar a crear islas en algunos cuerpos de agua. Considera que en el Ecuador existe una gestión de recursos hídricos en las instituciones, lo que no se está produciendo es una adecuada implementación de la gestión, que a veces no es por falta de conocimiento, más bien es por falta de recursos. Antes se escuchaba entre SENAGUA y CORPECUADOR, si había algún proyecto de protección de taludes, rápidamente se ejecutaban. Por lo menos, proteger los taludes cerca de las costas, fueron implementados debido a diversos organismos hace unos 15 o 20 años atrás y resultó. Debería haber un organismo más que maneje más recursos económicos, que permita la protección de taludes y control de sedimentos.

Para el ing. Paredes la parte económica es prioritaria, ya que una institución que debe de tener fondos para gestionar los proyectos de gestión de

recursos hídricos. Además, debe de haber una adecuada planificación por personas personalizadas. Indica que EMAPAG, trata de buscar empresas internacionales reconocidas para estos fines. Un ejemplo de esto es la evaluación de los posibles impactos para las aguas lluvias, cuyos estudios fueron ejecutados por una empresa holandesa. Expresa particularmente que Holanda tienen bastante experiencia, ayudaron en proponer medidas, en caso de que se produzca cambios de nivel del río Daule.

Las estrategias que podrían implementarse para una buena planificación de los recursos hídricos, sería, primero regular los caudales de los ríos y los usos de los ríos en diversas zonas. En España se manejan por sistema de cuencas hidrográficas. Los municipios tratan el agua en todas las etapas del río, segundo generar multas en caso de que no se realice un tratamiento a las aguas residuales y, por último, debería incentivarse a los operadores de las plantas con algún crédito o incentivo económico.

Cuando uno realmente diseña una planta de tratamiento, una trata que el vertido que sale de la planta afecte lo menos posible al cuerpo hídrico. Sin embargo el reducir los impactos ambientales, sociales y económicos es fin del desarrollo sostenible y economía circular. en el Ecuador no hay mucho reúso de aguas residuales. En otros países, el caso de México el distrito federal el agua que sale de las plantas a veces se usa para el riego, no para plantas comestibles, si no para plantas no comestibles.

Para concluir, expresa que, en Samborondón, el agua de las plantas de tratamiento es reutilizadas en el riego. Esta reutilización es económicamente conveniente, lo que si hay que tener cuidado es los metales pesados, esos no pueden caer en el riego. Estas situaciones podrían evitarse si hay un adecuado control, por lo que hay que tener una persona que debe de estar monitoreando en ciertas horas.

4.4.3.2. Análisis de los beneficios y limitaciones del aprovechamiento de las aguas residuales: Tanto con la información obtenida en la entrevista como en datos recolectado mediante la revisión literaria, se puede destacar lo siguiente:

Beneficios del aprovechamiento de las aguas residuales.

- Conservación de los cuerpos hídricos: Permite disminuir la dependencia de agua potable para usos no potables como lo son

riego de áreas verdes, lo que permitiría reservar el suministro de agua dulce para usos necesarios.

- Reduce la contaminación: Existe una menor aportación a los cuerpos de agua cercanos a las localidades.
- Beneficio económico: Puede llegar a existir un ahorro de entre el 70% al 80%, con respecto al consumo de agua potable para el riego de las áreas verdes. Se estima aproximadamente, que a partir de los 29000 m³, existe un beneficio económico.

Limitaciones del aprovechamiento de las aguas residuales:

- Infraestructura adecuada: Las depuradoras deben de contar con la infraestructura y los equipos adecuados. Además, los procesos internos para el tratamiento deben de tener un monitoreo constante, lo que requiere de recursos económicos. El diseñar y construir una planta de tratamiento con tecnología de lodos activados, puede llegar a costar alrededor 1.5 millones de dólares para una población de 5000 habitantes. Se considera que el mantenimiento y monitoreo de las depuradoras es aproximadamente 10% anual del costo de inversión.
- Riesgo de la salud: Si el proceso de tratamiento no es adecuado, las aguas pueden llegar a contener patógenos o contaminantes, lo que puede afectar a la salud de los moradores.
- Percepción pública: Al no existir una conciencia sobre el aprovechamiento de las aguas residuales tratadas, puede existir resistencia o falta de aceptación.

En el caso de las urbanizaciones de la zona, todas cuentan con la infraestructura para depurar las aguas residuales. Los análisis de calidad de agua, demostraron que, en ciertos parámetros, no cumplen con límites máximos para el aprovechamiento de estas aguas. No obstante, se realizó la consulta a los especialistas previamente entrevistados e indicaron que solo necesario revisar los procesos operativos, cantidad de químicos y calidad de los mismos, así como un monitoreo constante, para que las aguas tratadas cumplan los parámetros y no afecta a las áreas verdes. De igual forma, si se desea disminuir

cualquier afectación que podría causarse a los residentes, es recomendable, entre otras acciones la utilización de filtros de zeolita.

4.4.3.3. Matriz de Leopold: Para identificar la viabilidad ambiental de la reutilización de las aguas residuales en el riego de las áreas verdes, se ha empleado una matriz de Leopold.

El estudio ambiental por medio de esta matriz, requiere la identificación de la magnitud y de la importancia. Ambos términos, considera valores en base a condiciones como grado, tamaño y características. Es por ello que, los valores obtenidos en la magnitud son cuantitativos, mientras que, los relacionados con la importancia, son cualitativos. De igual forma, dentro de la matriz, el en el eje horizontal se ubican las acciones, mientras que las condiciones van ubicadas en el eje vertical (Ponce, s.f.). Las tablas de Leopold para las acciones y condiciones listadas, se adjuntan en un anexo.

A todo esto, se presenta la matriz de Leopold con respecto a la reutilización de las aguas residuales tratadas para el riego de las áreas verdes:

Se ha considerado para la evaluación de los resultados obtenidos en la matriz los siguientes rangos:

Figura 55

Parámetros de calificación de resultados de la matriz de Leopold

Calificación negativa		
Irrelevantes	0	-57.5
Moderados	-57.5	-115
Severos	-115	-172.5
Críticos		> -230
Calificación positiva		
Poco importante	0	77
Importante	77	154
Muy importante		> 154

Fuente: (Evaluación del impacto ambiental, 2023)

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

En las afectaciones negativas, se tiene un total de 62, lo cual lo clasifica en un rango moderado, mientras que las afectaciones positivas suman un recuento de 168, lo cual lo clasifica en muy importante. De esto se puede entender que, pese a que existen ciertos criterios ambientales que se deben de mejorar, el aprovechamiento de las aguas residuales tratadas para el riego de las áreas verdes, es ambientalmente viable.

4.5. Propuesta:

Hasta el momento se ha identificado que la utilización de las aguas residuales tratadas es técnica y ambientalmente viable. La introducción del uso de aguas residuales tratadas en este análisis no solo aporta un componente ambiental valioso al considerar recursos hídricos previamente utilizados, sino que también presenta la oportunidad de lograr una reducción significativa de costos asociados al suministro de agua en estas urbanizaciones. Al incorporar aguas residuales tratadas en las áreas urbanas, se puede optimizar la gestión de los recursos hídricos, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental. Siempre y cuando, la calidad de agua sea la adecuada y cumpla con los parámetros ambientales para su reutilización, puede llegar a ser una alternativa rentable.

Desde una perspectiva económica, la implementación de esta estrategia podría resultar en una reducción significativa de los costos asociados al suministro de agua en estas urbanizaciones. Al disminuir la dependencia de fuentes de agua potable convencionales, se podrían generar ahorros en términos de costos de tratamiento y distribución de agua potable, contribuyendo así a la eficiencia financiera de las urbanizaciones.

En los siguientes apartados se detallará la información necesaria que permita identificar si el aprovechamiento de las aguas es económicamente viable.

4.5.1. Consumo de agua para riego de áreas verdes:

Para poder estimar el consumo de agua de riego, se ha realizado una contabilización de las áreas verdes en las distintas urbanizaciones. Estas se han obtenido mediante la utilización de imágenes georreferenciadas. Los datos obtenidos se presentan a continuación:

Tabla 29

Áreas verdes y consumo de agua para riego.

Urbanización / Cantidad de áreas verdes	Población	Áreas verdes m ²	Consumo de Agua m ³
Urb. Nueva aurora	1210	126434,59	58,16
Urb. Marina D'or Park	2015	70892,81	17,49
Urb. Cataluña	3705	172678,69	64,47
Urb. Milann	4670	239040,87	84,43
Urb. brisas del norte	900	82585,88	11,54
Urb. Napoli	3090	150272,34	42,03
Urb. Villanova	2620	147469,40	27,14
Urb. Gran victoria	3050	128050,89	5,40
Urb. Valle	2580	102112,26	0,00
Urb. Compostela	1140	77737,03	27,31
Urb. Málaga II	6265	227748,33	71,20
Urbanización Savalí	920	50915,09	0,00
Urbanización Logare	1490	78545,52	23,57
Sumatoria	33655,00	1654483,70	432,74
Promedio	66100,00	127267,98	33,29

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

El análisis del consumo de agua en metros cuadrados para las áreas verdes de las diferentes urbanizaciones revela patrones interesantes, que pueden tener implicaciones significativas para la gestión sostenible del agua y el diseño urbano. Entre las urbanizaciones, "Milann" se destaca con la mayor extensión de áreas verdes, registrando un total de 239040.87 metros cuadrados. Esto sugiere un enfoque consciente hacia la incorporación de espacios verdes

en el diseño urbano, lo cual puede tener beneficios tanto estéticos como ambientales.

En contraste, "Valle" y "Savali" presentan un consumo de agua nulo para áreas verdes. Este dato puede deberse a la falta de desarrollo de estas áreas o a una gestión eficiente del agua que podría servir como ejemplo para otras urbanizaciones. La evaluación de las prácticas y estrategias utilizadas en estas áreas podría proporcionar insights valiosos para el manejo sostenible del agua en contextos urbanos. Además, la relación entre el tamaño de la urbanización y la extensión de áreas verdes puede indicar la eficiencia en la asignación de espacio para el beneficio ambiental y comunitario. Urbanizaciones más grandes, como "Nueva Aurora" y "Cataluña", presentan áreas verdes considerables, lo que puede sugerir una planificación consciente del paisaje urbano.

En términos de eficiencia en el consumo de agua por metro cuadrado de área verde, "Gran Victoria" y "Brisas del Norte" son notables al tener un menor consumo en relación con el tamaño de sus áreas verdes. Este dato puede indicar prácticas de riego más eficientes o la utilización de vegetación adaptada a condiciones locales, ejemplificando enfoques que podrían replicarse para optimizar el consumo de agua en áreas verdes urbanas.

4.5.2. Identificación de alternativas.

Para la reutilización de las aguas residuales tratadas se ha seleccionado 3 alternativas, tanque plástico, cisterna y almacenamiento abierto, las cuales se detallan a continuación:

Tanque Plástico:

- Capacidad y Tamaño: Los tanques plásticos suelen ofrecer una variedad de capacidades y tamaños. En este caso, el tanque de 10000 litros o más podría ser más adecuado para cubrir la demanda promedio de 50 metros cúbicos por área verde en las urbanizaciones.
- Durabilidad: Dependiendo de la marca y la calidad del plástico, los tanques plásticos pueden ser duraderos y resistentes a la corrosión, lo que garantiza una vida útil prolongada si se mantienen en un sitio con poca exposición solar.

- Fácil Instalación: Los tanques plásticos son generalmente más ligeros y más fáciles de transportar e instalar en comparación con las cisternas de hormigón.

Cisterna de Hormigón:

- Durabilidad y Resistencia: Las cisternas de hormigón son conocidas por su durabilidad y resistencia. Son capaces de soportar condiciones climáticas extremas y ofrecen una solución a largo plazo.
- Estética y Personalización: Las cisternas de hormigón pueden diseñarse de manera personalizada para integrarse estéticamente con la arquitectura circundante, lo que podría ser importante en entornos urbanos.
- Capacidad Variada: Al igual que los tanques plásticos, las cisternas de hormigón están disponibles en varias capacidades, lo que permite adaptarse a las necesidades específicas del proyecto.

Almacenamiento abiertos:

- Fácil Instalación: Su instalación depende de excavación de la implementación de un material de geotextil.
- Estética y Personalización: Las piscinas dependiendo de su ubicación puede servir como un espacio recreativo, un ejemplo de esto son las lagunas que se encuentran en el parque samanes.

4.5.3. Dimensión de almacenamiento de las aguas residuales tratadas

El cálculo del promedio de los volúmenes de agua en metros cúbicos, establecido en 33,30 metros cúbicos por área verde en cada urbanización. Se ha considerado este valor como indicador significativo que arroja luz sobre la distribución y utilización del agua para el riego de las áreas verdes en las urbanizaciones que se encuentran en el área de estudio. Este promedio sugiere que se asigna un volumen considerable de agua para mantener y preservar las áreas verdes en cada urbanización, subrayando la importancia otorgada a estos espacios en el diseño y la planificación urbana. Esta asignación de agua a las áreas verdes indica un compromiso hacia la creación y el mantenimiento de entornos urbanos sostenibles y estéticamente agradables. La preservación de áreas verdes no solo contribuye a la calidad de vida de los residentes,

proporcionando espacios recreativos y estéticamente atractivos, sino que también desempeña un papel crucial en la salud ambiental al fomentar la biodiversidad, absorber dióxido de carbono y mejorar la calidad del aire.

Estrategias como el riego eficiente, la utilización de plantas autóctonas y la captación de agua de lluvia pueden ser consideradas para optimizar el consumo de agua en las áreas verdes sin comprometer su vitalidad y funcionalidad. En el análisis de estos promedios, se podría también explorar cómo diferentes urbanizaciones han abordado la gestión del agua en sus áreas verdes. Aquellas que han implementado tecnologías sostenibles podrían servir como modelos para otras comunidades, fomentando la adopción de enfoques más eficientes y respetuosos con el medio ambiente en la gestión del agua en entornos urbanos.

Con esto, se considera las dimensiones para las alternativas previamente mencionadas:

Tanques plásticos:

Al analizar esta asignación promedio, se vislumbra la importancia de seleccionar tanques de almacenamiento de agua adecuados para asegurar un suministro constante y sostenible para el riego de áreas verdes en cada urbanización. En este contexto, la opción más recomendable podría ser la del tanque plástico de 10000 litros o más, principalmente debido a su capacidad sustancial. La capacidad del tanque plástico de 10000 litros o superior se alinea de manera coherente con la demanda promedio establecida por área verde. Este tipo de tanques proporciona una reserva considerable que puede satisfacer las necesidades de riego de áreas verdes a lo largo del tiempo, incluso en condiciones de alta demanda hídrica. Además, su construcción de plástico, resistente y duradera, garantiza la seguridad del almacenamiento a largo plazo y minimiza el riesgo de corrosión, siempre y cuando se sea directamente expuesto a la luz solar.

La elección de tanques de mayor capacidad no solo se traduce en una gestión más eficiente del agua, sino que también puede tener beneficios económicos a largo plazo al reducir la necesidad de recargas frecuentes y mantener un suministro constante. La inversión en tanques de almacenamiento más grandes se alinea con prácticas sostenibles y estrategias de conservación

del agua, contribuyendo así a la creación de entornos urbanos más respetuosos con el medio ambiente.

Cisterna:

La cisterna de mayor capacidad para 34 m³, presenta un largo 2,85 m por un ancho de 4 m con una profundidad de 3 metros. Esta opción es especialmente indicada para proyectos que demandan un almacenamiento sustancial de agua, como grandes instalaciones industriales, agrícolas o comerciales. Su tamaño más grande permite gestionar volúmenes significativos de agua, asegurando un suministro constante y confiable. Su capacidad considerable la convierte en una elección robusta y versátil para proyectos que requieren una reserva de agua significativa. La dimensión equilibrada de esta cisterna permite adaptarse a diversas aplicaciones, proporcionando flexibilidad y eficiencia en el almacenamiento de agua. Sin embargo, es fundamental evaluar las necesidades específicas y las limitaciones de espacio antes de tomar una decisión final.

Almacenamiento abierto o lagunas:

La tercera alternativa sería el utilizar almacenamiento abiertos tipo laguna. Se ha considerado una dimensión de 6 m x 4m x 5 m. Es ideal para instituciones o entidades que posean de un área libre que pueda ser utilizado como laguna recreativa o como una estructura parte de la planta de tratamiento.

4.5.4. Estimación de costos.

Para indicar costos referente a las alternativas mencionadas, se despreciará en este apartado los costos por operación. La finalidad de este ítem es comparar costos de inversión inicial.

Tabla 30

Presupuesto estimativo Alternativa 1.

PRESUPUESTO ESTIMATIVO DE ALTERNATIVA 1: TANQUES PLÁSTICOS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	Estudios de ingeniería (10%)	Gb	1	\$ 1.600,00	\$ 1,600,00
2	Suministro del sistema de almacenamiento	U	4	\$ 2.000,00	\$ 8,000,00
3	Obra civil	U	1	\$ 1.500,00	\$ 1,500,00
4	Red de riego e instalación del tanque	U	1	\$ 5.500,00	\$ 5,500,00

5	Otros costos, obras complementarias, imprevistos	Gb	1	\$ 1.000,00	\$ 1,000,00
TOTAL					\$ 17.600,00
Duración (Diseño + Construcción): 60 días					

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

El monto total de la alternativa 1 – tanques plásticos es de 17600 dólares y tiene una duración de 60 días.

Tabla 31

Presupuesto estimativo Alternativa 2.

PRESUPUESTO ESTIMATIVO DE ALTERNATIVA 2: CISTERNA					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	Estudios de ingeniería (10%)	Gb	1	\$ 2.700,00	\$ 2.700,00
2	Suministro del sistema de almacenamiento	U	4	\$ 1.500,00	\$ 6.000,00
3	Obra civil	U	1	\$14.500,00	\$ 14.500,00
4	Red de riego e instalación del tanque	U	1	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00
5	Otros costos, obras complementarias, imprevistos	GB	1	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00
TOTAL					\$ 28.200,00
Duración (Diseño + Construcción): 90 días					

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

El monto total de la alternativa 2 – cisterna es de 28200 dólares y tiene una duración de 90 días.

Tabla 32

Presupuesto estimativo Alternativa 3.

PRESUPUESTO ESTIMATIVO DE ALTERNATIVA 3: ALMACENAMIENTO ABIERTO O LAGUNA					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	Estudios de ingeniería (10%)	Gb	1	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00
2	Suministro del sistema de almacenamiento	m2	240	\$ 9,25	\$ 2.220,00
3	Obra civil	U	1	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00

4	Red de riego e instalación del tanque	U	1	\$ 1.000,00	\$	1.000,00
5	Otros costos, obras complementarias, imprevistos	GB	1	\$ 5.500,00	\$	5.500,00
TOTAL					\$	11.220,00
Duración (Diseño + Construcción): 60 días						

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

El monto total de la alternativa 3 – piscina es de 11220 dólares y tiene una duración de 60 días.

Hay que considerar, que en el sector, ya existen urbanizaciones con arquitectura definida. Es decir, ya no cuentan con espacio disponible para implementar nuevas estructuras. Considerando este aspecto técnico, la alternativa 3, debe de considerar como adicional la adquisición de un terreno. El área necesaria para la implementación de una laguna abierta, es de aproximadamente 100 m². En el sector, un terreno urbanizado cuesta alrededor de \$350 por metro cuadrado, lo que equivale a un adicional de \$ 35.000,00. Sumando este adicional al costo de inversión para la implementación de una laguna, el costo de la alternativa 3 – Almacenamiento abierto asciende a \$46220,00.

Paralelamente, considerando el espacio disponible, la ubicación de tanques plásticos, estaría expuesta al clima. La exposición solar, deteriora y disminuye la vida útil en un 30%, es decir, si un tanque tiene una durabilidad de 30 años, con la exposición solar puede llegar a durar 20 años, siempre que se realicen los mantenimientos adecuados. Teniendo en cuenta que, en la presente investigación se desarrolla una evaluación para un horizonte de 25 años, el costo total de la alternativa 1 – Tanques plástico tiene un costo adicional que corresponde al 62% del presupuesto estimativo, debido a que se tendría que realizar una nueva adquisición de los tanques a los 20 años, considerando las peores condiciones climáticas y ambientales. Con ello, el monto de la alternativa 1 es de \$28.512,00

De igual forma, la cisterna, al ser una estructura enterrada, no afecta al espacio interno, por lo que se mantiene el precio del presupuesto estimativo. Con ello se obtiene:

Alternativa #1-Tanques plásticos: \$28.512,00

Alternativa #2 - Cisterna: \$ 28.200,00

Alternativa #3 – Almacenamiento abierto: \$46.220,00

Comparando las 3 alternativas, se considera que la aplicación de cisterna es la más óptima. No obstante, para terrenos que se encuentren en proceso de urbanización o construcción, la alternativa 3 sería la más conveniente, por lo que podría considerar dentro del urbanismo un espacio destinado para estas lagunas. En resumen, ya que el estudio, se basa en una alternativa para la reutilización de las aguas residuales tratadas en base a lo existente, la alternativa 2 – cisternas, es la más adecuada considerando el espacio con el que cuenta las urbanizaciones.

4.5.5. Análisis de la viabilidad técnica y económica de la alternativa seleccionada.

La alternativa seleccionada para la presente investigación es la aplicación de cisternas. Para identificar la viabilidad de esta alternativa se desarrollará dos indicadores financieros: Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR).

4.5.5.1. Valor Actual Neto (VAN): Este indicador financiero más utilizados para evaluar y determinar la viabilidad de proyectos en etapa de inversión, este descuenta los beneficios futuros del costo inicial.

$$VAN = \text{Beneficio neto actualizado (BNA)} - \text{Inversión inicial (I}_0\text{)}$$

Para calcular la ganancia futura, se estimará cual sería el costo por consumo en un periodo de 25 años si se utilizara agua potable para el riego de las áreas verdes. Se utilizará un interés del 13,50%, este valor, se lo ha de un promedio de los valores de las tasas de interés activo máximo del Banco Central del Ecuador, la cual se adjunta en un anexo.

Tabla 33

Estimación del flujo neto.

Años	Agua para riego de área verde m3	Costo de agua potable por m3	Consumo de agua potable para riego de área verde m3	Flujo neto
0	11988	\$ 1,65	\$ 19.780,20	-\$ 28.200,00
1	11988	\$ 1,68	\$ 20.175,80	-\$ 8.419,80
2	11988	\$ 1,72	\$ 20.579,32	\$ 11.756,00
3	11988	\$ 1,75	\$ 20.990,91	\$ 32.335,32
4	11988	\$ 1,79	\$ 21.410,72	\$ 53.326,23
5	11988	\$ 1,82	\$ 21.838,94	\$ 74.736,96
6	11988	\$ 1,86	\$ 22.275,72	\$ 96.575,89
7	11988	\$ 1,90	\$ 22.721,23	\$ 118.851,61
8	11988	\$ 1,93	\$ 23.175,66	\$ 141.572,84
9	11988	\$ 1,97	\$ 23.639,17	\$ 164.748,50
10	11988	\$ 2,01	\$ 24.111,95	\$ 188.387,67
11	11988	\$ 2,05	\$ 24.594,19	\$ 212.499,62

12	11988	\$	2,09	\$	25.086,08	\$	237.093,82
13	11988	\$	2,13	\$	25.587,80	\$	262.179,89
14	11988	\$	2,18	\$	26.099,55	\$	287.767,69
15	11988	\$	2,22	\$	26.621,54	\$	313.867,25
16	11988	\$	2,27	\$	27.153,98	\$	340.488,79
17	11988	\$	2,31	\$	27.697,06	\$	367.642,77
18	11988	\$	2,36	\$	28.251,00	\$	395.339,82
19	11988	\$	2,40	\$	28.816,02	\$	423.590,82
20	11988	\$	2,45	\$	29.392,34	\$	452.406,83
21	11988	\$	2,50	\$	29.980,18	\$	481.799,17
22	11988	\$	2,55	\$	30.579,79	\$	511.779,35
23	11988	\$	2,60	\$	31.191,38	\$	542.359,14
24	11988	\$	2,65	\$	31.815,21	\$	573.550,52
25	11988	\$	2,71	\$	32.451,51	\$	605.365,73

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Tabla 34

Cálculo del Valor Agregado Neto.

Años		Flujo neto		VAN
0	-\$	28.200,00	-\$	28.200,00
1	-\$	8.419,80	-\$	7.418,33
2	\$	11.756,00	\$	9.125,74
3	\$	32.335,32	\$	22.115,14
4	\$	53.326,23	\$	32.133,46
5	\$	74.736,96	\$	39.678,58
6	\$	96.575,89	\$	45.174,52
7	\$	118.851,61	\$	48.981,72
8	\$	141.572,84	\$	51.405,91
9	\$	164.748,50	\$	52.705,84
10	\$	188.387,67	\$	53.099,92
11	\$	212.499,62	\$	52.772,02
12	\$	237.093,82	\$	51.876,41
13	\$	262.179,89	\$	50.542,09
14	\$	287.767,69	\$	48.876,49
15	\$	313.867,25	\$	46.968,65
16	\$	340.488,79	\$	44.892,01
17	\$	367.642,77	\$	42.706,74
18	\$	395.339,82	\$	40.461,79
19	\$	423.590,82	\$	38.196,64
20	\$	452.406,83	\$	35.942,80
21	\$	481.799,17	\$	33.725,08
22	\$	511.779,35	\$	31.562,68
23	\$	542.359,14	\$	29.470,14
24	\$	573.550,52	\$	27.458,13
25	\$	605.365,73	\$	25.534,14
		Total		\$ 919.788,28

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Como se puede observar, el indicador VAN, estima un beneficio de \$ 919.788,28

4.5.5.2. Taza interna de retorno: En comparación al valor actual neto, la tasa interna de retorno permite analizar la rentabilidad en función porcentaje.

Tabla 35

Cálculo de la Taza interna de retorno.

Años	Flujo neto	VAN
0	-\$28.200,00	-28200
1	-\$8.419,80	-7418,325991
2	\$11.756,00	9125,738128
3	\$32.335,32	22115,13697

4	\$53.326,23	32133,45621
5	\$74.736,96	39678,57739
6	\$96.575,89	45174,52234
7	\$118.851,61	48981,72169
8	\$141.572,84	51405,91166
9	\$164.748,50	52705,83751
10	\$188.387,67	53099,91948
11	\$212.499,62	52772,01663
12	\$237.093,82	51876,4072
13	\$262.179,89	50542,0884
14	\$287.767,69	48876,48565
15	\$313.867,25	46968,64948
16	\$340.488,79	44892,00823
17	\$367.642,77	42706,73586
18	\$395.339,82	40461,7865
19	\$423.590,82	38196,64059
20	\$452.406,83	35942,80165
21	\$481.799,17	33725,07748
22	\$511.779,35	31562,67535
23	\$542.359,14	29470,13663
24	\$573.550,52	27458,133
25	\$605.365,73	25534,14362
TIR		52%

Elaborado por: Peña Campos y Segovia Anchundia, (2023)

Como resultado se obtiene un 52%. Según este indicador, cualquier porcentaje que sea superior a 0 significa que el proyecto es favorable. El porcentaje el calculado significa una alta tasa de retorno, es decir el aprovechamiento de las aguas residuales tratadas por medio de la alternativa 2 – Cisterna es económicamente viable.

4.5.6. Filtro de zeolita como un proceso previo a la reutilización de las aguas residuales tratadas para riego.

A pesar de que las propiedades de las aguas que salen de la depuradora pueden mejorar con una adecuada operación y monitoreo, si se desea prevenir cualquier afectación que pudiera generarse a los moradores, un filtro de zeolita es una tecnología sostenible a utilizar previo a su reutilización en riego. Los filtros de zeolita pueden ser paquetizado o se los puede implementar por medio de un tanque de hormigón. En ambas situaciones, esta funciona como un sistema de multicapa, que permite entre otras cosas, la eliminación de sólidos, turbidez u otros microorganismos, es decir mejora las características del agua.

CONCLUSIONES

- Se evaluó la factibilidad del aprovechamiento de las aguas residuales tratadas. De 3 alternativas, se seleccionó la más óptima considerando el espacio disponible en las urbanizaciones existentes, por lo que la seleccionada, fue la alternativa 2 - cisterna, destacando que la reutilización de las aguas de riego de áreas verdes es viable técnica, económica y ambientalmente, permitiendo la gestión de recursos hídricos, en el canal San Pedro cantón Daule.
- Se caracterizó las actividades antrópicas y no antrópicas que influyen en el canal San Pedro. Por medio de un recorrido histórico del sector, encuestas y fichas de observación, se identificó que el cambio de uso de suelo de un sector agrícola a una zona urbana, ha afectado significativamente a las comunidades aguas arribas. Existen recintos que aún se dedican a las actividades agrícolas y que se abastecen de los sistemas de canalización que existen en la Parroquia La Aurora y Los Lojas, entre ellos las aguas del canal San Pedro.
- Se evaluó el comportamiento hidráulico del Canal San Pedro, mediante la estimación de caudales de aportación pluviales y sanitarios. Se indica la influencia de las mareas y se realizó una simulación con el programa Hec-Ras, donde se evidenció que el canal no abastece el total de los caudales. Tanto en la situación actual como a 25 años más crítica (con lluvia y con marea), los niveles de la lámina de agua sobrepasa los, límites de borde, lo cual provoca inundaciones y afectaciones tanto a las edificaciones aledañas al canal San Pedro, así como a la infraestructura vial. Por ello es importante el realizar acciones que permitan disminuir la aportación del canal como el aprovechamiento de las aguas residuales para riego. Además, se debe de aumentar la sección transversal del canal para aumentar su capacidad.
- Se valoró los beneficios y limitaciones del aprovechamiento de aguas residuales tratadas en la gestión de recursos hídricos, en el canal San Pedro cantón Daule. Los datos para esta valoración se la obtuvo, mediante la revisión literaria, el análisis de la calidad de agua de varias urbanizaciones del sector, así como la realización de entrevistas a especialistas del área. Se encontró que por las características, físicas, químicas y microbiologías mostrados en los resultados de los laboratorios de las aguas que descargan

al canal, a pesar de que ciertos parámetros sobrepasan los límites máximos permitidos de la normativa del Medio Ambiente, con una correcta operación y monitoreo, estas pueden ser directamente derivadas para riego de áreas verdes. De igual forma, si se desea prevenir cualquier afectación que pudiera generarse en los moradores, se podría implementar de manera opcional un filtro de zeolita previo a la derivación de las aguas para riego.

- Se estudió la viabilidad ambiental por medio de la valoración de los beneficios y limitaciones del aprovechamiento de las aguas residuales tratadas, en donde se identificó que siempre que exista un buen control de los procesos internos de la depuradora y monitoreo constante, la reutilización es una excelente alternativa para la protección de los recursos hídricos. De igual forma, se evaluó la viabilidad técnica y económica de la alternativa seleccionada, la cual es la alternativa 2 – cisterna. Mediante la aplicación de indicadores financieros como el VAN y el TIR, se concluyó que la inversión para la aplicación de esta estructura retorna en el segundo año y con un VAN de \$ 919.788,28 y una tasa de 52%. De los resultados anteriores, se puede comentar que la alternativa 2 es económicamente rentable.

RECOMENDACIONES

- En esta investigación se evaluó la factibilidad del aprovechamiento de las aguas residuales como una solución para la gestión de los recursos hídricos del canal San Pedro. No obstante, se pueden desarrollar otros proyectos que traten la disminución o amortiguación de los caudales de aguas lluvias (sistemas de drenaje urbanos sostenibles) para la gestión de los efluentes del canal San Pedro del cantón Daule.
- Se recomienda que en futuras investigaciones se realice una evaluación del comportamiento hídrico mediante la estimación de caudales por medio del método del hidrograma unitario.
- En este estudio, se presentó 3 alternativas, de las cuales, la más viable, técnica, económica y ambientalmente es la implementación de cisterna. Sin embargo, se considera que se deben desarrollar otras alternativas en futuras investigaciones.

BIBLIOGRAFÍA:

- Amagua-CEM. (2019). *Criterios de diseño para sistemas de alcantarillado*. Recuperado de 2023 de 06 de 13, de https://www.amagua.com/amagua/?page_id=550
- ARCSEG. S.A.S. (2021). *Memoria Técnica Macroproyecto Sistema de drenaje AALL, VIAL 1*. Memoria técnica, Daule. Recuperado de 14 de 01 de 2024.
- Arias Gómez, J. J. (2021). *Universidad de los Andes Colombia*. <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/53531>
- Ávila , H. N., Cárdenas , L. J., y Gonzáles, L. D. (2015). *Comparación de los métodos racional e hidrograma unitario para el calculo de caudales en sectores hidrológicos rurales en el departamento de Tolima*. Bogotá D. C, Colombia: Universidad católica de Colombia, Facultad de ingeniería, Programa de especialización en recursos hídricos. Recuperado de 10 de 01 de 2024, de <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/b9ffd418-d600-4ad8-a938-527965320d3a/content>
- Barrezueta, H. D. (2014). *LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS, USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA*. Quito.
- Briones Ordóñez, O. V. (09 de 12 de 2021). *Depósito de Investigación Universidad de Sevilla*. idus.us.es/handle/11441/130562
- Caicedo Hernández, J. M., y Cando Cuaspud, N. M. (2023). Recuperado de 30 de 07 de 2023, de <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1900>
- CEPAL. (2019). *La intervención de la Autoridad de Cuenca matanza Riachuelo*. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/6429>
- CONSTITUCIÓN DEL ECUADOR. (20 de 10 de 2008). Registro oficial. <https://www.lexis.com.ec/biblioteca/constitucion-republica-ecuador>
- Cuello Mendoza, M. (2019). *Modelación de inundaciones y análisis espacial en los alrededores del Eje ambiental con HEC-RAS y ArcGis, para plantar alternativas de solución ante un problema de inundaciones en el caso de estudio*. Universidad de los Andes: <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/45763>
- DIARIO EXPRESO. (2019). *Zanja contaminante de 16 kilómetros en Aurora*. <https://www.expreso.ec/actualidad/zanja-contaminante-16-kilometros-aurora-22681.html>

- Díaz García , A. J. (2022). *Aprovechamiento de aguas residuales domésticas mediante el uso de un humedal artificial con la producción de piñón y girasol como biocombustible en la lotización el triángulo de la cabecera cantonal de Playas, Provincia Guayas*. Guayaquil: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil. Recuperado de 23 de 10 de 2023, de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/5355/1/T-ULVR-4344.pdf>
- Ecología Verde. (26 de 03 de 2021). Cuencas hidrográficas: qué son, tipos e importancia. Recuperado de 05 de 08 de 2023, de <https://www.ecologiaverde.com/cuencas-hidrograficas-que-son-tipos-e-importancia-3334.html>
- EL COMERCIO. (2017). *Parroquias La Aurora y La Puntilla con gran expansión*. <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/parroquias-laaurora-lapuntilla-poblacion-expansion.html>
- EL UNIVERSO. (01 de 02 de 2023). *Cuáles son los límites entre parroquias urbanas de Samborondón y Daule; hecho violento generó curiosidad en torno a ambos territorios*. <https://www.eluniverso.com/guayaquil/comunidad/cuales-son-los-limites-entre-parroquias-urbanas-de-samborondon-y-daule-hecho-violento-genero-curiosidad-en-torno-a-ambos-territorios-nota/>
- EMAPA-CEM. (2023). *Laboratorio de control de calidad*. Reporte de calidad de agua residual, EMAPAG-EP Daule, Dirección técnica de operación y mantenimiento, Daule. Recuperado de 05 de 10 de 2023.
- EQUAE FUNDACIÓN. (28 de 12 de 2021). *Datos interesantes de la distribución del agua en la Tierra*. <https://www.fundacionaquae.org/principales-datos-del-agua-en-el-mundo/#:~:text=El%2080%25%20del%20agua%20que,0.01%25%20en%20r%C3%ADos%20y%20lagos>.
- Evaluación del impacto ambiental. (2023). Recuperado de 30 de 01 de 2024, de <https://evaluaciondeimpactoambiental.com/matriz-de-leopold-evaluando-los-impactos-ambientales/>
- García Romero, L. (07 de 2020). Propuesta y análisis de metodologías para la evaluación de recursos hídricos mediante modelos precipitación-escurrentía. Universidad Politécnica de Valencia.

- García, D. P. (s.f.). *studocu*. studocu: <https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-politecnico-nacional/disenio-de-procesos-y-equipotaller/mapa-mental-planta-de-tratamiento-de-aguas-residuales/17348662>
- GoAigua. (3 de Agosto de 2022). GoAigua: <https://www.idrica.com/es/blog/plantas-de-tratamiento-de-aguas-residuales-etapas/#:~:text=Normalmente%20se%20distribuyen%20en%204,obtenidos%20en%20los%20diferentes%20tratamientos.>
- Google earth. (2024).
- Guzman Arias, I. (Enero-Marzo de 2008). *Recursos hidricos en América Latina: Planificación... es la estrategia de Tecnología en Marcha Vol.21-1*. P. 161-173: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4835682>
- Hérmendez, E. D. (2014). Hidráulica. <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/16714/LECT146.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Herrera Pérez, J. R., y Muñoz Chafra, J. G. (2017). *Repositorio Universidad Nacional de Chimborazo*. Recuperado de 2023 de 07 de 2023, de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/4240>
- Ibáñez Asensio, S., Moreno Ramón, H., y Gisbert Blanquer, J. M. (2011). *Métodos para la determinación del tiempo de concentración (tc) de una cuenca hidrográfica*. Universidad Politecnica de Valencia. Recuperado de 14 de 01 de 2024, de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10779/Tiempo%20de%20concentraci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Instituto nacional de meteorología e hidrología (INAMHI). (2019). Determinación de ecuaciones para el cálculo de intensidades máximas de precipitación. Quito, Pichincha, Ecuador. Recuperado de 10 de 01 de 2024, de https://www.inamhi.gob.ec/Publicaciones/Hidrologia/ESTUDIO_DE_INTENSIDADES_V_FINAL.pdf
- INTERAGUA. (29 de 04 de 2015). Manual de Diseño de Alcantarillado. (002), MA-OED-003. Guayaquil, Guayas, Ecuador.

- Jara, A. (2017). Recuperado de 30 de 01 de 2024, de <https://prezi.com/ksj7ris52knv/elaboracion-e-interpretacion-de-la-matriz-de-leopold/>
- Mackliff Elizalde, T. (2022). LA GESTIÓN ACTUAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS. *ECUAMBIENTE REVISTA NACIONAL DE LA ASOCIACIÓN ECUATORIANA DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL - AEISA* , 52, 24-26.
- Martínez Moscoso, A., y Abril Ortiz, A. (2020). Las guardianas del agua y su participación en la gestión comunitaria de los recursos hídricos. Un análisis de la normativa ecuatoriana. *FORO revista de derecho*, 34, 61-84.
- Martínez Valdés, Y., y Villalejo García , V. M. (2018). The integrated water resources management: a nowadays need. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 39, 58-72. Ingeniería Hidráulica y Ambiental.
- México, G. d. (21 de Marzo de 2018). *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*. Gobierno de México: <https://www.gob.mx/siap/articulos/en-la-agricultura-los-sistemas-de-riego-son-utilizados-para-un-aprovechamiento-optimo-del-agua?idiom=es#:~:text=Actualmente%20existen%20diferentes%20sistemas%20de,y%20por%20gravedad%2C%20entre%20otros.>
- Michel, C. H. (2021). Lima. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/70195/Condori_HSM-Veleteo_BJM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ministerio del Medio Ambiente. (2015). Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recursos Hídricos. *Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua*. Recuperado de 14 de 08 de 2023, de https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_Registro-Oficial-No-387-04-noviembre-2015_0.pdf
- Ministerio del Medio Ambiente. (s.f.). *REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LA NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES : RECURSO AGUA*. Recuperado de 30 de 01 de 2024, de

<https://www.cip.org.ec/attachments/article/1579/PROPUESTA%20ANEXO%201.pdf?cv=1>

- Muñoz Mancillo, J. L., y Bustos Cara, R. (2021). Gestión integrada de recursos hídricos y gobernanza, Subcuenca del río Vinces, provincia Los Ríos-Ecuador. *Dialnet* Vol. 27, N° Extra 3, 471-497. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8081785>
- Muy Ilustre Municipalidad de Daule. (28 de 09 de 2021). *PLAN DE DESARROLLO Y DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL 2015-2025 VIGENTE REGISTRO OFICIAL # 1693*. https://www.daule.gob.ec/documents/20124/97266/PDOT_RegistroOficial_1693_Sept_2021_opt.pdf
- Ortega Pineda, G., y Rodríguez Castillo, E. (2022). *Reconstrucción de una Economía Social para lograr el Desarrollo Sustentable*. (U. Martí, Ed.) México: Ignacio Fernández.
- Peña Campos, H. A., y Segovia Anchundia, S. M. (2023). Factibilidad del aprovechamiento de las aguas residuales para la gestión de los recursos hídricos en en canal San Pedro Cantón Daule.
- Peña Menor, N. (2022). Evaluación del riesgo por inundación debido al desborde del río corral del medio en los centros poblados ingenio de Buenos Aires y Pampa Flores del distrito de Buenos Aires Morropón-Piura. Chiclayo, Perú: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/4960>
- Ponce, V. (s.f.). *La matriz de Leopold para la evaluación del impacto ambiental*. Recuperado de 30 de 01 de 2024, de https://ponce.sdsu.edu/la_matriz_de_leopold.html
- Quito Bonilla, A. E., y Picón Illescas, W. H. (2022). *Dspace de la Universidad del Azuay*. Recuperado de 30 de 07 de 30, de <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/12368>
- Resourcefulness. (s.f.). *Ciclo hidrológico*. Recuperado de 05 de 08 de 2023, de <https://stem.guide/topic/ciclo-hidrologico/?lang=es>
- Romero Rojas, J. A. (2004). *Tratamiento de Aguas Residuales: Teoría y principios de diseño*. (Tercera ed.). Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.

- Ronquillo Abad, R. (11 de 2016). *DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES PARA SER UTILIZADA EN EL RIEGO DEL PARQUE SAMANES*.
repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/16077/1/TESIS%20MGA%20047_%20Diseño%20de%20una%20planta%20de%20tratamiento%20de%20agua%20residuales.pdf
- Secretaría del Agua. (s.f.). CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN DE PARTE IX OBRAS SANITARIAS. NORMA CO 10.07 - 601. *NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES.*, 277. Ecuador: SENAGUA. Recuperado de 13 de 08 de 2023, de <https://inmobiliariadja.files.wordpress.com/2016/09/norma-co-10-7-602-poblacion-mayor-a-1000-habitantes.pdf>
- Segovia Cruzatty, L. A. (2015). Modelo de gestión para la selección de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas con tecnologías aerobias y anaerobias en urbanizaciones con población menor a 10000 habitantes. *Modelo de gestión para la selección de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas con tecnologías aerobias y anaerobias en urbanizaciones con población menor a 10000 habitantes*. Guayaquil, Guayas, Ecuador: Universidad de Guayaquil. Recuperado de 30 de 01 de 2024.
- Segura Gutiérrez, G. A., y Vargas García, J. A. (2022). Determinación de las zonas de inundación del caño Maizaro, en el tramo del barrio La Vainilla, Villavicencio-Meta, por medio de los software HEC-RAS y HEC-HMS. Bogotá D.C., Colombia: Programa de ingeniería ambiental sanitaria Universidad de la Salle. Recuperado de 05 de 08 de 2023.
- UNESCO. (2017). UNESCO Biblioteca Digital. (UNESCO, Ed.) París: UNESCO. Recuperado de 05 de 08 de 2023, de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247647>
- Universidad de Guayaquil . (2023). *Studocu*. Recuperado de 08 de 01 de 2024, de <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-de-guayaquil/arquitectura-y-urbanismo/resena-historica-de-la-parroquia-aurora/70379342>

- Vega Aguilar, S., Malla Ceferino, C., y Bejarano Copo, H. (2020). *Evidencias del cambio climático en el Ecuador*. Revista científica Agroecosistema, 8(1), 72-76: <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/388/367>
- Villa Roja, S. (2022). *Pontificia Universidad Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS (Tesis doctora)*. Universidad Santiago de Compostela, España: <https://run4life-project.eu/wp-content/uploads/2017/10/2022-Tesis-doctoral-USC-Sergio-Vila-Rojo.pdf>
- Villón Béjar , M. G. (10 de 2007). *Hidráulica de canales* (Segunda ed.). Costa Rica . Recuperado de 06 de 08 de 2023, de <https://www.udocz.com/apuntes/22708/hidraulica-de-canales-maximo-villon>
- Youtopia. (2023). *Lluvias y cambio climático en Ecuador*. Tu Cumbay Desperdicios Cero: <https://youtopiaecuador.com/cuidado-del-ambiente/lluvias-ecuador-cambio-climatico/>

ANEXOS

Anexo 1

Artículos completos considerados en el Marco Legal

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR.

Artículo 264.

“Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley:

Planificar el desarrollo cantonal y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, regional, provincial y parroquial, con el fin de regular el uso y la ocupación del suelo urbano y rural.

Ejercer el control sobre el uso y ocupación del suelo en el cantón.

Planificar, construir y mantener la vialidad urbana.

Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

Crear, modificar o suprimir mediante ordenanzas, tasas y contribuciones especiales de mejoras.

Planificar, regular y controlar el tránsito y el transporte público dentro de su territorio cantonal.

Planificar, construir y mantener la infraestructura física y los equipamientos de los espacios públicos destinados al desarrollo social, cultural y deportivo de acuerdo con la ley. Previa autorización del ente rector de la política pública podrá construir y mantener la infraestructura física y los equipamientos de salud y educación.

Preservar, mantener y difundir el patrimonio arquitectónico, cultural y natural del cantón y construir los espacios públicos para estos fines.

Formar y administrar los catastros inmobiliarios urbanos y rurales.

Delimitar, regular, autorizar y controlar el uso de las playas de mar, riberas y lechos de ríos, lagos y lagunas, sin perjuicio de las limitaciones que establezca la ley.

Preservar y garantizar el acceso efectivo de las personas al uso de las playas de mar, riberas de ríos, lagos y lagunas.

Regular, autorizar y controlar la explotación de materiales áridos y pétreos, que se encuentren en los lechos de los ríos, lagos, playas de mar y canteras.

Gestionar los servicios de prevención, protección, socorro y extinción de incendios.

Gestionar la cooperación internacional para el cumplimiento de sus competencias.

En el ámbito de sus competencias y territorio, y en uso de sus facultades, expedirán ordenanzas cantonales”.

Artículo 318.

“El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos. Se prohíbe toda forma de privatización del agua”.

“La gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria. El servicio público de saneamiento, el abastecimiento de agua potable y el riego serán prestados únicamente por personas jurídicas estatales o comunitarias”.

“El Estado fortalecerá la gestión y funcionamiento de las iniciativas comunitarias en torno a la gestión del agua y la prestación de los servicios públicos, mediante el incentivo de alianzas entre lo público y comunitario para la prestación de servicios”.

“El Estado, a través de la autoridad única del agua, será el responsable directo de la planificación y gestión de los recursos hídricos que se destinarán a consumo humano, riego que garantice la soberanía alimentaria, caudal ecológico y actividades productivas, en este orden de prelación. Se requerirá autorización del Estado para el aprovechamiento del agua con fines productivos por parte de los sectores público, privado y de la economía popular y solidaria, de acuerdo con la ley”.

Artículo 411.

“El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y

cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua”.

“La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua”.

Artículo 412.

“La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperará y se coordinará con la que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque ecosistémico”

Artículo 415.

“El Estado central y los gobiernos autónomos descentralizados adoptarán políticas integrales y participativas de ordenamiento territorial urbano y de uso del suelo, que permitan regular el crecimiento urbano, el manejo de la fauna urbana e incentiven el establecimiento de zonas verdes. Los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán programas de uso racional del agua, y de reducción reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos. Se incentivará y facilitará el transporte terrestre no motorizado, en especial mediante el establecimiento de ciclo vías”

Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua.

Artículo 1.

“Naturaleza jurídica. Los recursos hídricos son parte del patrimonio natural del Estado y será de su competencia exclusiva, la misma que se ejercerá concurrentemente entre el Gobierno Central y los Gobiernos Autónomos Descentralizados, de conformidad con la Ley”.

“El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida, elemento vital de la naturaleza y fundamental para garantizar la soberanía alimentaria”.

Artículo 3.

Objeto de la Ley. El objeto de la presente Ley es garantizar el derecho humano al agua así como regular y controlar la autorización, gestión, preservación, conservación, restauración, de los recursos hídricos, uso y aprovechamiento del agua, la gestión integral y su recuperación, en sus distintas fases, formas y estados físicos, a fin de garantizar el *sumak kawsay* o buen vivir y los derechos de la naturaleza establecidos en la Constitución.

“Gestión integrada de los recursos hídricos. La Autoridad Única del Agua es responsable de la gestión integrada e integral de los recursos hídricos con un enfoque ecosistémico y por cuenca o sistemas de cuencas hidrográficas, la misma que se coordinará con los diferentes niveles de gobierno según sus ámbitos de competencia”.

“Se entiende por cuenca hidrográfica la unidad territorial delimitada por la línea divisoria de sus aguas que drenan superficialmente hacia un cauce común, incluyen en este espacio poblaciones, infraestructura, áreas de conservación, protección y zonas productivas”.

“Cuando los límites de las aguas subterráneas no coinciden con la línea divisoria de aguas superficiales, dicha delimitación incluirá la proyección de las aguas de recarga subterráneas que fluyen hacia la cuenca delimitada superficialmente”.

“La Autoridad Única del Agua aprobará la delimitación concreta de las cuencas hidrográficas y su posible agrupación a efectos de planificación y gestión así como la atribución de las aguas subterráneas a la cuenca que corresponda”.

“La gestión integrada e integral de los recursos hídricos será eje transversal del sistema nacional descentralizado de planificación participativa para el desarrollo”.

Artículo 15.

“Sistema nacional estratégico del agua. Créase el sistema nacional estratégico del agua, que constituye el conjunto de procesos, entidades e instrumentos que permiten la interacción de los diferentes actores, sociales e

institucionales para organizar y coordinar la gestión integral e integrada de los recursos hídricos”.

“El sistema nacional estratégico del agua estará conformado por:

La Autoridad Única del Agua quien la dirige;

El Consejo Intercultural y Plurinacional del Agua;

Las instituciones de la Función Ejecutiva que cumplan competencias vinculadas a la gestión integral de los recursos hídricos;

La Agencia de Regulación y Control del Agua, adscrita a la Autoridad Única del Agua;

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados; y,

Los Consejos de cuenca”.

Artículo 16.

“Objetivos del sistema nacional estratégico del agua. Son objetivos del sistema nacional estratégico del agua:

Articular a los actores que forman parte del sistema nacional estratégico del agua para la gestión integral e integrada de los recursos hídricos; y,

Generar mecanismos e instancias para coordinar la planificación y aplicación de la política pública de los recursos hídricos con los actores sociales vinculados con el agua y los diferentes niveles del gobierno, para garantizar el buen vivir”.

Artículo 21.

“Agencia de Regulación y Control del Agua. La Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA), es un organismo de derecho público, de carácter técnico-administrativo, adscrito a la Autoridad Única del Agua, con personalidad jurídica, autonomía administrativa y financiera, con patrimonio propio y jurisdicción nacional”.

“La Agencia de Regulación y Control del Agua, ejercerá la regulación y control de la gestión integral e integrada de los recursos hídricos, de la cantidad y calidad de agua en sus fuentes y zonas de recarga, calidad de los servicios públicos relacionados al sector agua y en todos los usos, aprovechamientos y destinos del agua”.

“La gestión de regulación y control de la Agencia serán evaluados periódicamente por la Autoridad Única del Agua”.

Artículo 25.

“Planificación de los Recursos Hídricos. Corresponde a la Autoridad Única del Agua la ejecución de la planificación hídrica, sobre la base del Plan Nacional de Recursos Hídricos y Planes de Gestión Integral de Recursos Hídricos por cuenca hidrográfica”.

“El Estado y los Gobiernos Autónomos Descentralizados deberán sujetarse a la planificación hídrica en lo que respecta al ejercicio de sus competencias. Igualmente los planes de gestión integral de recursos hídricos por cuenca, vincularán a las entidades dedicadas a la prestación de servicios comunitarios relacionados con el agua”.

“Los usuarios deberán adecuar su actuación en lo que se relacione con la utilización y protección del agua a lo establecido en la planificación hídrica”.

“Las autorizaciones existentes de uso y aprovechamiento del agua deberán ser compatibles con lo establecido en los planes de gestión integral de recursos hídricos por cuenca, caso contrario, deberán revisarse en armonía con el Plan Nacional de Recursos Hídricos, de conformidad a lo previsto en el Reglamento a esta Ley”.

Artículo 34.

“Ámbito y modalidades de la gestión de los recursos hídricos. La gestión pública de los recursos hídricos comprenderá la planificación, formulación de políticas nacionales, gestión integrada en cuencas hidrográficas, el otorgamiento, seguimiento y control de autorizaciones de uso y de autorizaciones de aprovechamiento productivo del agua, la determinación de los caudales ecológicos, la preservación y conservación de las fuentes y zonas de recarga hídrica, la regulación y control técnico de la gestión, la cooperación con las autoridades ambientales en la prevención y control de la contaminación del agua y en la disposición de vertidos, la observancia de los derechos de los usuarios, la organización, rectoría y regulación del régimen institucional del agua y el control, conocimiento y sanción de las infracciones”.

Artículo 35.

“Principios de la gestión de los recursos hídricos. La gestión de los recursos hídricos en todo el territorio nacional se realizará de conformidad con los siguientes principios:

La cuenca hidrográfica constituirá la unidad de planificación y gestión integrada de los recursos hídricos;

La planificación para la gestión de los recursos hídricos deberá ser considerada en los planes de ordenamiento territorial de los territorios comprendidos dentro de la cuenca hidrográfica, la gestión ambiental y los conocimientos colectivos y saberes ancestrales;

La gestión del agua y la prestación del servicio público de saneamiento, agua potable, riego y drenaje son exclusivamente públicas o comunitarias;

La prestación de los servicios de agua potable, riego y drenaje deberá regirse por los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad; y,

La participación social se realizará en los espacios establecidos en la presente Ley y los demás cuerpos legales expedidos para el efecto”.

Artículo 80.

“Vertidos: prohibiciones y control. Se consideran como vertidos las descargas de aguas residuales que se realicen directa o indirectamente en el dominio hídrico público. Queda prohibido el vertido directo o indirecto de aguas o productos residuales, aguas servidas, sin tratamiento y lixiviados susceptibles de contaminar las aguas del dominio hídrico público”.

“La Autoridad Ambiental Nacional ejercerá el control de vertidos en coordinación con la Autoridad Única del Agua y los Gobiernos Autónomos Descentralizados acreditados en el sistema único de manejo ambiental”.

“Es responsabilidad de los gobiernos autónomos municipales el tratamiento de las aguas servidas y desechos sólidos, para evitar la contaminación de las aguas de conformidad con la ley”.

Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente.

Artículo 196.

“De las autorizaciones de emisiones, descargas y vertidos.- Los Sujetos de Control deberán cumplir con el presente Libro y sus normas técnicas. Así mismo, deberán obtener las autorizaciones administrativas ambientales correspondientes por parte de la Autoridad Ambiental Competente”.

“En ningún caso la Autoridad Ambiental Competente otorgará autorizaciones administrativas ambientales cuando las emisiones, descargas y vertidos sobrepasen los límites permisibles o los criterios de calidad correspondientes establecidos en este Libro, en las normas técnicas o en los anexos de aplicación.

“En caso de que la actividad supere los límites permisibles se someterá al procedimiento sancionatorio establecido en este Libro”.

“No se autorizarán descargas ya sean aguas servidas o industriales, sobre cuerpos hídricos, cuyo caudal mínimo anual, no pueda soportar la descarga; es decir, sobrepase la capacidad de carga del cuerpo hídrico. La determinación de la capacidad de carga del cuerpo hídrico será establecida por la Autoridad Única del Agua en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional”.

Artículo 211.

“Tratamiento de aguas residuales urbanas y rurales.- La Autoridad Ambiental Competente en coordinación con la Agencia de Regulación y Control del Agua, verificará el cumplimiento de las normas técnicas en las descargas provenientes de los sistemas de tratamiento implementados por los Gobiernos Autónomos Descentralizados”.

“Las actividades productivas, se sujetarán a lo dispuesto en el presente Libro y a la normativa técnica que para el efecto emita la Autoridad Ambiental Nacional”.

“La gestión y el mantenimiento de sistemas de tratamiento de agua deberán ser monitoreados y evaluados por medio de los mecanismos de control y seguimiento establecidos en este Libro”.

Artículo 331.

De los criterios.- Para determinar las normas de emisión, descarga y vertidos deberán considerarse:

Los tipos de fuentes o actividades reguladas;

Los valores de fondo o distribución del contaminante en el área de aplicación de la norma, su metodología de medición y los resultados encontrados;

La relación entre las emisiones, vertidos y descargas del contaminante y la calidad ambiental del recurso;

La capacidad de asimilación y de auto depuración del medio receptor o recurso involucrado en la materia normada;

Los efectos que produce el contaminante sobre la salud de las personas, la flora o la fauna u otros elementos del ambiente como, infraestructura, monumentos, etcétera; y,

Las tecnologías aplicadas a cada caso y un análisis de la factibilidad técnica y económica de su implementación.

Artículo 332.

Del contenido.- Toda norma de emisión, vertidos y descarga contendrá al menos los siguientes datos técnicos:

La cantidad y concentración o niveles permisibles para un contaminante medidos en la chimenea, descarga de la fuente emisora o donde las prácticas de ingeniería lo determinen ambientalmente apropiado;

Los objetivos de protección ambiental y resultados esperados con la aplicación de la norma;

El ámbito territorial de su aplicación;

Los plazos y niveles programados para el cumplimiento de la norma; y,

Los métodos de medición y control que correspondan, en caso de existir, a aquellas elaboradas por la Autoridad Nacional de Normalización. En caso de no existir normas de medición y control a escala nacional, deberán adoptarse las normas de la Sociedad Americana para Ensayos y Materiales Agencias de Protección Ambiental u otros organismos de control ambiental de otros países desarrollados.

INEN (Instituto ecuatoriano de normalización)

Código Ecuatoriano de la Construcción .C.E.C: Normas para Estudios y Diseño de sistemas de Agua Potables y Disposición de Aguas Residuales para Poblaciones mayores a 1000 habitantes.

Caudales de diseño de aguas lluvias:

“Para el cálculo de los caudales del escurrimiento superficial directo, se podrán utilizar tres enfoques básicos: el método racional; el método del hidrograma unitario sintético y el análisis estadístico, basado en datos observados de escurrimiento superficial”.

“El método racional se utilizará para la estimación del escurrimiento superficial en cuencas tributarias con una superficie inferior a 100 ha”.

“Para cuencas con extensión superior a las 100 ha se utilizará el método del hidrograma unitario sintético. Este mismo método se empleará para el análisis de los vasos artificiales de regulación”.

“Para estimar las descargas de cursos de agua importantes, cuya área de contribución sea superior a 25 km², que fluyan a través de las áreas urbanas, se recomienda el análisis estadístico de los datos de escurrimiento superficial observados. De no existir información se utilizará, con la respectiva justificación, cualquier otro método, recomendando a los organismos pertinentes la instrumentación inmediata de la cuenca, tendiente a registrar los valores del escurrimiento superficial en los puntos de interés”.

Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua.

Numeral 5.2.3. Normas generales para descarga de efluentes al sistema de alcantarillado

“Se prohíbe la descarga de residuos líquidos sin tratar hacia el sistema de alcantarillado, provenientes del lavado y/o mantenimiento de vehículos aéreos y terrestres, así como el de aplicadores manuales y aéreos, recipientes, empaques y envases que contengan o hayan contenido agroquímicos u otras sustancias tóxicas. Las descargas tratadas deben cumplir con los valores establecidos en la Tabla 8”.

“Las descargas líquidas provenientes de sistemas de potabilización de agua no deberán disponerse en sistemas de alcantarillado, a menos que exista

capacidad de recepción en la planta de tratamiento de aguas residuales, ya sea en funcionamiento o proyectadas en los planes maestros o programas de control de la contaminación, en implementación. En cuyo caso se deberá contar con la autorización de la Autoridad Ambiental Nacional o la Autoridad Ambiental Competente que corresponda”.

“Se prohíbe descargar en un sistema público de alcantarillado sanitario, combinado o pluvial cualquier sustancia que pudiera bloquear los colectores o sus accesorios, formar vapores o gases tóxicos, explosivos o de mal olor, o que pudiera deteriorar los materiales de construcción en forma significativa. Esto incluye las siguientes sustancias y materiales, entre otros:

Fragmentos de piedra, cenizas, vidrios, arenas, basuras, fibras, fragmentos de cuero, textiles, etc. (los sólidos no deben ser descargados ni aún después de haber sido triturados).

Resinas sintéticas, plásticos, cemento, hidróxido de calcio.

Residuos de malta, levadura, látex, bitumen, alquitrán y sus emulsiones de aceite, residuos líquidos que tienden a endurecerse.

Gasolina, petróleo, aceites vegetales y animales, aceites minerales usados, hidrocarburos clorados, ácidos, y álcalis.

Cianuro, ácido hidrazoico y sus sales, carburos que forman acetileno y sustancias tóxicas”.

“La EPS podrá solicitar a la Entidad Ambiental de Control, la autorización necesaria para que los regulados, de manera parcial o total descarguen al sistema de alcantarillado efluentes, cuya calidad se encuentre por encima de los estándares para descarga a un sistema de alcantarillado, establecidos en la presente norma”.

“La EPS deberá cumplir con los parámetros de descarga hacia un cuerpo de agua, establecidos en esta Norma”.

“Las descargas al sistema de alcantarillado provenientes de actividades sujetas a regularización, deberán cumplir, al menos, con los valores establecidos en la TABLA 8, en la cual las concentraciones corresponden a valores medios diarios”.

Normativas de la entidad reguladora del sector (AMAGUA)

Criterio de diseño aguas residuales.

Revisión: 00	02/10/2019	Pág. 4/15
DOCUMENTO DE CALIDAD		DC_61
CRITERIOS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ALCANTARILLADO		

3.2. DOTACIÓN

La dotación del área del proyecto se estableció mediante análisis de la información de micro-medición directa en todo Samborondón y Daule suministrada por AMAGUA-CEM y validación con registros de consumo de sectores con características socio-económicas similares, con densidad de población significativa, donde el servicio de acueducto ha operado con regularidad desde hace varios años.

El número total de usuarios para todas las urbanizaciones. Como dotación neta actual y futura se adoptó un valor de 250 l/hab./día.

3.3. DENSIDAD POBLACIONAL

Considerando que para el horizonte de diseño del sistema de alcantarillado en toda la cobertura estará en condición de saturación, se validó la densidad utilizada en AMAGUA-CEM para el dimensionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable de 250 habitantes por hectárea. Este valor fue tomado como referencia para que las proyecciones de población no superen esta condición.

3.4. CAUDALES DE DISEÑO

En este numeral se definen los caudales de diseño de acuerdo a las normas para el diseño de redes de alcantarillado:

3.4.1. CAUDAL MEDIO DE AGUA RESIDUAL (Q_{md})

Para determinar el volumen de aguas residuales aportadas al sistema sanitario se considerará el aporte de aguas residuales por uso doméstico, industrial, comercial e institucional.

$$Q_{md} = Q_d + Q_I + Q_C + Q_{IN} \quad (1.1)$$

Donde:

- Q_{md} : Caudal Medio Diario de Aguas Residuales
- Q_D : Caudal Doméstico
- Q_{IN} : Caudal Institucional
- Q_C : Caudal Comercial
- Q_I : Caudal Industrial

3.4.1.1. Caudal de agua residual doméstica (Q_d)

El aporte doméstico (Q_d) se calculará de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Q_d = \frac{C \cdot D \cdot P}{86400} \quad (1.2)$$

Donde:

- Q_d : Caudal Medio de Agua Residual Doméstica en l/s
- C : Coeficiente de retorno igual a 0.8
- D : Dotación Unitaria de agua potable (l/hab./día) (según numeral **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

CRITERIOS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ALCANTARILLADO

AMAGUA-CEM

Revisión: 00	02/10/2019	Pág. 5/15
DOCUMENTO DE CALIDAD CRITERIOS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ALCANTARILLADO		DC_6I

- P Población (hab.)

3.4.1.2. Caudal de agua residual industrial (Q_I), comercial (Q_C) e Institucional (Q_{IN})

El uso del suelo en el sector de cobertura es en general de carácter doméstico. Existen algunos desarrollos comerciales e industriales de escala menor y zonas de uso institucional, predominantemente colegios, cuyos aportes de caudal son marginales en relación al aporte doméstico. De acuerdo con lo anterior, se asume el aporte de caudal industrial, comercial e institucional como equivalente al 5% del aporte de caudal de agua residual doméstica.

3.4.2. CAUDAL POR CONEXIONES ILÍCITAS (Q_{CI})

De acuerdo con las normas para el diseño de redes de alcantarillado, el valor de referencia para los aportes de aguas lluvias al sistema de alcantarillado sanitario, provenientes de malas conexiones de bajantes de tejados y patios, puede considerarse entre 0.1-3 lps/ha.

El Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico de Colombia (RAS, 2000) recomienda que en caso de que exista un sistema de recolección y evacuación de aguas lluvias se deben considerar aportes máximos entre 0.1 y 0.2 lps/ha. En caso de que no disponga de un sistema de recolección y evacuación de aguas lluvias se deben considerar aportes máximos de drenaje pluvial domiciliario a la red sanitaria de 2 lps/ha.

Para efectos de diseño se adopta una tasa de conexiones ilícitas baja de 0.15 lps/ha, teniendo en cuenta que no existe un sistema de recolección y evacuación de aguas lluvias.

3.4.3. CAUDAL DE INFILTRACIÓN (Q_{INF})

De acuerdo con las normas para el diseño de redes de alcantarillado, se recomienda considerar los siguientes rangos para la estimación del caudal por infiltración:

- Infiltración alta: 0.15 - 0.4 l/s-ha
- Infiltración media: 0.1 - 0.3 l/s-ha
- Infiltración baja: 0.05 - 0.2 l/s-ha

De acuerdo con las investigaciones de suelos en las áreas de estudio en zonas de asentamientos en proceso de consolidación, están compuestas principalmente por suelo con matriz arenosa o limoarenosa y compacidad alta, lo que resulta en un suelo de permeabilidad media con infiltraciones entre 0.1 y 0.3 lps/ha.

Para efectos de diseño se adopta una tasa de infiltración de 0.10 lps/ha.

3.4.4. CAUDAL MÁXIMO HORARIO (Q_{MH})

El caudal máximo del día máximo se determinará a partir del caudal medio diario mediante el uso del factor de mayoración (F) de Harmon:

$$Q_{MH} = F \cdot Q_{md} \quad (1.3)$$

donde:

$$F = 1 + \frac{14}{(4 + P^{0.5})} \quad (1.4)$$

Revisión: 00	02/10/2019	Pág. 6/15
DOCUMENTO DE CALIDAD		DC_61
CRITERIOS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ALCANTARILLADO		

P Población en miles de habitantes

3.4.5. CAUDAL SANITARIO DE DISEÑO (Q_D)

El caudal de diseño de cada tramo de la red de colectores se determinará de la suma del caudal máximo horario del día máximo, Q_{MH} , y los aportes de caudal por infiltración y conexiones erradas:

$$Q_D = Q_{MH} + Q_{INF} + Q_{CI} \quad (1.5)$$

Cuando el caudal de diseño calculado en el tramo sea inferior a 1.5 l/s se adoptará este valor como caudal de diseño, siguiendo la recomendación del Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico de Colombia (RAS, 2000).

3.5. DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO

Los colectores se diseñarán como conducciones a flujo libre por gravedad. El predimensionamiento hidráulico de la sección de los colectores se realizará suponiendo que el flujo es uniforme utilizando la ecuación de Manning (Ecuación 1.6)

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad (1.6)$$

donde, V es la velocidad media del flujo (m/s), n es el coeficiente de rugosidad de Manning (-), R es el radio hidráulico (m), Q es el caudal (m³/s) y S es la pendiente del colector (m/m).

3.5.1. MATERIALES

De acuerdo a las cargas vivas y muertas, la profundidad de instalación, el tipo de relleno usado, y la competencia del suelo en la instalación de tubería, se valorará el impacto de la carga para la selección de la rigidez mínima que deberá soportar la tubería, de acuerdo con las normas para el diseño de redes de alcantarillado:

- Para conexión intradomiciliaria se considerarán tuberías de PVC lisa desde 160 mm hasta 200 mm.
- Para la red terciaria (ramales y tirantes) se podrán utilizar tuberías de PVC de doble pared estructurada Tipo B.
- Para colectores con diámetro nominal hasta 760 mm se podrán utilizar tuberías de PVC de doble pared estructurada Tipo B.
- Para colectores con diámetro nominal desde 500 mm se podrán utilizar tuberías hormigón armado, dependiendo el caso particular de cada proyecto.

Para otro tipo de instalaciones de colectores como en excavaciones con tecnologías sin zanja u otro tipo de metodología, se podrán usar tuberías de acero o tubería de hierro dúctil.

3.5.2. COEFICIENTES DE RUGOSIDAD

Como criterio conservador y considerando que el coeficiente de rugosidad debe representar adecuadamente el efecto friccional en las condiciones de servicio que el colector experimentará durante toda su vida útil, se adoptó un valor de 0.013 para tuberías plásticas y de 0.015 para tuberías de concreto. Algunos de los factores para aumentar el coeficiente obedecen a la penetración de raíces,

Criterio de diseño alcantarillado pluvial.

Revisión: 00	02/10/2019	Pág. 12/15
DOCUMENTO DE CALIDAD		DC_61
CRITERIOS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ALCANTARILLADO		

4. ALCANTARILLADO PLUVIAL

El diseño hidráulico del sistema de alcantarillado pluvial deberá cumplir las siguientes condiciones.

- La relación Caudal de diseño / Caudal a tubo lleno máxima en tiempo húmedo podrá ser igual a uno permitiendo flujo a tubo lleno.
- La capacidad hidráulica del sistema será suficiente para el caudal de diseño con una velocidad de flujo que produzca auto limpieza.

4.1. PERIODOS DE RECURRENCIA

Con el fin de garantizar el correcto funcionamiento a futuro del sistema de drenaje y prever los cruces entre el alcantarillado pluvial y sanitario se realizará el diseño del Sistema de Drenaje Pluvial (Troncal) con capacidad para lluvia de acuerdo a los siguientes tipos de diseño:

- Predimensionamiento: 10 años de periodo de recurrencia.
- Diseño de detalle: El periodo de retorno de diseño debe determinarse de acuerdo con la importancia de las áreas y el nivel de riesgo que la autoridad competente establezca. En la
- Tabla se establecen valores de periodos de retorno o grado de protección.

Tabla 5. Periodos de retorno o grado de protección (TABLA D.4.2 (RAS, 2000))

Características del área de drenaje	Mínimo (años)	Aceptable (años)	Recomendado (años)
Tramos iniciales en zonas residenciales con áreas tributarias menores de 2 ha	2	2	3
Tramos iniciales en zonas comerciales o industriales, con áreas tributarias menores de 2 ha	2	3	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias entre 2 y 10 ha	2	3	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias mayores de 10 ha	5	5	10
Canales abiertos en zonas planas y que drenan áreas mayores de 1000 ha *	10	25	25
Canales abiertos en zonas montañosas (alta velocidad) o a media ladera, que drenan áreas mayores a 1000 ha	25	25	50

*Parte revestida a 10 años, más borde libre a 100 años

4.2. ÁREAS DE DRENAJE

La extensión y el tipo de áreas tributarias se determinarán para cada tramo por diseñar. El área aferente incluirá el área tributaria propia del tramo en consideración y será determinada por medición directa en planos, y su delimitación será consistente con las redes de drenaje natural (adaptadas con la configuración de las calles).

CRITERIOS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ALCANTARILLADO

AMAGUA-CEM

Revisión: 00	02/10/2019	Pág 13/15
DOCUMENTO DE CALIDAD CRITERIOS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ALCANTARILLADO		DC_6I

4.3. CAUDALES DE DISEÑO

Para el predimensionamiento de las redes se calcularán los caudales de diseño aplicando el método Racional, donde se calcula el caudal pico de aguas lluvias con base en la intensidad media del evento de precipitación, con una duración igual al tiempo de concentración del área de drenaje y un coeficiente de escorrentía. La ecuación del método racional se indica a continuación:

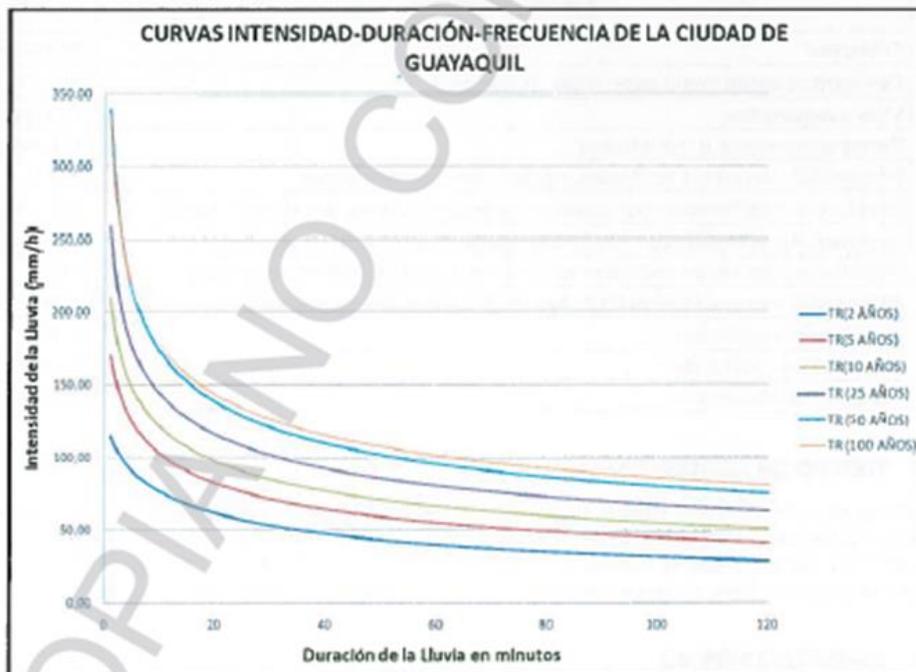
$$Q = C \cdot I \cdot A$$

donde, Q es el caudal de escorrentía (l/s), C es el coeficiente de escorrentía (-), I es la intensidad de la lluvia (mm/h) y A es el área de la cuenca hidrológica o área de drenaje (ha).

Es importante mencionar que la metodología empleada es válida a nivel de prefactibilidad. Para diseño detallado se deben ajustar los caudales utilizando software de modelación que permita representar la variación temporal de la lluvia y el tránsito de caudales considerando la atenuación de la onda de creciete. Los ajustes al predimensionamiento por el cambio de caudales asociado debe tener en cuenta que el sistema no se profundice, ya que las cotas invert del predimensionamiento serán utilizadas para la proyección del sistema sanitario.

4.4. CURVAS DE INTENSIDAD - DURACIÓN - FRECUENCIA

Para estimar los caudales de diseño se utilizarán las curvas de intensidad-duración-frecuencia actualizadas por el Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado para la ciudad de Guayaquil realizado para INTERAGUA, las cuales se presentan en la siguiente Figura.



Curvas IDF de la Ciudad de Guayaquil (PMAA, 2011).

Revisión: 00	02/10/2019	Pág. 14/15
DOCUMENTO DE CALIDAD CRITERIOS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ALCANTARILLADO		DC_61

Las funciones de ajuste representativas de las curvas IDF para Guayaquil y zonas aledañas se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 6. Curvas IDF de la Ciudad de Guayaquil

Período de Retorno Tr (Años)	Ecuación curvas I-D-F		
	$I(t_d) = \frac{c}{t_d^e + f}$		
	c	f	e
2	742.53	5.47	0.63
5	570.75	2.35	0.5077
10	521.00	1.49	0.45
25	486.47	0.88	0.40
50	471.72	0.39	0.37
100	463.15	0.38	0.35

4.5. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

El coeficiente de escorrentía, C, es función del tipo de suelo, del grado de permeabilidad de la zona, de la pendiente del terreno y otros factores que determinan la fracción de la precipitación que se convierte en escorrentía. En su determinación deben considerarse las pérdidas por infiltración en el suelo y otros efectos. En la tabla 7 se presentan los coeficientes de escorrentía en función del tipo de superficie.

Tabla 7. Coeficiente de escorrentía o impermeabilidad (Tabla D.4.5 (RAS, 2000))

Tipo de superficie	C
Cubiertas	0,75-0,95
Pavimentos asfálticos y superficies de concreto	0,70-0,95
Vías adoquinadas	0,70-0,85
Zonas comerciales o industriales	0,60-0,95
Residencial, con casas contiguas, predominio de zonas duras	0,75
Residencial multifamiliar, con bloques contiguos y zonas duras entre éstos	0,60-0,75
Residencial unifamiliar, con casas contiguas y predominio de jardines	0,40-0,60
Residencial, con casas rodeadas de jardines o multifamiliares separados	0,45
Residencial, con predominio de zonas verdes y parques-cementerios	0,30
Laderas sin vegetación	0,60
Laderas con vegetación	0,30
Parques recreacionales	0,20-0,35

4.6. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

El tiempo de concentración estará compuesto por el tiempo de entrada y el tiempo de recorrido en el colector. El tiempo de entrada corresponde al tiempo requerido para que la escorrentía llegue al sumidero del colector, mientras que el tiempo de recorrido se asocia con el tiempo de viaje o tránsito del agua dentro del colector. Para el sistema troncal pluvial el tiempo de concentración inicial será de 15 minutos.

4.7. DIÁMETRO MÍNIMO

El tamaño mínimo de los colectores tendrá un diámetro nominal de 400 mm o deben justificarlo con mediante los análisis de diseño predimensionados.

Anexo 2

Link del video del recorrido del canal y anexos fotográficos

<https://drive.google.com/file/d/1VMRxS7bxuJQBzfXuSNsGP92qr-TmVSiN/view?usp=sharing>

Anexo 3

Tablas de la Matriz de Leopold

Tablas de calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental

Impactos Negativos

MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	+1
Baja	Media	-2	Media	Puntual	+2
Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	+3
Media	Baja	-4	Temporal	Local	+4
Media	Media	-5	Media	Local	+5
Media	Alta	-6	Permanente	Local	+6
Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	+7
Alta	Media	-8	Media	Regional	+8
Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	+9
Muy alta	Alta	-10	Permanente	Nacional	+10

Impactos Positivos

MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	+1	Temporal	Puntual	+1
Baja	Media	+2	Media	Puntual	+2
Baja	Alta	+3	Permanente	Puntual	+3
Media	Baja	+4	Temporal	Local	+4
Media	Media	+5	Media	Local	+5
Media	Alta	+6	Permanente	Local	+6
Alta	Baja	+7	Temporal	Regional	+7
Alta	Media	+8	Media	Regional	+8
Alta	Alta	+9	Permanente	Regional	+9
Muy alta	Alta	+10	Permanente	Nacional	+10

Fuente: (Jara, 2017)

Anexo 4

Planilla de cálculo Aguas Residuales - Situación actual

CAUDALES AGUAS RESIDUALES - SITUACIÓN ACTUAL										
TIPO SECTOR	nombre	Área (ha)	Población	Dotación	Coefficiente de infiltración	Coefficiente de ilícitas	Coefficiente de retorno	Q medio residual doméstico	Q medio residual comercial	Q infiltración + ilícitas
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Milann	23,90	4670	230	0,15	0,10	0,80	9,95		5,98
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Malaga II	22,77	6265	230	0,15	0,10	0,80	13,34		5,69
ZONA RESIDENCIAL	urb. Cataluña	17,27	3705	230	0,15	0,10	0,80	7,89		4,32
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Napoli	15,03	3090	230	0,15	0,10	0,80	6,58		3,76
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Villanova	14,75	2620	230	0,15	0,10	0,80	5,58		3,69
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Gran victoria	12,81	3050	230	0,15	0,10	0,80	6,50		3,20
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Valle	10,21	2580	230	0,15	0,10	0,80	5,49		2,55
ZONA RESIDENCIAL	Arbolea	9,35	2105	230	0,15	0,10	0,80	4,48		2,34
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Nueva aurora	8,91	1210	230	0,15	0,10	0,80	2,58		2,23
ZONA RESIDENCIAL	Sambocity hollywood park	8,33	2365	230	0,15	0,10	0,80	5,04		2,08
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Brisas del norte	8,26	900	230	0,15	0,10	0,80	1,92		2,06
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Logare	7,85	1490	230	0,15	0,10	0,80	3,17		1,96
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Campostela	7,77	1140	230	0,15	0,10	0,80	2,43		1,94
ZONA COMERCIAL	colegio de abogados	7,69		0,97	0,15	0,10	1,00		7,46	1,92
ZONA INSTITUCIONAL	Colegio Delta y Jacarandá	7,52		0,97	0,15	0,10	1,00		7,30	1,88
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Laguna Azul	7,46	660	230	0,15	0,10	0,80	1,41		1,86
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Marina D'or	7,09	2015	230	0,15	0,10	0,80	4,29		1,77
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Valle norte	6,64	900	230	0,15	0,10	0,80	1,92		1,66
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Los Prados	6,34	2760	230	0,15	0,10	0,80	5,88		1,59
ZONA RESIDENCIAL	urbanización Savali	5,09	920	230	0,15	0,10	0,80	1,96		1,27
ZONA RESIDENCIAL	terreno en curso de urbanización	4,03	600	230	0,15	0,10	0,80	1,28		1,01
ZONA INSTITUCIONAL	Unidad educativa TEJAR	3,09		0,97	0,15	0,10	1,00		3,00	0,77
ZONA RESIDENCIAL	AMALFI	2,92	550	230	0,15	0,10	0,80			0,73
ZONA COMERCIAL	Bodegas marriot	2,40		0,97	0,15	0,10	1,00		2,32	0,60
ZONA COMERCIAL	plaza vermout	1,74		0,97	0,15	0,10	1,00		1,69	0,43
ZONA COMERCIAL	Plaza tia	1,70		0,97	0,15	0,10	1,00		1,65	0,43
ZONA COMERCIAL	Comercial Sambocity	1,39		0,97	0,15	0,10	1,00		1,34	0,35
ZONA COMERCIAL	Primax	0,90		0,97	0,15	0,10	1,00		0,87	0,22
ZONA AGRÍCOLA	zona rural #1	16,88	5	230	0,15	0,10	0,80	0,01		4,22
ZONA AGRÍCOLA	Recinto tierra blanca	11,33	240	230	0,15	0,10	0,80	0,51		2,83
ZONA AGRÍCOLA	zona rural #2	9,59	60	230	0,15	0,10	0,80	0,13		2,40
ZONA AGRÍCOLA	Zona rural #3	7,46	5	230	0,15	0,10	0,80	0,01		1,87
ZONA AGRÍCOLA	Zona rural #4	7,44	5	230	0,15	0,10	0,80	0,01		1,86
ZONA AGRÍCOLA	Zona rural #5	5,35	5	230	0,15	0,10	0,80	0,01		1,34
ZONA AGRÍCOLA	Recinto Palo de iguana	4,97	130	230	0,15	0,10	0,80	0,28		1,24
ZONA AGRÍCOLA	Zona rural #6	4,77	5	230	0,15	0,10	0,80	0,01		1,19
ZONA AGRÍCOLA	San Guillermo	4,37	360	230	0,15	0,10	0,80	0,77		1,09
ZONA AGRÍCOLA	Zona rural #7	3,37	160	230	0,15	0,10	0,80	0,34		0,84
ZONA COMERCIAL	Arrocera	2,23		0,97	0,15	0,10	1,00		2,16	0,56
ZONA COMERCIAL	Piladora #1	1,49		0,97	0,15	0,10	1,00		1,44	0,37
ZONA INSTITUCIONAL	Iglesia	1,33		0,97	0,15	0,10	1,00		1,29	0,33
ZONA AGRÍCOLA	zona rural #8	0,94	5	230	0,15	0,10	0,80	0,01		0,24
ZONA AGRÍCOLA	zonal rural #9	0,94	5	230	0,15	0,10	0,80	0,01		0,23
ZONA AGRÍCOLA	Zonal rural # 10	0,93	10	230	0,15	0,10	0,80	0,02		0,23
ZONA AGRÍCOLA	zona rural #12	0,46	5	230	0,15	0,10	0,80	0,01		0,12
ZONA AGRÍCOLA	Zona rural # 11	0,85	25	230	0,15	0,10	0,80	0,05		0,21
ZONA AGRÍCOLA	zona rural #12	0,46	5	230	0,15	0,10	0,80	0,01		0,12
ZONA AGRÍCOLA	Zona rural #13	0,38	85	230	0,15	0,10	0,80	0,18		0,10
ZONA AGRÍCOLA	Zona rural #14	0,29	30	230	0,15	0,10	0,80	0,06		0,07
		319,05	44740,00				Suma	94,12	30,52	79,76

Atendiendo las normas de diseño y a las memorias sanitarias delos proyectos, el coeficiente de mayoración para las aguas servidas se ha calculado con el coeficiente de armon con una población total de : 8295

$$F = 1 + \frac{14}{(4 + p^{0.5})}$$

1,01

Para las areas comerciales y mixta se usa un factor de mayoración de F= 2

Q max residual doméstico	94,78
Qmáx residual comercial	61,04
Q inf+ili	79,76
Q maximo residual	235,58

Anexo 5

Planilla de cálculo Aguas Residuales – Tr=25 años

CAUDALES AGUAS RESIDUALES - Tr= 25 AÑOS										
TIPO SECTOR	nombre	Área (ha)	Población	Dotación	Coefficiente de infiltración	Coefficiente de ilícitas	Coefficiente de retorno	Q medio residual doméstico	Q medio residual comercial	Q infiltración + ilícitas
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Milann	23,30	4670	230	0,15	0,10	0,80	9,95		5,98
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Malaga II	22,77	6265	230	0,15	0,10	0,80	13,34		5,69
ZONA RESIDENCIAL	urb. Cataluña	17,27	3705	230	0,15	0,10	0,80	7,89		4,32
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Napoli	15,03	3090	230	0,15	0,10	0,80	6,58		3,76
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Villanova	14,75	2620	230	0,15	0,10	0,80	5,58		3,69
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Gran victoria	12,81	3050	230	0,15	0,10	0,80	6,50		3,20
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Valle	10,21	2580	230	0,15	0,10	0,80	5,49		2,55
ZONA RESIDENCIAL	Arboleta	9,35	2105	230	0,15	0,10	0,80	4,48		2,34
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Nueva aurora	8,91	1210	230	0,15	0,10	0,80	2,58		2,23
ZONA RESIDENCIAL	Sambocity hollywood park	8,33	2365	230	0,15	0,10	0,80	5,04		2,08
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Brisas del norte	8,26	900	230	0,15	0,10	0,80	1,92		2,06
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Logare	7,85	1490	230	0,15	0,10	0,80	3,17		1,96
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Campostela	7,77	1140	230	0,15	0,10	0,80	2,43		1,94
ZONA COMERCIAL	colegio de abogados	7,69	0,97	0,97	0,15	0,10	1,00		7,46	1,92
ZONA INSTITUCIONAL	Colegio Delta y Jacarandá	7,52	0,97	0,97	0,15	0,10	1,00		7,30	1,88
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Laguna Azul	7,46	660	230	0,15	0,10	0,80	1,41		1,86
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Marina D'or	7,09	2015	230	0,15	0,10	0,80	4,29		1,77
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Valle norte	6,64	900	230	0,15	0,10	0,80	1,92		1,66
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Los Prados	6,34	2760	230	0,15	0,10	0,80	5,88		1,59
ZONA RESIDENCIAL	urbanización Savali	5,09	970	230	0,15	0,10	0,80	1,96		1,27
ZONA RESIDENCIAL	terreno en curso de urbanización	4,03	600	230	0,15	0,10	0,80	1,28		1,01
ZONA INSTITUCIONAL	Unidad educativa TEJAR	3,09	0,97	0,97	0,15	0,10	1,00		3,00	0,77
ZONA RESIDENCIAL	AMALFI	2,92	550	230	0,15	0,10	0,80			0,73
ZONA COMERCIAL	Bodegas marriot	2,40	0,97	0,97	0,15	0,10	1,00		2,32	0,60
ZONA COMERCIAL	plaza vermount	1,74	0,97	0,97	0,15	0,10	1,00		1,69	0,43
ZONA COMERCIAL	Plaza tia	1,70	0,97	0,97	0,15	0,10	1,00		1,65	0,43
ZONA COMERCIAL	Comercial Sambocity	1,39	0,97	0,97	0,15	0,10	1,00		1,34	0,35
ZONA COMERCIAL	Primax	0,90	0,97	0,97	0,15	0,10	1,00		0,87	0,22
ZONA RURAL	ZONA RURA	1000,26	195448	230	0,15	0,10	0,80	416,23		250,07
		1233,46	239043,00				Suma	507,92	25,63	308,37

Atendiendo las normas de diseño y a las memorias sanitarias de los proyectos, el coeficiente de mayoración para las aguas servidas se ha calculado con el coeficiente de armon con una población total de : 8295

$$F = 1 + \frac{14}{(4 + p^{0.5})}$$

1,00

Para las areas comerciales y mixta se usa un factor de mayoración de F=2

Q max residual doméstico	508,04
Qmax residual comercial	51,26
Q inf+il	308,37
Q maximo residual	867,67

Anexo 6

Tabla resumen estimación de caudales de aguas lluvias – situación actual

ESTIMACIÓN DE CAUDALES DE AGUAS LLUVIAS - SITUACIÓN ACTUAL						
TIPO SECTOR	nombre	Área (m2)	Área (ha)	Longitud (m)	Longitud (km)	Q m3/s
ZONA AGRÍCOLA	Zona agrícola #1	6744450,48	674,45	5211,95	5,21195	74,10
ZONA AGRÍCOLA	Zona agrícola #2	1207814,34	120,78	2697,95	2,69795	13,27
ZONA AGRÍCOLA	Zona agrícola #3	524044,12	52,40	1292,87	1,29287	5,76
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Milann	239040,87	23,90	708,4	0,71	4,27
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Malaga II	227748,33	22,77	810,73	0,81	4,07
ZONA AGRÍCOLA	Zona agrícola #4	189807,73	18,98	603,68	0,60368	2,09
ZONA RESIDENCIAL	urb. Cataluña	172678,69	17,27	655,26	0,66	3,08
ZONA AGRÍCOLA	zona rural #1	168810,53	16,88	693,09	0,69309	1,85
ZONA AGRÍCOLA	zona agrícola #5	156524,44	15,65	817,85	0,81785	1,72
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Napoli	150272,34	15,03	668,97	0,67	2,68
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Villanova	147469,40	14,75	696,26	0,70	2,63
ZONA AGRÍCOLA	Área sin uso	145300,56	14,53	531,2	0,5312	1,60
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Gran victoria	128050,89	12,81	1263,45	1,26	2,29
ZONA AGRÍCOLA	Recinto tierra blanca	113297,00	11,33	454,92	0,45492	1,24
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Valle	102112,26	10,21	583,19	0,58	1,82
ZONA AGRÍCOLA	zona rural #2	95865,91	9,59	435,15	0,43515	1,05
ZONA RESIDENCIAL	Arboleta	93473,12	9,35	502,34	0,50	1,67
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Nueva aurora	89069,34	8,91	431,33	0,43	1,59
ZONA RESIDENCIAL	Sambocity hollywood park	83286,45	8,33	544,04	0,54	1,49
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Brisas del norte	82585,88	8,26	666,03	0,67	1,47
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Logare	78545,52	7,85	595,74	0,60	1,40
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Campostela	77737,03	7,77	456,96	0,46	1,39
ZONA RESIDENCIAL	colegio de abogados	76896,03	7,69	455	0,46	1,37
ZONA RESIDENCIAL	Colegio Delta y Jacarandá	75217,94	7,52	342,25	0,34	1,34
ZONA AGRÍCOLA	Zona rural #3	74620,56	7,46	639,41	0,63941	0,82
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Laguna Azul	74588,57	7,46	410,15	0,41	1,33
ZONA AGRÍCOLA	Zona rural #4	74427,83	7,44	489,09	0,48909	0,82
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Marina D'or	70892,81	7,09	523,91	0,52	1,27
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Valle norte	66432,39	6,64	503,96	0,50	1,19
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Los Prados	63421,90	6,34	404,43	0,40	1,13
ZONA AGRÍCOLA	Zona rural #5	53476,50	5,35	496,64	0,49664	0,59
ZONA AGRÍCOLA	zona agrícola #6	52515,66	5,25	365,906	0,365906	0,58
ZONA RESIDENCIAL	urbanización Savali	50915,09	5,09	388,45	0,39	0,91
ZONA AGRÍCOLA	zona agrícola #7	50749,67	5,07	413,34	0,41334	0,56
ZONA AGRÍCOLA	Recinto Palo de iguana	49654,06	4,97	357,18	0,35718	0,55
ZONA AGRÍCOLA	zona rural #6	47688,17	4,77	441,88	0,44188	0,52
ZONA AGRÍCOLA	zona agrícola #8	45516,16	4,55	294,42	0,29442	0,50
ZONA AGRÍCOLA	San Guillermo	43693,00	4,37	237,3	0,2373	0,48
ZONA AGRÍCOLA	zona agrícola #9	41731,36	4,17	423,33	0,42333	0,46
ZONA RESIDENCIAL	terreno en curso de urbanización	40304,67	4,03	490,02	0,49	0,72
ZONA AGRÍCOLA	Zona rural #7	33732,76	3,37	330,04	0,33004	0,37
ZONA RESIDENCIAL	Unidad educativa TEJAR	30927,65	3,09	460,29	0,46	0,72
ZONA RESIDENCIAL	AMALFI	29182,17	2,92	343,99	0,34	0,52
ZONA AGRÍCOLA	Zona agrícola #10	27560,09	2,76	225,55	0,22555	0,30
ZONA RESIDENCIAL	Bodegas marriot	23963,28	2,40	290,06	0,29	0,43
ZONA AGRÍCOLA	Arrocera	22307,69	2,23	263,39	0,26339	0,25
ZONA RESIDENCIAL	plaza vermout	17381,41	1,74	278,36	0,28	0,31
ZONA RESIDENCIAL	Plaza tía	17026,89	1,70	170,56	0,17	0,30
ZONA AGRÍCOLA	Piladora #1	14868,54	1,49	234,99	0,23499	0,16
ZONA RESIDENCIAL	Comercial Sambocity	13850,89	1,39	104,9	0,10	0,25
ZONA AGRÍCOLA	Iglesia	13271,61	1,33	271,99	0,27199	0,15
ZONA AGRÍCOLA	zona rural #8	9436,11	0,94	153,92	0,15392	0,10
ZONA AGRÍCOLA	zonal rural #9	9360,15	0,94	113,69	0,11369	0,10
ZONA AGRÍCOLA	Zonal rural # 10	9321,08	0,93	183,95	0,18395	0,10
ZONA RESIDENCIAL	Primax	8957,69	0,90	132,94	0,13	0,16
ZONA AGRÍCOLA	Zona rural # 11	8542,16	0,85	154,5	0,1545	0,09
ZONA AGRÍCOLA	zona rural #12	4649,94	0,46	77,934	0,077934	0,05
ZONA AGRÍCOLA	Zona rural #13	3831,67	0,38	106,26	0,10626	0,04
ZONA AGRÍCOLA	Zona rural #14	2943,00	0,29	79,45	0,07945	0,03

Anexo 7

Tabla resumen estimación de caudales de aguas lluvias – situación Tr=25 años

ESTIMACIÓN DE CAUDALES DE AGUAS LLUVIAS - Tr=25 años						
TIPO SECTOR	nombre	Area (m2)	Área (ha)	Longitud (m)	Longitud (km)	Q m3/s
ZONA AGRÍCOLA	Zona agrícola #1	6744450,48	674,45	5211,95	5,21195	120,41
ZONA AGRÍCOLA	Zona agrícola #2	1207814,34	120,78	2697,95	2,69795	21,56
ZONA AGRÍCOLA	Zona agrícola #3	524044,12	52,40	1292,87	1,29287	9,36
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Milann	239040,87	23,90	708,4	0,71	4,27
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Malaga II	227748,33	22,77	810,73	0,81	4,07
ZONA AGRÍCOLA	Zona agrícola #4	189807,73	18,98	603,68	0,60368	3,39
ZONA RESIDENCIAL	urb. Cataluña	172678,69	17,27	655,26	0,66	3,08
ZONA AGRÍCOLA	zona rural #1	168810,53	16,88	693,09	0,69309	3,01
ZONA AGRÍCOLA	zona agrícola #5	156524,44	15,65	817,85	0,81785	2,79
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Napoli	150272,34	15,03	668,97	0,67	2,68
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Villanova	147469,40	14,75	696,26	0,70	2,63
ZONA AGRÍCOLA	Área sin uso	145300,56	14,53	531,2	0,5312	2,59
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Gran victoria	128050,89	12,81	1263,45	1,26	2,29
ZONA AGRÍCOLA	Recinto tierra blanca	113297,00	11,33	454,92	0,45492	2,02
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Valle	102112,26	10,21	583,19	0,58	1,82
ZONA AGRÍCOLA	zona rural #2	95865,91	9,59	435,15	0,43515	1,71
ZONA RESIDENCIAL	Arboleta	93473,12	9,35	502,34	0,50	1,67
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Nueva aurora	89069,34	8,91	431,33	0,43	1,59
ZONA RESIDENCIAL	Sambocity hollywood park	83286,45	8,33	544,04	0,54	1,49
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Brisas del norte	82585,88	8,26	666,03	0,67	1,47
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Logare	78545,52	7,85	595,74	0,60	1,40
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Campostela	77737,03	7,77	456,96	0,46	1,39
ZONA RESIDENCIAL	colegio de abogados	76896,03	7,69	455	0,46	1,37
ZONA RESIDENCIAL	Colegio Delta y Jacarandá	75217,94	7,52	342,25	0,34	1,34
ZONA AGRÍCOLA	Zona rural #3	74620,56	7,46	639,41	0,63941	1,33
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Laguna Azul	74588,57	7,46	410,15	0,41	1,33
ZONA AGRÍCOLA	Zona rural #4	74427,83	7,44	489,09	0,48909	1,33
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Marina D'or	70892,81	7,09	523,91	0,52	1,27
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Valle norte	66432,39	6,64	503,96	0,50	1,19
ZONA RESIDENCIAL	Urb. Los Prados	63421,90	6,34	404,43	0,40	1,13
ZONA AGRÍCOLA	Zona rural #5	53476,50	5,35	496,64	0,49664	0,95
ZONA AGRÍCOLA	zona agrícola #6	52515,66	5,25	365,906	0,365906	0,94
ZONA RESIDENCIAL	urbanización Savali	50915,09	5,09	388,45	0,39	0,91
ZONA AGRÍCOLA	zona agrícola #7	50749,67	5,07	413,34	0,41334	0,91
ZONA AGRÍCOLA	Recinto Palo de iguana	49654,06	4,97	357,18	0,35718	0,89
ZONA AGRÍCOLA	zona rural #6	47688,17	4,77	441,88	0,44188	0,85
ZONA AGRÍCOLA	zona agrícola #8	45516,16	4,55	294,42	0,29442	0,81
ZONA AGRÍCOLA	San Guillermo	43693,00	4,37	237,3	0,2373	0,78
ZONA AGRÍCOLA	zona agrícola #9	41731,36	4,17	423,33	0,42333	0,75
ZONA RESIDENCIAL	terreno en curso de urbanización	40304,67	4,03	490,02	0,49	0,72
ZONA AGRÍCOLA	Zona rural #7	33732,76	3,37	330,04	0,33004	0,60
ZONA RESIDENCIAL	Unidad educativa TEJAR	30927,65	3,09	460,29	0,46	0,72
ZONA RESIDENCIAL	AMALFI	29182,17	2,92	343,99	0,34	0,52
ZONA AGRÍCOLA	Zona agrícola #10	27560,09	2,76	225,55	0,22555	0,49
ZONA RESIDENCIAL	Bodegas marriot	23963,28	2,40	290,06	0,29	0,43
ZONA AGRÍCOLA	Arrocera	22307,69	2,23	263,39	0,26339	0,40
ZONA RESIDENCIAL	plaza vermout	17381,41	1,74	278,36	0,28	0,31
ZONA RESIDENCIAL	Plaza tía	17026,89	1,70	170,56	0,17	0,30
ZONA AGRÍCOLA	Piladora #1	14868,54	1,49	234,99	0,23499	0,27
ZONA RESIDENCIAL	Comercial Sambocity	13850,89	1,39	104,9	0,10	0,25
ZONA AGRÍCOLA	Iglesia	13271,61	1,33	271,99	0,27199	0,24
ZONA AGRÍCOLA	zona rural #8	9436,11	0,94	153,92	0,15392	0,17
ZONA AGRÍCOLA	zonal rural #9	9360,15	0,94	113,69	0,11369	0,17
ZONA AGRÍCOLA	Zonal rural # 10	9321,08	0,93	183,95	0,18395	0,17
ZONA RESIDENCIAL	Primax	8957,69	0,90	132,94	0,13	0,16
ZONA AGRÍCOLA	Zona rural # 11	8542,16	0,85	154,5	0,1545	0,15
ZONA AGRÍCOLA	zona rural #12	4649,94	0,46	77,934	0,077934	0,08
ZONA AGRÍCOLA	Zona rural #13	3831,67	0,38	106,26	0,10626	0,07
ZONA AGRÍCOLA	Zona rural #14	2943,00	0,29	79,45	0,07945	0,05

Anexo 8

Planillas de cálculo de caudales de aguas lluvias en zonas residenciales – situación actual

CUENCA SITUACIÓN ACTUAL URBANIZACIÓN MILANN - SITUACIÓN ACTUAL

Datos de entrada	
L (km)=	0,7084
H (m)=	8
h (m)=	2,57
Área de aportación (ha) =	23,90

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	Ecuaciones		R	R ²
			$f = 135,7748 \cdot t^{-0,2149} + g^{-0,0001}$	$f = 203,6259 \cdot t^{-0,2149} + g^{-0,0002}$		
M0056	GUAYAQUIL AEROPUERTO	5-30	0,15048	0,96013	0,9944	0,9800
		30-120	0,09902	0,99984		
		120-1440	0,09902	0,99984		

CURVAS INTERVENCIA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	130,70	160,70	193,7	223,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	65,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	61,00	78,90	91,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,00	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.	
Método de Rowe	
$T_c = \left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	= 0,53 Horas = 31,82 min
Método de Kirpich	
$T_c = 0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	= 0,53 Horas = 31,88 min
Método de Chow	
$T_c = 0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5(1/2)}} \right)^{0,84}$	= 0,36 Horas = 21,79 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
Milann	0,65	23,90	13,54	21,79	1	98,80	4200	4,207634899

URBANIZACIÓN MALAGA II - SITUACIÓN ACTUAL

Datos de entrada	
L (km)=	0,81073
H (m)=	6,94
h (m)=	3,39
Área de aportación (ha) =	22,77

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	Ecuaciones		R	R ²
			$f = 135,7748 \cdot t^{-0,2149} + g^{-0,0001}$	$f = 203,6259 \cdot t^{-0,2149} + g^{-0,0002}$		
M0056	GUAYAQUIL AEROPUERTO	5-30	0,15048	0,96013	0,9944	0,9800
		30-120	0,09902	0,99984		
		120-1440	0,09902	0,99984		

CURVAS INTERVENCIA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	130,70	160,70	193,7	223,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	65,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	61,00	78,90	91,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,00	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.	
Método de Rowe	
$T_c = \left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	= 0,45 Horas = 27,28 min
Método de Kirpich	
$T_c = 0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	= 0,46 Horas = 27,36 min
Método de Chow	
$T_c = 0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5(1/2)}} \right)^{0,84}$	= 0,47 Horas = 28,42 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
MALAGA II	0,65	22,77	14,00	28,42	1	98,80	4060	4,066027373

URBANIZACIÓN CATALUÑA - SITUACIÓN ACTUAL

Datos de entrada	
L (km)=	0,65526
H (m)=	8,58
h (m)=	1,42
Área de aportación (ha) =	17,27

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	Ecuaciones		R	R ²
			S=30	S=120		
N0656	CIAYAQUE, APROPIADO	S=30	$E = 135,7748 + 2^{0,0000} + E^{-0,0000}$		0,9940	0,9882
		30-120	$E = 208,0239 + 2^{0,0000} + E^{-0,0000}$		0,9944	0,9885
		120-1440	$E = 2112,4527 + 2^{0,0000} + E^{-0,0000}$		0,9940	0,9882

CURVAS INTERVAGUA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,00	84,00	97,00	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	79,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5
	60	42,00	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,88L^3}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,27	Horas	=	16,28	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,27	Horas	=	16,33	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,84}$	=	0,31	Horas	=	18,51	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
CATALUÑA	0,65	17,27	11,22	18,51	1	98,80		3053	3,082860281

URBANIZACIÓN CATALUÑA - SITUACIÓN ACTUAL

Datos de entrada	
L (km)=	0,34399
H (m)=	8,58
h (m)=	1,42
Área de aportación (ha) =	17,27

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	Ecuaciones		R	R ²
			S=30	S=120		
N0656	CIAYAQUE, APROPIADO	S=30	$E = 135,7748 + 2^{0,0000} + E^{-0,0000}$		0,9940	0,9882
		30-120	$E = 208,0239 + 2^{0,0000} + E^{-0,0000}$		0,9944	0,9885
		120-1440	$E = 2112,4527 + 2^{0,0000} + E^{-0,0000}$		0,9940	0,9882

CURVAS INTERVAGUA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,00	84,00	97,00	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	79,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5
	60	42,00	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,88L^3}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,13	Horas	=	7,74	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,13	Horas	=	7,76	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,84}$	=	0,17	Horas	=	9,97	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
CATALUÑA	0,65	17,27	11,22	9,97	1	98,80		3053	3,082860281

URBANIZACIÓN NAPOLI - SITUACIÓN ACTUAL

Datos de entrada	
L (km)=	0,08897
H (m)=	9,54
h (m)=	3,34
Área de aportación (ha) =	15,03

ESTACIÓN	CÓDIGO	NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES		R	R²
				S=30	S=120		
N0856		CIAYAQIE, APROPIADO	S=30	$t = 135,7748 + 2^{0,0000} \cdot e^{-0,0000}$	0,9940	0,9983	
			S=120	$t = 208,0239 + 2^{0,0000} \cdot e^{-0,0000}$	0,9944	0,9986	
			S=120-1440	$t = 2113,4587 + 2^{0,0000} \cdot e^{-0,0000}$	0,9940	0,9986	

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	130,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,00	84,00	97,00	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,29	Horas	=	17,41	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,29	Horas	=	17,47	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{2,64}$	=	0,33	Horas	=	19,37	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
CATALUÑA	0,65	15,03	9,77	19,37	1	98,80	2653	2,68283613

URBANIZACIÓN VILANOVA - SITUACIÓN ACTUAL

Datos de entrada	
L (km)=	0,09026
H (m)=	17,31
h (m)=	1,612
Área de aportación (ha) =	14,75

ESTACIÓN	CÓDIGO	NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES		R	R²
				S=30	S=120		
N0856		CIAYAQIE, APROPIADO	S=30	$t = 135,7748 + 2^{0,0000} \cdot e^{-0,0000}$	0,9940	0,9983	
			S=120	$t = 208,0239 + 2^{0,0000} \cdot e^{-0,0000}$	0,9944	0,9986	
			S=120-1440	$t = 2113,4587 + 2^{0,0000} \cdot e^{-0,0000}$	0,9940	0,9986	

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	130,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,00	84,00	97,00	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,22	Horas	=	12,91	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,22	Horas	=	12,95	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{2,64}$	=	0,25	Horas	=	15,26	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
CATALUÑA	0,65	14,75	9,59	15,26	1	98,80	2633	2,632794793

URBANIZACIÓN GRAN VICTORIA - SITUACIÓN ACTUAL

Datos de entrada	
L (km)=	1,26343
H (m)=	8,7
h (m)=	3,22
Área de aportación (ha) =	12,81

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	Ecuaciones		R	R ²
M0056	GRAYAQUEL AEROPUERTO	5-30	$t = 125,7748 + 2^{0,0000} + 2^{-0,0000}$	0,9848	0,9697	
		30-120	$t = 203,0239 + 2^{0,0100} + 2^{-0,0100}$	0,9944	0,9889	
		120-1440	$t = 1113,4537 + 2^{0,0100} + 2^{-0,0100}$	0,9992	0,9984	

CURVAS INTERVAGUA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,80	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,80	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	65,00	84,00	97,00	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	78,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5
	60	42,00	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,64	Horas	=	38,33	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,64	Horas	=	38,64	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,63	Horas	=	37,86	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	c	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
CATALUÑA	0,65	12,81	0,32	37,86	1	98,80	2266	2,286113027

URBANIZACIÓN VALLE - SITUACIÓN ACTUAL

Datos de entrada	
L (km)=	0,58319
H (m)=	13,2
h (m)=	1,94
Área de aportación (ha) =	10,21

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	Ecuaciones		R	R ²
M0056	GRAYAQUEL AEROPUERTO	5-30	$t = 135,7748 + 2^{0,0100} + 2^{-0,0100}$	0,9948	0,9893	
		30-120	$t = 203,0239 + 2^{0,0100} + 2^{-0,0100}$	0,9944	0,9889	
		120-1440	$t = 1113,4537 + 2^{0,0100} + 2^{-0,0100}$	0,9992	0,9984	

CURVAS INTERVAGUA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,80	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,80	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	65,00	84,00	97,00	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	78,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5
	60	42,00	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,20	Horas	=	11,96	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,20	Horas	=	11,99	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,24	Horas	=	14,32	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	c	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
CATALUÑA	0,65	10,21	0,64	14,32	1	98,80	1623	1,623026516

URBANIZACIÓN ARBOLETA - SITUACIÓN ACTUAL

Datos de entrada	
L (km)=	0,30234
H (m)=	0,64
h (m)=	3,4
Área de aportación (ha) =	0,35

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	EQUACIONES		R	R'
			S=30	S=1440		
M055A	GUAYAQUEL ARBOLETO	S=30	$f = 135,7748 + 2^{0,1144} \cdot e^{-0,0001}$	0,9948	0,9943	
		30-120	$f = 203,0258 + 2^{0,1144} \cdot e^{-0,0001}$	0,9948	0,9943	
		120-1440	$f = 113,4537 + 2^{0,1144} \cdot e^{-0,0001}$	0,9902	0,9904	

CURVAS INTERGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,80	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	65,00	84,00	97,00	119,10	138,4	160,8
	20	61,00	76,90	88,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,80L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,21	Horas	=	12,63	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,21	Horas	=	12,67	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,25	Horas	=	14,98	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
CATALUÑA	0,65	0,35	0,00	14,98	1	98,80	1009	1,068790567

URBANIZACIÓN NUEVA AURORA - SITUACIÓN ACTUAL

Datos de entrada	
L (km)=	0,43133
H (m)=	8,07
h (m)=	1,94
Área de aportación (ha) =	8,91

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	EQUACIONES		R	R'
			S=30	S=1440		
M055G	GUAYAQUEL ARBOLETO	S=30	$f = 135,7748 + 2^{0,1144} \cdot e^{-0,0001}$	0,9948	0,9943	
		30-120	$f = 203,0258 + 2^{0,1144} \cdot e^{-0,0001}$	0,9948	0,9943	
		120-1440	$f = 113,4537 + 2^{0,1144} \cdot e^{-0,0001}$	0,9902	0,9904	

CURVAS INTERGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,80	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	65,00	84,00	97,00	119,10	138,4	160,8
	20	61,00	76,90	88,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,80L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,17	Horas	=	10,12	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,17	Horas	=	10,15	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,21	Horas	=	12,46	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
CATALUÑA	0,65	8,91	0,79	12,46	1	98,80	1590	1,590169178

URBANIZACIÓN SAMBOCITY - SITUACIÓN ACTUAL

Datos de entrada	
L (km)=	0,34404
H (m)=	15,9
h (m)=	2,484
Área de aportación (ha) =	8,33

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	SITUACIONES		R	R ²
			I	J		
M8056	CUYAYQUEL APROPIETADO	5-30	I = 120,7748 + 2 * 0,4145 * L - 0,0044 * L ²	J = 0,9948 + 0,9683 * L	0,9948	0,9683
		30-120	I = 203,0238 + 2 * 0,7194 * L - 0,0044 * L ²	J = 0,9944 + 0,9680 * L		
		120-1440	I = 1113,4337 + 2 * 0,7194 * L - 0,0044 * L ²	J = 0,9990 + 0,9684 * L		

CURVAS INTERSAGUA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,80	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,00	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5
	60	42,00	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,88L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,17	Horas	=	30,31	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,17	Horas	=	30,35	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,84}$	=	0,21	Horas	=	12,66	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
CATALUÑA	0,65	8,33	5,41	12,66	1	98,80	1407	1,486926318

URBANIZACIÓN BRISAS DEL NORTE - SITUACIÓN ACTUAL

Datos de entrada	
L (km)=	0,66603
H (m)=	11,19
h (m)=	2,72
Área de aportación (ha) =	8,26

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	SITUACIONES		R	R ²
			I	J		
M8056	CUYAYQUEL APROPIETADO	5-30	I = 120,7748 + 2 * 0,4145 * L - 0,0044 * L ²	J = 0,9948 + 0,9683 * L	0,9948	0,9683
		30-120	I = 203,0238 + 2 * 0,7194 * L - 0,0044 * L ²	J = 0,9944 + 0,9680 * L		
		120-1440	I = 1113,4337 + 2 * 0,7194 * L - 0,0044 * L ²	J = 0,9990 + 0,9684 * L		

CURVAS INTERSAGUA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,80	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,00	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5
	60	42,00	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,88L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,26	Horas	=	15,55	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,26	Horas	=	15,60	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,84}$	=	0,30	Horas	=	17,81	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
CATALUÑA	0,65	8,26	5,37	17,81	1	98,80	1474	1,474418929

URBANIZACIÓN LOGARE - SITUACIÓN ACTUAL

Datos de entrada	
L (km)=	0,99574
H (m)=	16,7
h (m)=	3,027
Área de aportación (ha) =	7,85

CÓDIGO	SITUACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)		SECCIONES		R	R²
		5-30	30-120	1-200	200-1440		
M0056	CUYAYQUEL AEROPUERTO	5-30		$I = 220,7748 + 2^{0,0000} + 2^{-0,0000}$		0,9944	0,9887
		30-120		$I = 203,0236 + 2^{0,0000} + 2^{-0,0000}$		0,9944	0,9885
		120-1440		$I = 1113,6337 + 2^{0,0000} + 2^{-0,0000}$		0,9990	0,9984

CURVAS INTERRUMPA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	65,00	84,00	97,00	119,50	138,4	160,8
	20	63,00	78,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.	
Método de Rowe	
$T_c = \left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	= 0,19 Horas = 11,37 min
Método de Kirpich	
$T_c = 0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	= 0,19 Horas = 11,41 min
Método de Chow	
$T_c = 0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64}$	= 0,23 Horas = 13,73 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	c	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
CATALUÑA	0,65	7,85	5,11	13,73	1	98,80		5402	1,402385736

COLEGIO DE ABOGADOS - SITUACIÓN ACTUAL

Datos de entrada	
L (km)=	0,455
H (m)=	10,04
h (m)=	3,116
Área de aportación (ha) =	7,69

CÓDIGO	SITUACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)		SECCIONES		R	R²
		5-30	30-120	1-200	200-1440		
M0056	CUYAYQUEL AEROPUERTO	5-30		$I = 220,7748 + 2^{0,0000} + 2^{-0,0000}$		0,9944	0,9887
		30-120		$I = 203,0236 + 2^{0,0000} + 2^{-0,0000}$		0,9944	0,9885
		120-1440		$I = 1113,6337 + 2^{0,0000} + 2^{-0,0000}$		0,9990	0,9984

CURVAS INTERRUMPA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	65,00	84,00	97,00	119,50	138,4	160,8
	20	63,00	78,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.	
Método de Rowe	
$T_c = \left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	= 0,18 Horas = 10,82 min
Método de Kirpich	
$T_c = 0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	= 0,18 Horas = 10,86 min
Método de Chow	
$T_c = 0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64}$	= 0,22 Horas = 13,18 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	c	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
CATALUÑA	0,65	7,69	5,00	13,18	1	98,80		1373	1,372837127

COLEGIO DELTA Y JACARANDÁ - SITUACIÓN ACTUAL

Datos de entrada	
L (km)=	0,34225
H (m)=	19,51
h (m)=	2,797
Área de aportación (ha) =	7,52

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)		SITUACIONES		R	R'
		S=30	30-120	L = 235,7748 + 2 * 0,0100 + 0,0000	L = 203,0239 + 2 * 0,0100 + 0,0000		
M8056	GUAYAQUIL AEROPUERTO	120-1440		L = 1113,4537 + 2 * 0,0100 + 0,0000	0,9990	0,9994	

CURVAS INTERRAGUA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	65,00	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	61,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5
	60	42,00	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,09	Horas	=	5,55	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,09	Horas	=	5,57	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,84}$	=	0,13	Horas	=	7,56	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
CATALUÑA	0,65	7,52	4,09	7,56	1	98,80		1343	1,342877918

URBANIZACIÓN LAGUNA AZUL - SITUACIÓN ACTUAL

Datos de entrada	
L (km)=	0,41015
H (m)=	10,72
h (m)=	1,961
Área de aportación (ha) =	7,46

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)		SITUACIONES		R	R'
		S=30	30-120	L = 235,7748 + 2 * 0,0100 + 0,0000	L = 203,0239 + 2 * 0,0100 + 0,0000		
M8056	GUAYAQUIL AEROPUERTO	120-1440		L = 1113,4537 + 2 * 0,0100 + 0,0000	0,9990	0,9994	

CURVAS INTERRAGUA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	65,00	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	61,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5
	60	42,00	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,15	Horas	=	8,77	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,15	Horas	=	8,80	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,84}$	=	0,18	Horas	=	11,07	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
CATALUÑA	0,65	7,46	4,05	11,07	1	98,80		1332	1,331641674

URBANIZACIÓN MARINA D'OR - SITUACIÓN ACTUAL

Datos de entrada	
L (km)=	0,52391
H (m)=	10,47
h (m)=	1,34
Área de aportación (ha) =	7,09

ESTACIÓN	CÓDIGO	NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	SECCIONES	R	R²
M0056		GUAYAQUIL ATROPUSTO		$I = 120,7748 + 2^{0,01107 \cdot L - 0,00001}$ $I = 203,0239 + 2^{0,01107 \cdot L - 0,00001}$ $I = 1113,6537 + 2^{0,01107 \cdot L - 0,00001}$	0,9040	0,9687

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	95,40	117,80	130,70	166,70	193,7	223,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,00	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	95,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,88L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,19	Horas	=	11,35	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,19	Horas	=	11,38	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,23	Horas	=	13,91	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
CATALUÑA	0,65	7,09	4,61	13,91	1	98,80	1260	1,26568068

URBANIZACIÓN VALLE NORTE - SITUACIÓN ACTUAL

Datos de entrada	
L (km)=	0,50396
H (m)=	11,25
h (m)=	2,76
Área de aportación (ha) =	6,64

ESTACIÓN	CÓDIGO	NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	SECCIONES	R	R²
M0056		GUAYAQUIL ATROPUSTO		$I = 120,7748 + 2^{0,01107 \cdot L - 0,00001}$ $I = 203,0239 + 2^{0,01107 \cdot L - 0,00001}$ $I = 1113,6537 + 2^{0,01107 \cdot L - 0,00001}$	0,9040	0,9687

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	95,40	117,80	130,70	166,70	193,7	223,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,00	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	95,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,88L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,19	Horas	=	11,26	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,19	Horas	=	11,29	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,23	Horas	=	13,62	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
CATALUÑA	0,65	6,64	4,32	13,62	1	98,80	1100	1,186028068

URBANIZACIÓN LOS PRADOS - SITUACIÓN ACTUAL

Datos de entrada	
L (m)=	0,40443
H (m)=	17,12
h (m)=	2,488
Área de aportación (ha) =	6,34

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECCALZONES		R	R'
			1	2		
M8056	CAYAHUIL AEROPUERTO	5-30	$L = 225,7748 + 2^{0,0440} \cdot L^{0,8844}$	0,9040	0,9683	
		30-120	$L = 203,0239 + 2^{0,0708} \cdot L^{0,847648}$	0,9024	0,9680	
		120-1440	$L = 113,6337 + 2^{0,0708} \cdot L^{0,7774}$	0,9000	0,9664	

CURVAS INTENSIDAD	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,80	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,80	84,00	97,80	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.									
Método de Rowe									
Tc=	$\left(\frac{0,88L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,12	Horas	=	7,08	min		
Método de Kirpich									
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,12	Horas	=	7,10	min		
Método de Chow									
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,15	Horas	=	9,26	min		

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	c	Área	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
CATALUÑA	0,65	6,34	4,12	9,26	1	98,80		1132	1,132281328

URBANIZACIÓN SAVALI - SITUACIÓN ACTUAL

Datos de entrada	
L (m)=	0,38843
H (m)=	16,71
h (m)=	3,024
Área de aportación (ha) =	3,09

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECCALZONES		R	R'
			1	2		
M8056	CAYAHUIL AEROPUERTO	5-30	$L = 225,7748 + 2^{0,0440} \cdot L^{0,8844}$	0,9040	0,9683	
		30-120	$L = 203,0239 + 2^{0,0708} \cdot L^{0,847648}$	0,9024	0,9680	
		120-1440	$L = 113,6337 + 2^{0,0708} \cdot L^{0,7774}$	0,9000	0,9664	

CURVAS INTENSIDAD	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,80	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,80	84,00	97,80	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.									
Método de Rowe									
Tc=	$\left(\frac{0,88L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,12	Horas	=	6,94	min		
Método de Kirpich									
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,12	Horas	=	6,96	min		
Método de Chow									
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,15	Horas	=	9,10	min		

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	c	Área	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
CATALUÑA	0,65	3,09	3,31	9,10	1	98,80		909	0,908995248

TERRENO EN CURSO DE URBANIZACIÓN - SITUACIÓN ACTUAL

Datos de entrada	
L (km)=	0,49002
H (m)=	14,21
h (m)=	2,073
Área de aportación (ha) =	4,03

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	SIZACIONES		R	R'
			z	s		
M80SG	CUYAYUIL AEROPUERTO	5-30	z = 120,7748 + 2 ^{0,4345} * L ^{-0,8843}	s = 0,9848	0,9848	0,9848
		30-120	z = 203,0238 + 2 ^{0,4345} * L ^{-0,8843}	s = 0,9544	0,9544	
		120-1440	z = 1113,4537 + 2 ^{0,4345} * L ^{-0,8843}	s = 0,9990	0,9990	

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/AÑOS	z	s	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,00	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5
	60	42,00	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.

Método de Rowe

$$T_c = \left(\frac{0,88L^2}{H-h} \right)^{0,385} = 0,16 \text{ Horas} = 9,30 \text{ min}$$

Método de Kirpich

$$T_c = 0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385} = 0,16 \text{ Horas} = 9,33 \text{ min}$$

Método de Chow

$$T_c = 0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64} = 0,20 \text{ Horas} = 11,83 \text{ min}$$

CALCULO DE AREA DE DISEÑO

CUENCA	c	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
CATALUÑA	0,65	4,03	2,62	11,83	1	98,80	720	0,719565722

UNIDAD EDUCATIVA TEJAR - SITUACIÓN ACTUAL

Datos de entrada	
L (km)=	0,46029
H (m)=	20,8
h (m)=	2,585
Área de aportación (ha) =	4,03

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	SIZACIONES		R	R'
			z	s		
M80SG	CUYAYUIL AEROPUERTO	5-30	z = 120,7748 + 2 ^{0,4345} * L ^{-0,8843}	s = 0,9848	0,9848	0,9848
		30-120	z = 203,0238 + 2 ^{0,4345} * L ^{-0,8843}	s = 0,9544	0,9544	
		120-1440	z = 1113,4537 + 2 ^{0,4345} * L ^{-0,8843}	s = 0,9990	0,9990	

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/AÑOS	z	s	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,00	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5
	60	42,00	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.

Método de Rowe

$$T_c = \left(\frac{0,88L^2}{H-h} \right)^{0,385} = 0,13 \text{ Horas} = 7,56 \text{ min}$$

Método de Kirpich

$$T_c = 0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385} = 0,13 \text{ Horas} = 7,58 \text{ min}$$

Método de Chow

$$T_c = 0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64} = 0,16 \text{ Horas} = 9,78 \text{ min}$$

CALCULO DE AREA DE DISEÑO

CUENCA	c	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
CATALUÑA	0,65	4,03	2,62	9,78	1	98,80	720	0,719565722

URBANIZACIÓN AMALFI - SITUACIÓN ACTUAL

Datos de entrada	
L (km)=	0,34309
H (m)=	12,89
h (m)=	2,74
Área de aportación (ha) =	2,92

CÓDIGO	ESTACIÓN	NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECCENTRICIDADES		R	R'
				e	e'		
M0056	CUAYAHUIL AEROPUERTO		5-30	$e = 225,7798 + 2^{0,0000} + 2^{-0,0000}$	0,9948	0,9683	
			30-120	$e = 203,0239 + 2^{0,0000} + 2^{-0,0000}$	0,9644	0,9680	
			120-1440	$e = 1113,4337 + 2^{0,0000} + 2^{-0,0000}$	0,9990	0,9684	
CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,00	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	78,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.					
Método de Rowe					
$T_c =$	$\left(\frac{0,88L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,11	Horas	= 6,76 min
Método de Kirpich					
$T_c =$	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,11	Horas	= 6,78 min
Método de Chow					
$T_c =$	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5(1/2)}} \right)^{0,64}$	=	0,15	Horas	= 8,92 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
CATALUÑA	0,65	2,92	1,90	8,92	1	98,80		521	0,52099395

BODEGAS MARRIOT - SITUACIÓN ACTUAL

Datos de entrada	
L (km)=	0,29006
H (m)=	11,94
h (m)=	2,582
Área de aportación (ha) =	2,40

CÓDIGO	ESTACIÓN	NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECCENTRICIDADES		R	R'
				e	e'		
M0056	CUAYAHUIL AEROPUERTO		5-30	$e = 225,7798 + 2^{0,0000} + 2^{-0,0000}$	0,9948	0,9683	
			30-120	$e = 203,0239 + 2^{0,0000} + 2^{-0,0000}$	0,9644	0,9680	
			120-1440	$e = 1113,4337 + 2^{0,0000} + 2^{-0,0000}$	0,9990	0,9684	
CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,00	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	78,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.					
Método de Rowe					
$T_c =$	$\left(\frac{0,88L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,10	Horas	= 5,75 min
Método de Kirpich					
$T_c =$	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,10	Horas	= 5,75 min
Método de Chow					
$T_c =$	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5(1/2)}} \right)^{0,64}$	=	0,15	Horas	= 7,77 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
CATALUÑA	0,65	2,40	1,56	7,77	1	98,80		425	0,427820272

PLAZA VERMONT - SITUACIÓN ACTUAL

Datos de entrada	
L (km)=	0,27836
H (m)=	19,87
h (m)=	2,99
Área de aportación (ha) =	1,74

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	SITUACIONES		R	R ²
			I = 220,7748 + 2 ^{0,0140 + 2^{-0,0001}}	0,9948 0,9683		
M005G	CUAYAQUE, AEROPUERTO	5-30			0,9944	0,9886
		30-120			0,9902	0,9804
		120-1440			0,9902	0,9804

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,80	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	65,00	84,00	97,00	119,10	138,4	160,8
	20	61,00	78,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	99,00	114,9	133,5
	60	42,00	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	39,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,00	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,07	Horas	=	4,35	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,07	Horas	=	4,37	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,10	Horas	=	6,18	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	c	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
CATALUÑA	0,65	1,74	1,13	6,18	1	98,80	310	0,310313094

PLAZA TIA - SITUACIÓN ACTUAL

Datos de entrada	
L (km)=	0,17056
H (m)=	15,49
h (m)=	3,52
Área de aportación (ha) =	1,70

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	SITUACIONES		R	R ²
			I = 220,7748 + 2 ^{0,0140 + 2^{-0,0001}}	0,9948 0,9683		
M005G	CUAYAQUE, AEROPUERTO	5-30			0,9944	0,9886
		30-120			0,9902	0,9804
		120-1440			0,9902	0,9804

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,80	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	65,00	84,00	97,00	119,10	138,4	160,8
	20	61,00	78,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	99,00	114,9	133,5
	60	42,00	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	39,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,00	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,05	Horas	=	2,82	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,05	Horas	=	2,83	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,07	Horas	=	4,31	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	c	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
CATALUÑA	0,65	1,70	1,11	4,31	1	98,80	304	0,303983791

COMERCIAL SAMBOCITY - SITUACIÓN ACTUAL

Datos de entrada	
L (km)=	0,1042
H (m)=	21,54
h (m)=	3,42
Área de aportación (ha) =	1,39

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	SITUACIONES		R	R ²
			5-30	30-120		
M8056	CUYAGUIL APROPOSITO	5-30		$I = 225,7748 + 2^{0,0144} \cdot L - 0,0001$	0,9040	0,8173
		30-120		$I = 203,0239 + 2^{0,0144} \cdot L - 0,0004$	0,9544	0,9109
		120-1440		$I = 113,6337 + 2^{0,0144} \cdot L - 0,0074$	0,9950	0,9904

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	95,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,50	156,7	182,1
	15	68,00	84,00	97,00	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	79,90	93,40	109,00	129,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,00	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.						
Método de Rowe						
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,02	Horas	=	1,37 min
Método de Kirpich						
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,02	Horas	=	1,38 min
Método de Chow						
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5(1/2)}} \right)^{0,64}$	=	0,04	Horas	=	2,37 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
CATALUÑA	0,65	1,39	0,90	2,37	1	98,80	247	0,247282355

PRIMAX - SITUACIÓN ACTUAL

Datos de entrada	
L (km)=	0,13294
H (m)=	16,03
h (m)=	3,282
Área de aportación (ha) =	0,90

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	SITUACIONES		R	R ²
			5-30	30-120		
M8056	CUYAGUIL APROPOSITO	5-30		$I = 225,7748 + 2^{0,0144} \cdot L - 0,0001$	0,9040	0,8173
		30-120		$I = 203,0239 + 2^{0,0144} \cdot L - 0,0004$	0,9544	0,9109
		120-1440		$I = 113,6337 + 2^{0,0144} \cdot L - 0,0074$	0,9950	0,9904

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	95,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,50	156,7	182,1
	15	68,00	84,00	97,00	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	79,90	93,40	109,00	129,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,00	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.						
Método de Rowe						
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,03	Horas	=	2,07 min
Método de Kirpich						
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,03	Horas	=	2,07 min
Método de Chow						
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5(1/2)}} \right)^{0,64}$	=	0,06	Horas	=	3,33 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
CATALUÑA	0,65	0,90	0,58	3,33	1	98,80	160	0,159923073

URB. CAMPOSTELA - SITUACIÓN ACTUAL

CÓDIGO	INYECCIÓN	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	SECCIONES	R	R'
M0056	CRATAGEL (ALCOPIERTO)	5-30	$l = 235,7748 + 2^{0,0000} + 2^{-0,0000}$	0,9640	0,9603
		30-120	$l = 203,0238 + 2^{0,0000} + 2^{-0,0000}$	0,9544	0,9485
		120-1440	$l = 113,4337 + 2^{0,0000} + 2^{-0,0000}$	0,9597	0,9564

Datos de entrada	
L (km)=	0,45696
H (m)=	16,13
h (m)=	2,384
Área de aportación (ha) =	7,77

CURVA INTERAGUA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1	
15	66,00	84,00	97,00	115,10	138,4	160,8	
20	63,00	76,50	85,40	106,00	126,7	147,3	
30	57,10	69,70	81,00	95,00	114,9	133,5	
60	42,00	52,20	60,70	74,00	86	100	
120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73	
360	13,30	16,20	18,00	23,00	26,7	31	
1440	4,30	5,50	6,40	7,00	8,1	10,6	

Cálculo del tiempo de concentración.					
Método de Rowe					
T _c =	$\left(\frac{0,885 L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,14	Horas	= 8,35 min
Método de Kirpich					
T _c =	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,14	Horas	= 8,37 min
Método de Chow					
T _c =	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5}} \right)^{0,54}$	=	0,18	Horas	= 10,62 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	c	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
CATALUÑA	0,65	7,77	5,05	10,62	1	98,80		1306	1,387851635

Anexo 9

Planillas de cálculo de caudales de aguas lluvias en zonas residenciales –
situación $Tr=25$ años

CUENCA SITUACIÓN A 25 AÑOS URBANIZACIÓN MILANN - $Tr=25$ años

Datos de entrada	
L (km)=	0,7084
H (m)=	8
h (m)=	2,57
Área de aportación (ha) =	23,90

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	Ecuaciones		R	R ²
M0056	GUAYAQUIL AEROPUERTO	5-30		$f = 135,7748 + p^{0,0149} + p^{-0,0001}$	0,9940	0,9903
		30-120		$f = 203,6259 + p^{0,0168} + p^{-0,0004}$	0,9944	0,9899
		120-1440		$f = 1113,4537 + p^{0,0168} + p^{-0,0004}$	0,9950	0,9904

CURVAS INTENSIDAD	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,80	136,70	166,70	193,7	223,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	65,80	84,00	97,80	119,10	138,4	160,8
	20	61,00	78,90	91,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
$T_c =$	$\left(\frac{0,88L^3}{H-h} \right)^{0,305}$	=	0,33	Horas	=	19,82	min
Método de Kirpich							
$T_c =$	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,305}$	=	0,33	Horas	=	19,88	min
Método de Chow							
$T_c =$	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,36	Horas	=	21,79	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m ³ /s)
Milann	0,65	23,90	15,54	21,79	1	98,80	4205	4,267634899

URBANIZACIÓN MALAGA II - $Tr=25$ años

Datos de entrada	
L (km)=	0,81073
H (m)=	6,94
h (m)=	3,39
Área de aportación (ha) =	22,77

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	Ecuaciones		R	R ²
M0056	GUAYAQUIL AEROPUERTO	5-30		$f = 135,7748 + p^{0,0149} + p^{-0,0001}$	0,9940	0,9903
		30-120		$f = 203,6259 + p^{0,0168} + p^{-0,0004}$	0,9944	0,9899
		120-1440		$f = 1113,4537 + p^{0,0168} + p^{-0,0004}$	0,9950	0,9904

CURVAS INTENSIDAD	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,80	136,70	166,70	193,7	223,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	65,80	84,00	97,80	119,10	138,4	160,8
	20	61,00	78,90	91,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
$T_c =$	$\left(\frac{0,88L^3}{H-h} \right)^{0,305}$	=	0,45	Horas	=	27,28	min
Método de Kirpich							
$T_c =$	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,305}$	=	0,46	Horas	=	27,36	min
Método de Chow							
$T_c =$	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,47	Horas	=	28,42	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m ³ /s)
MALAGA II	0,65	22,77	14,80	28,42	1	98,80	4066	4,066027375

URBANIZACIÓN CATALUÑA - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,63526
H (m)=	8,38
h (m)=	1,42
Área de aportación (ha) =	17,27

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES		R	R'
			S=30	S=120		
N0056	CIATAYQUE, APROPRIADO	S=30	$I = 123,7748 + 2^{0,0000} + 2^{-0,0000}$	0,9940	0,9947	
		30=120	$I = 203,0239 + 2^{0,0000} + 2^{-0,0000}$	0,9944	0,9950	
		120=1440	$I = 3113,4327 + 2^{0,0000} + 2^{-0,0000}$	0,9940	0,9934	

CURVAS INTERRAGUA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,80	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,00	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5
	60	42,00	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	19,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,88L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,27	Horas	=	16,28	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,27	Horas	=	16,33	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,172}} \right)^{0,64}$	=	0,31	Horas	=	18,51	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
CATALUÑA	0,65	17,27	11,22	18,51	1	98,80	3063	3,082860281

URBANIZACIÓN CATALUÑA - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,34399
H (m)=	8,38
h (m)=	1,42
Área de aportación (ha) =	17,27

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES		R	R'
			S=30	S=120		
N0056	CIATAYQUE, APROPRIADO	S=30	$I = 123,7748 + 2^{0,0000} + 2^{-0,0000}$	0,9940	0,9947	
		30=120	$I = 203,0239 + 2^{0,0000} + 2^{-0,0000}$	0,9944	0,9950	
		120=1440	$I = 3113,4327 + 2^{0,0000} + 2^{-0,0000}$	0,9940	0,9934	

CURVAS INTERRAGUA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,80	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,00	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5
	60	42,00	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	19,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,88L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,15	Horas	=	7,74	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,15	Horas	=	7,76	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,172}} \right)^{0,64}$	=	0,17	Horas	=	9,97	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
CATALUÑA	0,65	17,27	11,22	9,97	1	98,80	3063	3,082860281

URBANIZACIÓN NAPOLI - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,66897
H (m)=	9,34
h (m)=	3,14
Área de aportación (ha) =	13,03

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALO DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES				R	R²
			S=30	S=120	S=300	S=1440		
CURVAS INTERAGUA	CAYAJUE, APROPIADO	5-30	$t = 125,7748 + p^{0,6666} + q^{-0,6666}$	0,9948	0,9693			
		30-120	$t = 208,0239 + p^{0,6666} + q^{-0,6666}$	0,9944	0,9689			
		120-1440	$t = 2118,4827 + p^{0,6666} + q^{-0,6666}$	0,9940	0,9684			
		MINUTOS/SEG	2	5	10	25	50	100
		5	96,40	117,80	136,70	166,70	193,7	225,2
		10	77,90	95,10	110,30	134,80	156,7	182,1
		15	68,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
		20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
		30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,3
		60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73		
300	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31		
1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6		

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,29	Horas	=	17,41	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,29	Horas	=	17,47	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,54}$	=	0,33	Horas	=	19,57	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
CATALUÑA	0,65	13,03	9,77	19,57	1	98,80		2653	2,68283615

URBANIZACIÓN VILANOVA - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,69626
H (m)=	17,31
h (m)=	1,612
Área de aportación (ha) =	14,75

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALO DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES				R	R²
			S=30	S=120	S=300	S=1440		
CURVAS INTERAGUA	CAYAJUE, APROPIADO	5-30	$t = 125,7748 + p^{0,6666} + q^{-0,6666}$	0,9948	0,9693			
		30-120	$t = 208,0239 + p^{0,6666} + q^{-0,6666}$	0,9944	0,9689			
		120-1440	$t = 2118,4827 + p^{0,6666} + q^{-0,6666}$	0,9940	0,9684			
		MINUTOS/SEG	2	5	10	25	50	100
		5	96,40	117,80	136,70	166,70	193,7	225,2
		10	77,90	95,10	110,30	134,80	156,7	182,1
		15	68,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
		20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
		30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,3
		60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73		
300	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31		
1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6		

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,22	Horas	=	12,91	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,22	Horas	=	12,95	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,54}$	=	0,25	Horas	=	15,26	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
CATALUÑA	0,65	14,75	9,59	15,26	1	98,80		2633	2,632794793

URBANIZACIÓN GRAN VICTORIA - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	1,28345
H (m)=	8,7
h (m)=	3,22
Área de aportación (ha) =	12,81

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	Ecuaciones	R	R²	CURVAS INTENSIDAD						
						MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
N0056	GUAYAQUE AEROPUERTO	5-30	$I = 125,7748 \cdot T^{-0,4400} \cdot e^{-0,0000}$	0,9948	0,9982							
		30-120	$I = 203,0239 \cdot T^{-0,4400} \cdot e^{-0,0000}$	0,9948	0,9982							
		120-1440	$I = 3113,4537 \cdot T^{-0,4400} \cdot e^{-0,0000}$	0,9948	0,9982							
		5	98,40	117,80	136,70	166,70	193,7	225,2				
		10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1				
		15	68,80	84,00	97,80	119,10	138,4	160,8				
		20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3				
		30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5				
		60	42,00	52,20	60,70	74,00	86	100				
		120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73				
360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31						
1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6						

Cálculo del tiempo de concentración.									
Método de Rowe									
T _c =	$\left(\frac{0,86L^3}{H-h} \right)^{0,305}$	=	0,64	Horas	=	38,53	min		
Método de Kirpich									
T _c =	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,305}$	=	0,64	Horas	=	38,64	min		
Método de Chow									
T _c =	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,63	Horas	=	37,86	min		

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Área	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
CATALUÑA	0,65	12,81	0,32	37,86	1	98,80		2266	2,286113027

URBANIZACIÓN VALLE - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,58319
H (m)=	13,2
h (m)=	1,94
Área de aportación (ha) =	10,21

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	Ecuaciones	R	R²	CURVAS INTENSIDAD						
						MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
N0056	GUAYAQUE AEROPUERTO	5-30	$I = 125,7748 \cdot T^{-0,4400} \cdot e^{-0,0000}$	0,9948	0,9982							
		30-120	$I = 203,0239 \cdot T^{-0,4400} \cdot e^{-0,0000}$	0,9948	0,9982							
		120-1440	$I = 3113,4537 \cdot T^{-0,4400} \cdot e^{-0,0000}$	0,9948	0,9982							
		5	98,40	117,80	136,70	166,70	193,7	225,2				
		10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1				
		15	68,80	84,00	97,80	119,10	138,4	160,8				
		20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3				
		30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5				
		60	42,00	52,20	60,70	74,00	86	100				
		120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73				
360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31						
1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6						

Cálculo del tiempo de concentración.									
Método de Rowe									
T _c =	$\left(\frac{0,86L^3}{H-h} \right)^{0,305}$	=	0,20	Horas	=	11,96	min		
Método de Kirpich									
T _c =	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,305}$	=	0,20	Horas	=	11,99	min		
Método de Chow									
T _c =	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,24	Horas	=	14,32	min		

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Área	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
CATALUÑA	0,65	10,21	0,64	14,32	1	98,80		1023	1,023026516

URBANIZACIÓN ARBOLETA - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,30234
H (m)=	9,64
h (m)=	3,4
Área de aportación (ha) =	9,35

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	Ecuaciones		R	R²
			t	t'		
M0056	GUAYAQUEL ARBOLETA	5-30	$t = 135,7748 + 2^{0,2149} \cdot e^{-0,0040}$	0,9048	0,9643	
		30-120	$t = 203,6256 + 2^{0,2149} \cdot e^{-0,0040}$	0,9048	0,9643	
		120-1440	$t = 1113,4537 + 2^{0,2149} \cdot e^{-0,0040}$	0,9048	0,9643	

CURVAS INTERGUA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,80	136,70	166,70	193,7	223,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	78,90	89,40	109,00	128,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	99,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,21	Horas	=	12,63	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,21	Horas	=	12,67	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5}} \right)^{1,64}$	=	0,25	Horas	=	14,98	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
CATALUÑA	0,65	9,35	0,00	14,98	1	98,80	1009	1,068790567

URBANIZACIÓN NUEVA AURORA - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,43133
H (m)=	8,97
h (m)=	1,94
Área de aportación (ha) =	8,91

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	Ecuaciones		R	R²
			t	t'		
M0056	GUAYAQUEL ARBOLETA	5-30	$t = 135,7748 + 2^{0,2149} \cdot e^{-0,0040}$	0,9048	0,9643	
		30-120	$t = 203,6256 + 2^{0,2149} \cdot e^{-0,0040}$	0,9048	0,9643	
		120-1440	$t = 1113,4537 + 2^{0,2149} \cdot e^{-0,0040}$	0,9048	0,9643	

CURVAS INTERGUA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,80	136,70	166,70	193,7	223,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	78,90	89,40	109,00	128,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	99,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,17	Horas	=	10,12	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,17	Horas	=	10,15	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5}} \right)^{1,64}$	=	0,21	Horas	=	12,46	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
CATALUÑA	0,65	8,91	0,79	12,46	1	98,80	1090	1,300169178

URBANIZACIÓN SAMBOCITY - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,54404
H (m)=	15,9
h (m)=	2,484
Área de aportación (ha) =	8,33

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	SECCIONES			R	R'
			5-30	30-120	120-1440		
M8056	GUAYAQUEL AEROPUESTO	5-30	$L = 120,7748 + 2 \cdot 0,0040 \cdot L - 0,0001$	0,9840	0,9685	0,9990	0,9964
		30-120	$L = 203,0239 + 2 \cdot 0,0040 \cdot L - 0,0001$	0,9544	0,9495		
		120-1440	$L = 1113,4537 + 2 \cdot 0,0040 \cdot L - 0,0001$	0,9990	0,9964		

CURVAS INTERSAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,80	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	66,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	78,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	95,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.									
Método de Rowe									
Tc=	$\left(\frac{0,80L^2}{H-h} \right)^{0,305}$	=	0,17	Horas	=	10,31	min		
Método de Kirpich									
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,305}$	=	0,17	Horas	=	10,35	min		
Método de Chow									
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,21	Horas	=	12,66	min		

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
CATALUÑA	0,65	8,33	5,41	12,66	1	98,80		1467	1,46926518

URBANIZACIÓN BRISAS DEL NORTE - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,66602
H (m)=	11,19
h (m)=	2,72
Área de aportación (ha) =	8,26

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	SECCIONES			R	R'
			5-30	30-120	120-1440		
M8056	GUAYAQUEL AEROPUESTO	5-30	$L = 120,7748 + 2 \cdot 0,0040 \cdot L - 0,0001$	0,9840	0,9685	0,9990	0,9964
		30-120	$L = 203,0239 + 2 \cdot 0,0040 \cdot L - 0,0001$	0,9544	0,9495		
		120-1440	$L = 1113,4537 + 2 \cdot 0,0040 \cdot L - 0,0001$	0,9990	0,9964		

CURVAS INTERSAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,80	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	66,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	78,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	95,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.									
Método de Rowe									
Tc=	$\left(\frac{0,80L^2}{H-h} \right)^{0,305}$	=	0,26	Horas	=	15,55	min		
Método de Kirpich									
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,305}$	=	0,26	Horas	=	15,60	min		
Método de Chow									
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,30	Horas	=	17,81	min		

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
CATALUÑA	0,65	8,26	5,37	17,81	1	98,80		1474	1,474418029

URBANIZACIÓN LOGARE - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,59574
H (m)=	16,7
h (m)=	3,027
Área de aportación (ha) =	7,85

CÓDIGO	SITUACIÓN	NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	EQUACIONES		R	R²
M6056		CUAYAGUIL, ATROPISSETO	5-30	$I = 120,7748 + 2^{0,0000} \cdot L^{-0,0000}$	0,9540	0,9183	
			30-120	$I = 203,0239 + 2^{0,0000} \cdot L^{-0,0000}$	0,9544	0,9180	
			120-1440	$I = 1113,4537 + 2^{0,0000} \cdot L^{-0,0000}$	0,9550	0,9164	

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,80	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	65,00	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	135,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,19	Horas	=	11,37	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,19	Horas	=	11,41	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,23	Horas	=	13,73	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	c	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
CATALUÑA	0,65	7,85	5,11	13,73	1	98,80	1402	1,402283730

COLEGIO DE ABOGADOS - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,455
H (m)=	10,04
h (m)=	3,116
Área de aportación (ha) =	7,69

CÓDIGO	SITUACIÓN	NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	EQUACIONES		R	R²
M6056		CUAYAGUIL, ABOGADOS	5-30	$I = 120,7748 + 2^{0,0000} \cdot L^{-0,0000}$	0,9540	0,9183	
			30-120	$I = 203,0239 + 2^{0,0000} \cdot L^{-0,0000}$	0,9544	0,9180	
			120-1440	$I = 1113,4537 + 2^{0,0000} \cdot L^{-0,0000}$	0,9550	0,9164	

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,80	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	65,00	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	135,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,18	Horas	=	10,82	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,18	Horas	=	10,86	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,22	Horas	=	13,18	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	c	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
CATALUÑA	0,65	7,69	5,00	13,18	1	98,80	1373	1,372837127

COLEGIO DELTA Y JACARANDÁ - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,34225
H (m)=	19,51
h (m)=	2,797
Área de aportación (ha) =	7,52

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (Estimados)		SITUACIONES		R	R ²
		S=30	30-120	$I = 225,7748 + 2^{0,0110} \cdot e^{-0,0001}$	$I = 203,0239 + 2^{0,0108} \cdot e^{-0,00004}$		
M005G	CUAYAUQUEL AEROPUERTO	30-120	120-1440	$I = 1113,4537 + 2^{0,0109} \cdot e^{-0,0001}$	$I = 1113,4537 + 2^{0,0109} \cdot e^{-0,0001}$	0,9948	0,9893

CURVAS INTERRAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,80	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	69,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	128,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5
	60	42,00	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
T _c =	$\left(\frac{0,89L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,09	Horas	=	5,55	min
Método de Kirpich							
T _c =	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,09	Horas	=	5,57	min
Método de Chow							
T _c =	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,13	Horas	=	7,56	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
CATALUÑA	0,85	7,52	4,09	7,56	1	98,80		1343	1,342877918

URBANIZACIÓN LAGUNA AZUL - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,41013
H (m)=	10,72
h (m)=	1,961
Área de aportación (ha) =	7,46

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (Estimados)		SITUACIONES		R	R ²
		S=30	30-120	$I = 225,7748 + 2^{0,0110} \cdot e^{-0,0001}$	$I = 203,0239 + 2^{0,0108} \cdot e^{-0,00004}$		
M005G	CUAYAUQUEL AEROPUERTO	30-120	120-1440	$I = 1113,4537 + 2^{0,0109} \cdot e^{-0,0001}$	$I = 1113,4537 + 2^{0,0109} \cdot e^{-0,0001}$	0,9948	0,9893

CURVAS INTERRAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,80	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	69,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	128,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5
	60	42,00	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
T _c =	$\left(\frac{0,89L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,15	Horas	=	8,77	min
Método de Kirpich							
T _c =	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,15	Horas	=	8,80	min
Método de Chow							
T _c =	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,18	Horas	=	11,07	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
CATALUÑA	0,85	7,46	4,05	11,07	1	98,80		1332	1,331641674

URBANIZACIÓN MARINA D'OR - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,32391
H (m)=	10,47
h (m)=	1,54
Área de aportación (ha)=	7,09

CÓDIGO	SITUACIÓN	NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	EQUACIONES		R	R²
				5-30	30-120		
M6056		GRAYAQUEL, APROPIETADO	5-30	$L = 120,7748 + 2^{0,0004} \cdot L - 0,0001$	$L = 203,0239 + 2^{0,0004} \cdot L - 0,0004$	0,9948	0,9983
			30-120	$L = 203,0239 + 2^{0,0004} \cdot L - 0,0004$	$L = 113,4537 + 2^{0,0004} \cdot L - 0,0004$	0,9944	0,9980
			120-1440	$L = 113,4537 + 2^{0,0004} \cdot L - 0,0004$	$L = 113,4537 + 2^{0,0004} \cdot L - 0,0004$	0,9990	0,9994

CURVAS INTERMEDIAS	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,80	130,70	160,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,00	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,305}$	=	0,19	Horas	=	11,55	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,305}$	=	0,19	Horas	=	11,58	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,23	Horas	=	13,91	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
CATALUÑA	0,65	7,09	4,61	13,91	1	98,80	1266	1,28566068

URBANIZACIÓN VALLE NORTE - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,50396
H (m)=	11,25
h (m)=	2,76
Área de aportación (ha)=	6,64

CÓDIGO	SITUACIÓN	NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	EQUACIONES		R	R²
				5-30	30-120		
M6056		GRAYAQUEL, APROPIETADO	5-30	$L = 120,7748 + 2^{0,0004} \cdot L - 0,0001$	$L = 203,0239 + 2^{0,0004} \cdot L - 0,0004$	0,9948	0,9983
			30-120	$L = 203,0239 + 2^{0,0004} \cdot L - 0,0004$	$L = 113,4537 + 2^{0,0004} \cdot L - 0,0004$	0,9944	0,9980
			120-1440	$L = 113,4537 + 2^{0,0004} \cdot L - 0,0004$	$L = 113,4537 + 2^{0,0004} \cdot L - 0,0004$	0,9990	0,9994

CURVAS INTERMEDIAS	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,80	130,70	160,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,00	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,305}$	=	0,19	Horas	=	11,26	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,305}$	=	0,19	Horas	=	11,29	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,23	Horas	=	13,62	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
CATALUÑA	0,65	6,64	4,32	13,62	1	98,80	1100	1,186028088

URBANIZACIÓN LOS PRADOS - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,40443
H (m)=	17,12
h (m)=	2,488
Área de aportación (ha) =	6,34

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	RESALZONES	R	R'			
				0,9944	0,9944			
CURVAS INTERAGUA	GUAYAQUIL APROVECHADO	5-30	$t = 235,7748 + 2^{0,0144} \cdot t^{0,9856}$	0,9944	0,9944			
		30-120	$t = 203,0238 + 2^{0,0144} \cdot t^{0,9856}$	0,9944	0,9944			
		120-1440	$t = 1113,4337 + 2^{0,0144} \cdot t^{0,9856}$	0,9944	0,9944			
		MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
		5	96,40	117,80	136,70	166,70	193,7	225,2
		10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
		15	68,80	84,00	97,80	119,10	138,4	160,8
		20	63,00	78,90	89,40	109,90	126,7	147,3
		30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5
		60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73		
360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31		
1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6		

Cálculo del tiempo de concentración.	
Método de Rowe	
$T_c = \left(\frac{0,86L^3}{H-h} \right)^{0,385}$	= 0,12 Horas = 7,08 min
Método de Kirpich	
$T_c = 0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	= 0,12 Horas = 7,10 min
Método de Chow	
$T_c = 0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,84}$	= 0,15 Horas = 9,26 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
CATALUÑA	0,65	6,34	4,12	9,26	1	98,80	1132	1,132281328

URBANIZACIÓN SAVALI - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,38843
H (m)=	16,71
h (m)=	3,024
Área de aportación (ha) =	3,09

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	RESALZONES	R	R'			
				0,9944	0,9944			
CURVAS INTERAGUA	GUAYAQUIL APROVECHADO	5-30	$t = 235,7748 + 2^{0,0144} \cdot t^{0,9856}$	0,9944	0,9944			
		30-120	$t = 203,0238 + 2^{0,0144} \cdot t^{0,9856}$	0,9944	0,9944			
		120-1440	$t = 1113,4337 + 2^{0,0144} \cdot t^{0,9856}$	0,9944	0,9944			
		MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
		5	96,40	117,80	136,70	166,70	193,7	225,2
		10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
		15	68,80	84,00	97,80	119,10	138,4	160,8
		20	63,00	78,90	89,40	109,90	126,7	147,3
		30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5
		60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73		
360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31		
1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6		

Cálculo del tiempo de concentración.	
Método de Rowe	
$T_c = \left(\frac{0,86L^3}{H-h} \right)^{0,385}$	= 0,12 Horas = 6,94 min
Método de Kirpich	
$T_c = 0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	= 0,12 Horas = 6,96 min
Método de Chow	
$T_c = 0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,84}$	= 0,15 Horas = 9,10 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
CATALUÑA	0,65	3,09	3,31	9,10	1	98,80	909	0,908995248

TERRENO EN CURSO DE URBANIZACIÓN - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,49002
H (m)=	14,21
h (m)=	2,073
Área de aportación (ha) =	4,03

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	SECCIONES		R	R'
			S=30	S=120		
M8056	GUAYAQUEL AEROPUESTO	S=30	$L = 225,7748 + 2^{0,0145} \cdot L - 0,0842$	0,9548	0,9683	
		S=120	$L = 203,0238 + 2^{0,0145} \cdot L - 0,0766$	0,9544	0,9686	
		S=1448	$L = 1113,4537 + 2^{0,0145} \cdot L - 0,1774$	0,9502	0,9664	

CURVAS INTERVAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,80	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	65,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	95,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,16	Horas	=	9,50	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,16	Horas	=	9,53	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5}} \right)^{0,84}$	=	0,20	Horas	=	11,83	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	c	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
CATALUÑA	0,65	4,03	2,62	11,83	1	98,80	720	0,719563722

UNIDAD EDUCATIVA TEJAR - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,46029
H (m)=	20,8
h (m)=	2,585
Área de aportación (ha) =	4,03

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	SECCIONES		R	R'
			S=30	S=120		
M8056	GUAYAQUEL AEROPUESTO	S=30	$L = 225,7748 + 2^{0,0145} \cdot L - 0,0842$	0,9548	0,9683	
		S=120	$L = 203,0238 + 2^{0,0145} \cdot L - 0,0766$	0,9544	0,9686	
		S=1448	$L = 1113,4537 + 2^{0,0145} \cdot L - 0,1774$	0,9502	0,9664	

CURVAS INTERVAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,80	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	65,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	95,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,13	Horas	=	7,56	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,13	Horas	=	7,58	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5}} \right)^{0,84}$	=	0,16	Horas	=	9,78	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	c	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
CATALUÑA	0,65	4,03	2,62	9,78	1	98,80	720	0,719563722

URBANIZACIÓN AMALFI - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,34399
H (m)=	12,89
h (m)=	2,74
Área de aportación (ha) =	2,92

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECCENTRICIDADES		
			R	R'	
M0056	GUAYAQUEL AEROPUESTO	5-30	$\epsilon = 120,7748 + 2^{0,0000} + 2^{-0,0000}$	0,9948	0,9683
		30-120	$\epsilon = 203,0230 + 2^{0,0000} + 2^{-0,0000}$	0,9944	0,9680
		120-1440	$\epsilon = 1113,4537 + 2^{0,0000} + 2^{-0,0000}$	0,9902	0,9604

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,80	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,80	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,00	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,11	Horas	=	6,76	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,11	Horas	=	6,78	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,13	Horas	=	8,92	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	c	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
CATALUÑA	0,65	2,92	1,90	8,92	1	98,80	521	0,52099395

BODEGAS MARRIOT - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,29006
H (m)=	11,94
h (m)=	2,582
Área de aportación (ha) =	2,40

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECCENTRICIDADES		
			R	R'	
M0056	GUAYAQUEL AEROPUESTO	5-30	$\epsilon = 120,7748 + 2^{0,0000} + 2^{-0,0000}$	0,9948	0,9683
		30-120	$\epsilon = 203,0230 + 2^{0,0000} + 2^{-0,0000}$	0,9944	0,9680
		120-1440	$\epsilon = 1113,4537 + 2^{0,0000} + 2^{-0,0000}$	0,9902	0,9604

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,80	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,80	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,00	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,10	Horas	=	5,75	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,10	Horas	=	5,75	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,13	Horas	=	7,77	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	c	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
CATALUÑA	0,65	2,40	1,56	7,77	1	98,80	425	0,427820272

PLAZA VERMONT - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,27836
H (m)=	19,87
h (m)=	2,99
Área de aportación (ha) =	1,74

ESTACIÓN	CÓDIGO	NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	EQUACIONES		R	R²		
				5-30	30-120				
CURVAS INTERAGUA	M0056	CERAYAOUL AFRAPUETO	5-30	$I = 120,7748 + 2,4444 \cdot L - 0,0001 \cdot L^2$	0,9048	0,9487			
			30-120	$I = 203,0238 + 2,4444 \cdot L - 0,0001 \cdot L^2$	0,9024	0,9286			
			120-1440	$I = 113,4537 + 2,4444 \cdot L - 0,0001 \cdot L^2$	0,9007	0,9684			
			MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
			5	96,40	117,60	136,70	166,70	193,7	225,2
			10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
			15	68,00	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
			20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
30	57,10	69,70	81,00	96,80	114,9	133,5			
60	42,00	52,20	60,70	74,00	86	100			
120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73			
360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31			
1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6			

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,88L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,07	Horas	=	4,35	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,07	Horas	=	4,37	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5}} \right)^{0,84}$	=	0,10	Horas	=	6,18	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
CATALUÑA	0,65	1,74	1,13	6,18	1	98,80	310	0,310313094

PLAZA TIA - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,17056
H (m)=	13,49
h (m)=	3,52
Área de aportación (ha) =	1,70

ESTACIÓN	CÓDIGO	NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	EQUACIONES		R	R²		
				5-30	30-120				
CURVAS INTERAGUA	M0056	CERAYAOUL AFRAPUETO	5-30	$I = 120,7748 + 2,4444 \cdot L - 0,0001 \cdot L^2$	0,9048	0,9487			
			30-120	$I = 203,0238 + 2,4444 \cdot L - 0,0001 \cdot L^2$	0,9024	0,9286			
			120-1440	$I = 113,4537 + 2,4444 \cdot L - 0,0001 \cdot L^2$	0,9007	0,9684			
			MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
			5	96,40	117,60	136,70	166,70	193,7	225,2
			10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
			15	68,00	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
			20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
30	57,10	69,70	81,00	96,80	114,9	133,5			
60	42,00	52,20	60,70	74,00	86	100			
120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73			
360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31			
1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6			

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,88L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,05	Horas	=	2,82	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,05	Horas	=	2,85	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5}} \right)^{0,84}$	=	0,07	Horas	=	4,31	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
CATALUÑA	0,65	1,70	1,11	4,31	1	98,80	304	0,303983791

COMERCIAL SAMBOCITY - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,1049
H (m)=	21,54
h (m)=	3,42
Área de aportación (ha) =	1,39

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)		RESALCIONES		R	R ²
		5-30	30-120	1-120	120-1440		
M0056	GUAYAQUEL AEROPUESTO	5-30	30-120	$L = 120,7748 + 2^{0,0104} \cdot L^{0,9996}$	$L = 203,0239 + 2^{0,0104} \cdot L^{0,9896}$	0,9940	0,9880
		120-1440		$L = 1113,6537 + 2^{0,0104} \cdot L^{0,9896}$		0,9990	0,9994

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	160,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,00	84,00	97,80	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	78,90	89,40	108,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.									
Método de Row									
Tc=	$\left(\frac{0,80L^2}{H-h} \right)^{0,305}$	=	0,02	Horas	=	1,37	min		
Método de Kirpich									
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,305}$	=	0,02	Horas	=	1,38	min		
Método de Chow									
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,04	Horas	=	2,37	min		

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (mín.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
CATALUÑA	0,65	1,39	0,90	2,37	1	98,80		247	0,247282155

PRIMAX - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,13204
H (m)=	16,03
h (m)=	3,282
Área de aportación (ha) =	0,90

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)		RESALCIONES		R	R ²
		5-30	30-120	1-120	120-1440		
M0056	GUAYAQUEL AEROPUESTO	5-30	30-120	$L = 120,7748 + 2^{0,0104} \cdot L^{0,9996}$	$L = 203,0239 + 2^{0,0104} \cdot L^{0,9896}$	0,9940	0,9880
		120-1440		$L = 1113,6537 + 2^{0,0104} \cdot L^{0,9896}$		0,9990	0,9994

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	160,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,00	84,00	97,80	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	78,90	89,40	108,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.									
Método de Row									
Tc=	$\left(\frac{0,80L^2}{H-h} \right)^{0,305}$	=	0,03	Horas	=	2,07	min		
Método de Kirpich									
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,305}$	=	0,03	Horas	=	2,07	min		
Método de Chow									
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,06	Horas	=	3,33	min		

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (mín.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
CATALUÑA	0,65	0,90	0,50	3,33	1	98,80		100	0,159923073

URB. CAMPOSTELA - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,45696
H (m)=	16,15
h (m)=	2,384
Área de aportación (ha) =	7,77

CÓDIGO	SITUACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)		REGULACIONES		R	R'
		5-30	30-120	1	2		
M005G	CAYAHUE, AEROPUERTO	5-30		$t = 220,7748 + 2 \cdot 0,0000 \cdot L + 0,0000$	0,5000	0,5000	
		30-120		$t = 203,0239 + 2 \cdot 0,0000 \cdot L + 0,0000$	0,5000	0,5000	
		120-1440		$t = 1113,6537 + 2 \cdot 0,0000 \cdot L + 0,0000$	0,5000	0,5000	

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,50	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	66,80	84,00	97,60	119,40	138,4	160,8
	20	63,00	78,90	89,40	108,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5
	60	42,00	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.						
Método de Rowe						
$T_c =$	$\left(\frac{0,85L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,14	Horas	=	8,35 min
Método de Kirpich						
$T_c =$	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,14	Horas	=	8,37 min
Método de Chow						
$T_c =$	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,18	Horas	=	10,62 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
CATALUÑA	0,65	7,77	5,05	10,62	1	98,80		1305	1,367851635

Anexo 10

Planillas de cálculo de caudales de aguas lluvias en zonas rurales – situación actual

CUENCA SITUACIÓN A 25 AÑOS ZONA AGRÍCOLA #1 - Tr=25 años

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES	K	K'
M0056	GUAYAQUIL AEROPUERTO	5<30	$i = 135,7748 + T^{0,2149} + T^{-0,3963}$	0,9949	0,9951
		30<120	$i = 203,0259 + T^{0,2149} + T^{-0,447064}$	0,9944	0,9899
		120<1440	$i = 1113,4537 + T^{0,2149} + T^{-0,7779}$	0,9992	0,9904

Datos de entrada	
L (km)=	5,21195
H (m)=	17,58
h (m)=	5,18
Área de aportación (ha) =	674,45

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	66,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	99,60	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	300	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.	
Método de Rowe	
$T_c = \left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	= 2,27 Horas = 156,49 min
Método de Kirpich	
$T_c = 0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	= 2,28 Horas = 156,89 min
Método de Chow	
$T_c = 0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,84}$	= 1,81 Horas = 108,55 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
	0,65	674,45	436,39	106,33	1	98,80		120410	120,4097533

ZONA AGRÍCOLA #2 - Tr=25 años

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES	K	K'
M0056	GUAYAQUIL AEROPUERTO	5<30	$i = 135,7748 + T^{0,2149} + T^{-0,3963}$	0,9949	0,9951
		30<120	$i = 203,0259 + T^{0,2149} + T^{-0,447064}$	0,9944	0,9899
		120<1440	$i = 1113,4537 + T^{0,2149} + T^{-0,7779}$	0,9992	0,9904

Datos de entrada	
L (km)=	2,69795
H (m)=	17,34
h (m)=	1,3
Área de aportación (ha) =	120,78

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	66,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	99,60	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	300	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.	
Método de Rowe	
$T_c = \left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	= 1,02 Horas = 61,20 min
Método de Kirpich	
$T_c = 0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	= 1,02 Horas = 61,38 min
Método de Chow	
$T_c = 0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,84}$	= 0,93 Horas = 55,62 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
	0,65	120,78	75,51	55,62	1	98,80		21563	21,56330260

ZONA AGRÍCOLA #3 - Tr=25 años

CÓDIGO	ESTACIÓN		INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	EQUACIONES	K	R²
	NOMBRE					
H0054	GIAYAQUEL AEROPUERTO		5<30	$f = 135,7748 + T^{0,2149} + T^{-0,8961}$	0,9948	0,9063
			30<120	$f = 203,0259 + T^{0,2203} + T^{-0,447044}$	0,9944	0,9099
			120<1440	$f = 1112,4527 + T^{0,2349} + T^{-0,7774}$	0,9992	0,9934

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,00	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	99,00	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	300	13,30	16,20	19,50	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Datos de entrada	
L (km)=	1,29287
H (m)=	17,31
h (m)=	1,611
Área de aportación (ha) =	52,40

Cálculo del tiempo de concentración.					
Método de Rowe					
Tc=	$\left(\frac{0,86L^3}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,44	Horas	= 26,39 min
Método de Kirpich					
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,44	Horas	= 26,46 min
Método de Chow					
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5(1/2)}} \right)^{0,64}$	=	0,46	Horas	= 27,64 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
	0,65	52,40	34,00	27,64	1	98,80		9356	9,355843521

ZONA AGRÍCOLA #4 - Tr=25 años

CÓDIGO	ESTACIÓN		INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	EQUACIONES	K	R²
	NOMBRE					
H0054	GIAYAQUEL AEROPUERTO		5<30	$f = 135,7748 + T^{0,2149} + T^{-0,8961}$	0,9948	0,9063
			30<120	$f = 203,0259 + T^{0,2203} + T^{-0,447044}$	0,9944	0,9099
			120<1440	$f = 1112,4527 + T^{0,2349} + T^{-0,7774}$	0,9992	0,9934

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,00	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	99,00	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	300	13,30	16,20	19,50	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Datos de entrada	
L (km)=	0,60368
H (m)=	14,52
h (m)=	2,595
Área de aportación (ha) =	18,98

Cálculo del tiempo de concentración.					
Método de Rowe					
Tc=	$\left(\frac{0,86L^3}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,20	Horas	= 12,17 min
Método de Kirpich					
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,20	Horas	= 12,21 min
Método de Chow					
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5(1/2)}} \right)^{0,64}$	=	0,24	Horas	= 14,33 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
	0,65	18,98	12,34	14,33	1	98,80		3309	3,388667773

ZONA RURAL #1 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,69309
H (m)=	14,04
h (m)=	2,22
Área de aportación (ha) =	16,88

CÓDIGO	ESTACIÓN		INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	EQUACIONES	K	K'
	NOMBRE					
H0056	GUAYAQUE		5<30	$t = 135,7748 + T^{0,2140} + t^{-0,8861}$	0,9948	0,9683
	ARROPIERTO		30<120	$t = 203,0259 + T^{0,2240} + t^{-0,447044}$	0,9944	0,9039
			120<1440	$t = 1112,4527 + T^{0,2238} + t^{-0,7774}$	0,9992	0,9934

CURVAS INTENSIDAD	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,50	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	65,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	61,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	99,00	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,88L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,24	Horas	=	14,32	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,24	Horas	=	14,37	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,54}$	=	0,28	Horas	=	16,64	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
	0,65	16,88	10,97	16,64	1	98,80		3014	3,013801402

ZONA AGRÍCOLA # 5 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,81785
H (m)=	12,9
h (m)=	2,95
Área de aportación (ha) =	15,65

CÓDIGO	ESTACIÓN		INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	EQUACIONES	K	K'
	NOMBRE					
H0056	GUAYAQUE		5<30	$t = 135,7748 + T^{0,2140} + t^{-0,8861}$	0,9948	0,9683
	ARROPIERTO		30<120	$t = 203,0259 + T^{0,2240} + t^{-0,447044}$	0,9944	0,9039
			120<1440	$t = 1112,4527 + T^{0,2238} + t^{-0,7774}$	0,9992	0,9934

CURVAS INTENSIDAD	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,50	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	65,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	61,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	99,00	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,88L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,31	Horas	=	18,33	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,31	Horas	=	18,59	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,54}$	=	0,34	Horas	=	20,61	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
	0,65	15,65	10,17	20,61	1	98,80		2794	2,794433871

AREA SIN USO - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,5312
H (m)=	13,9
h (m)=	5,523
Área de aportación (ha) =	14,53

CÓDIGO	ESTACIÓN		INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES	K	K'
	NOMBRE					
H0956	GIYAYQUEL AEROPUERTO		5-30	$t = 135,7748 + t^{0,2107} + t^{-0,2861}$	0,9949	0,9601
			30-120	$t = 203,0259 + t^{0,2409} + t^{-0,447048}$	0,9944	0,9039
			120-1440	$t = 1113,6527 + t^{0,2109} + t^{-0,7779}$	0,9991	0,9384

CURVAS INTERVAGUA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,30	134,80	156,7	182,1
	15	68,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,30	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	99,00	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	300	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,18	Horas	=	11,08	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,19	Horas	=	11,11	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5(1/2)}} \right)^{0,84}$	=	0,22	Horas	=	13,43	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
	0,65	14,53	5,44	13,43	1	98,80	2594	2,594074146

RECINTO TIERRA BLANCA - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,43492
H (m)=	16,15
h (m)=	3,39
Área de aportación (ha) =	11,33

CÓDIGO	ESTACIÓN		INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES	K	K'
	NOMBRE					
H0956	GIYAYQUEL AEROPUERTO		5-30	$t = 135,7748 + t^{0,2107} + t^{-0,2861}$	0,9949	0,9601
			30-120	$t = 203,0259 + t^{0,2409} + t^{-0,447048}$	0,9944	0,9039
			120-1440	$t = 1113,6527 + t^{0,2109} + t^{-0,7779}$	0,9991	0,9384

CURVAS INTERVAGUA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,30	134,80	156,7	182,1
	15	68,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,30	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	99,00	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	300	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,14	Horas	=	8,60	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,14	Horas	=	8,63	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5(1/2)}} \right)^{0,84}$	=	0,18	Horas	=	10,89	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
	0,65	11,33	7,36	10,89	1	98,80	2023	2,022709469

ZONA RURAL #2 - Tr=25 años

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECSACIONES	R	R ²
H0054	GHAYAKIL AEROPUERTO	5-30	$f = 135.7748 + x^{0.2140} + e^{-0.3861}$	0.9949	0.9903
		30-120	$f = 203.0259 + x^{0.2249} + e^{-0.447064}$	0.9944	0.9900
		120-1440	$f = 1113.4527 + x^{0.2199} + e^{-0.7776}$	0.9992	0.9984

Datos de entrada	
L (km)=	0,43513
H (m)=	18,05
h (m)=	2,69
Área de aportación (ha) =	9,59

CURVAS INTERVAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	65,00	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	300	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.					
Método de Rowe					
Tc=	$\left(\frac{0.86L^2}{H-h} \right)^{0.385}$	=	0,12	Horas	= 7,40 min
Método de Kirpich					
Tc=	$0.39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0.385}$	=	0,12	Horas	= 7,42 min
Método de Chow					
Tc=	$0.00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0.84}$	=	0,16	Horas	= 9,61 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	c	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)	
	0,65	9,59	6,23	9,61	1	98,80	1712	1,71130943	

ZONA RURAL #3 - Tr=25 años

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECSACIONES	R	R ²
H0054	GHAYAKIL AEROPUERTO	5-30	$f = 135.7748 + x^{0.2140} + e^{-0.3861}$	0.9949	0.9903
		30-120	$f = 203.0259 + x^{0.2249} + e^{-0.447064}$	0.9944	0.9900
		120-1440	$f = 1113.4527 + x^{0.2199} + e^{-0.7776}$	0.9992	0.9984

Datos de entrada	
L (km)=	0,48909
H (m)=	15,48
h (m)=	2,647
Área de aportación (ha) =	7,46

CURVAS INTERVAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	65,00	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	300	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.					
Método de Rowe					
Tc=	$\left(\frac{0.86L^2}{H-h} \right)^{0.385}$	=	0,13	Horas	= 9,28 min
Método de Kirpich					
Tc=	$0.39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0.385}$	=	0,16	Horas	= 9,31 min
Método de Chow					
Tc=	$0.00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0.84}$	=	0,19	Horas	= 11,59 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	c	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)	
	0,65	7,46	4,05	11,59	1	98,80	1332	1,332212797	

ZONA RURAL #4 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,48909
H (m)=	7,4
h (m)=	3,382
Área de aportación (ha) =	7,44

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	EQUACIONES	R	R ²	CURVAS INTERRAGUA							
						MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100	
H0056	GUAYAQUEL AEROPUERTO	5<30	$I = 135,7748 * T^{0,2149} * e^{-0,3861}$	0,9949	0,9603								
		30<120	$I = 203,0259 * T^{0,2249} * e^{-0,447048}$	0,9944	0,9089								
		120<1440	$I = 1112,4527 * T^{0,2149} * e^{-0,7776}$	0,9992	0,9984								
		5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2					
		10	77,50	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1					
		15	65,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8					
		20	63,00	78,90	89,40	108,00	126,7	147,3					
		30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5					
		60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100					
		120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73					
		300	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31					
		1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6					

Cálculo del tiempo de concentración.									
Método de Rowe									
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,25	Horas	=	14,80	min		
Método de Kirpich									
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,25	Horas	=	14,84	min		
Método de Chow									
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5}} \right)^{0,64}$	=	0,28	Horas	=	17,09	min		

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
	0,65	7,44	4,64	17,09	1	98,80		1329	1,328771957

ZONA RURAL #5 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,49664
H (m)=	7,4
h (m)=	3,382
Área de aportación (ha) =	5,35

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	EQUACIONES	R	R ²	CURVAS INTERRAGUA							
						MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100	
H0056	GUAYAQUEL AEROPUERTO	5<30	$I = 135,7748 * T^{0,2149} * e^{-0,3861}$	0,9949	0,9603								
		30<120	$I = 203,0259 * T^{0,2249} * e^{-0,447048}$	0,9944	0,9089								
		120<1440	$I = 1112,4527 * T^{0,2149} * e^{-0,7776}$	0,9992	0,9984								
		5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2					
		10	77,50	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1					
		15	65,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8					
		20	63,00	78,90	89,40	108,00	126,7	147,3					
		30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5					
		60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100					
		120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73					
		300	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31					
		1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6					

Cálculo del tiempo de concentración.									
Método de Rowe									
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,25	Horas	=	15,06	min		
Método de Kirpich									
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,25	Horas	=	15,11	min		
Método de Chow									
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5}} \right)^{0,64}$	=	0,29	Horas	=	17,34	min		

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
	0,65	5,35	3,45	17,34	1	98,80		955	0,954724511

ZONA AGRICOLA #6 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,363906
H (m)=	16,7
h (m)=	1,932
Área de aportación (ha) =	5,25

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	Ecuaciones		R	R²
H0056	GUAYAQUE AEROPUERTO	5-30	$t = 135,7748 + t^{0,2192} + t^{-0,8861}$	0,9949	0,9641	
		30-120	$t = 203,0259 + t^{0,2249} + t^{-0,447048}$	0,9944	0,9039	
		120-1440	$t = 1113,6527 + t^{0,2199} + t^{-0,7774}$	0,9991	0,9984	

CURVAS INTERRAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	108,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	300	13,30	16,20	18,00	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,10	Horas	=	6,29	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,11	Horas	=	6,31	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,14	Horas	=	8,39	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
	0,65	5,25	3,41	8,39	1	98,80	930	0,93737048

ZONA AGRICOLA #7 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,41334
H (m)=	18,4
h (m)=	2,774
Área de aportación (ha) =	5,07

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	Ecuaciones		R	R²
H0056	GUAYAQUE AEROPUERTO	5-30	$t = 135,7748 + t^{0,2192} + t^{-0,8861}$	0,9949	0,9641	
		30-120	$t = 203,0259 + t^{0,2249} + t^{-0,447048}$	0,9944	0,9039	
		120-1440	$t = 1113,6527 + t^{0,2199} + t^{-0,7774}$	0,9991	0,9984	

CURVAS INTERRAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	108,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	300	13,30	16,20	18,00	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,12	Horas	=	7,08	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,12	Horas	=	7,10	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,15	Horas	=	9,26	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
	0,65	5,07	3,30	9,26	1	98,80	906	0,906041978

RECINTO PALO DE IGUANA - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,33718
H (m)=	17,35
h (m)=	1,3
Área de aportación (ha) =	4,97

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	Ecuaciones	K	K'	CURVAS INTERAGUA							
						MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100	
H0056	GIAYAQUEL AEROPUERTO	5-30	$t = 135,7748 + 7^{0,2149} + t^{-0,2861}$	0,9949	0,9653								
		30-120	$t = 203,0259 + 7^{0,2449} + t^{-0,447042}$	0,9944	0,9089								
		120-1448	$t = 1113,4527 + 7^{0,2149} + t^{-0,7774}$	0,9991	0,9984								
		5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2					
		10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1					
		15	69,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8					
		20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3					
		30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5					
		60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100					
		120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73					
		360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31					
		1448	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6					

Cálculo del tiempo de concentración.	
Método de Rowe	
$T_c = \left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	= 0,10 Horas = 5,92 min
Método de Kirpich	
$T_c = 0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	= 0,10 Horas = 5,94 min
Método de Chow	
$T_c = 0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64}$	= 0,13 Horas = 7,98 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
	0,65	4,97	3,23	7,98	1	98,80		506	0,886481878

ZONA RURAL # 6- Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,44188
H (m)=	15,4
h (m)=	3,125
Área de aportación (ha) =	4,77

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	Ecuaciones	K	K'	CURVAS INTERAGUA							
						MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100	
H0056	GIAYAQUEL AEROPUERTO	5-30	$t = 135,7748 + 7^{0,2149} + t^{-0,2861}$	0,9949	0,9653								
		30-120	$t = 203,0259 + 7^{0,2449} + t^{-0,447042}$	0,9944	0,9089								
		120-1448	$t = 1113,4527 + 7^{0,2149} + t^{-0,7774}$	0,9991	0,9984								
		5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2					
		10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1					
		15	69,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8					
		20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3					
		30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5					
		60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100					
		120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73					
		360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31					
		1448	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6					

Cálculo del tiempo de concentración.	
Método de Rowe	
$T_c = \left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	= 0,14 Horas = 8,38 min
Método de Kirpich	
$T_c = 0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	= 0,14 Horas = 8,42 min
Método de Chow	
$T_c = 0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64}$	= 0,18 Horas = 10,67 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
	0,65	4,77	3,10	10,67	1	98,80		551	0,851384520

ZONA AGRICOLA #8 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,29442
H (m)=	15,4
h (m)=	3,125
Área de aportación (ha) =	4,55

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)		Ecuaciones	R	R ²
		5-30	30-120			
N0054	GUAYACIL AROPHIRITO	5-30		$I = 135,7748 + T^{0,2149} + e^{-0,3061}$	0,9948	0,9953
		30-120		$I = 203,0259 + T^{0,2449} + e^{-0,447048}$	0,9944	0,9939
		120-1440		$I = 1112,4527 + T^{0,2349} + e^{-0,7779}$	0,9992	0,9994

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	30	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	69,80	84,00	97,00	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	99,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.									
Método de Rowe									
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,09	Horas	=	5,25	min		
Método de Kirpich									
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,09	Horas	=	5,27	min		
Método de Chow									
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,84}$	=	0,12	Horas	=	7,23	min		

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
	0,65	4,55	2,95	7,23	1	98,80		813	0,812607287

SAN GUILLERMO - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,2373
H (m)=	12,73
h (m)=	3,05
Área de aportación (ha) =	4,37

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)		Ecuaciones	R	R ²
		5-30	30-120			
N0056	GUAYACIL AROPHIRITO	5-30		$I = 135,7748 + T^{0,2149} + e^{-0,3061}$	0,9948	0,9953
		30-120		$I = 203,0259 + T^{0,2449} + e^{-0,447048}$	0,9944	0,9895
		120-1440		$I = 1112,4527 + T^{0,2349} + e^{-0,7779}$	0,9992	0,9984

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	30	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	69,80	84,00	97,00	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	99,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.									
Método de Rowe									
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,07	Horas	=	4,48	min		
Método de Kirpich									
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,07	Horas	=	4,50	min		
Método de Chow									
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,84}$	=	0,11	Horas	=	6,33	min		

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
	0,65	4,37	2,84	6,33	1	98,80		760	0,78005812

ZONA AGRICOLA #9 - - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,42333
H (m)=	12,75
h (m)=	3,05
Área de aportación (ha) =	4,17

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES	R	R²			
						CURVAS INTEGRALIA		
N0856	GRAYAQUEL AEROPUERTO	5=30	$I = 135,7748 + T^{0,2109} \cdot e^{-0,3061}$	0,9948	0,9983			
		30=120	$I = 203,0259 + T^{0,2109} \cdot e^{-0,447944}$	0,9944	0,9899			
		120=1440	$I = 1112,4527 + T^{0,2109} \cdot e^{-0,7779}$	0,9992	0,9984			
		MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
		5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
		10	77,50	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
		15	68,80	84,00	97,00	119,10	138,4	160,8
		20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
		30	57,10	69,70	81,00	99,00	114,9	133,5
		60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
		120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
		300	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
		1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.	
Método de Rowe	
$T_c = \left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	= 0,15 Horas = 8,75 min
Método de Kirpich	
$T_c = 0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	= 0,15 Horas = 8,77 min
Método de Chow	
$T_c = 0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5}} \right)^{0,54}$	= 0,18 Horas = 11,04 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
	0,65	4,17	2,71	11,04	1	98,80		745	0,745036647

ZONA RURAL #7 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,33004
H (m)=	12,65
h (m)=	2,36
Área de aportación (ha) =	3,37

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES	R	R²			
						CURVAS INTEGRALIA		
N0856	GRAYAQUEL AEROPUERTO	5=30	$I = 135,7748 + T^{0,2109} \cdot e^{-0,3061}$	0,9948	0,9983			
		30=120	$I = 203,0259 + T^{0,2109} \cdot e^{-0,447944}$	0,9944	0,9899			
		120=1440	$I = 1112,4527 + T^{0,2109} \cdot e^{-0,7779}$	0,9992	0,9984			
		MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
		5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
		10	77,50	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
		15	68,80	84,00	97,00	119,10	138,4	160,8
		20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
		30	57,10	69,70	81,00	99,00	114,9	133,5
		60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
		120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
		300	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
		1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.	
Método de Rowe	
$T_c = \left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	= 0,11 Horas = 6,41 min
Método de Kirpich	
$T_c = 0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	= 0,11 Horas = 6,43 min
Método de Chow	
$T_c = 0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5}} \right)^{0,54}$	= 0,14 Horas = 8,53 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
	0,65	3,37	2,19	8,53	1	98,80		602	0,602236562

ARROCERA - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,26339
H (m)=	13,9
h (m)=	1,87
Área de aportación (ha) =	2,23

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES		R	R²
M0056	GUAYAQUIL AEROPUERTO	5<30		$t = 135,7748 + T^{0,2109} + e^{-0,3061}$	0,9948	0,9983
		30<120		$t = 203,0259 + T^{0,2109} + e^{-0,47948}$	0,9944	0,9895
		120<1440		$t = 1112,4537 + T^{0,2109} + e^{-0,7779}$	0,9952	0,9984

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	108,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
T _c =	$\left(\frac{0,86L^3}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,08	Horas	=	4,65	min
Método de Kirpich							
T _c =	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,08	Horas	=	4,67	min
Método de Chow							
T _c =	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,11	Horas	=	6,53	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
	0,65	2,23	1,45	6,53	1	98,80	390	0,398262739

ZONA AGRÍCOLA #10 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,22555
H (m)=	10,7
h (m)=	3,314
Área de aportación (ha) =	2,76

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES		R	R²
M0056	GUAYAQUIL AEROPUERTO	5<30		$t = 135,7748 + T^{0,2109} + e^{-0,3061}$	0,9948	0,9983
		30<120		$t = 203,0259 + T^{0,2109} + e^{-0,47948}$	0,9944	0,9895
		120<1440		$t = 1112,4537 + T^{0,2109} + e^{-0,7779}$	0,9952	0,9984

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	108,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
T _c =	$\left(\frac{0,86L^3}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,08	Horas	=	4,69	min
Método de Kirpich							
T _c =	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,08	Horas	=	4,71	min
Método de Chow							
T _c =	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,11	Horas	=	6,58	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
	0,65	2,76	1,79	6,58	1	98,80	492	0,492034609

PILADORA #1 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,23499
H (m)=	11,4
h (m)=	2,402
Área de aportación (ha) =	1,49

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)		Ecuaciones	R	R²
		5-30	30-120			
N0956	GIAYAQUEL AEROPUERTO	5-30		$i = 135,7748 + T^{0,2149} + T^{-0,3861}$	0,9948	0,9983
		30-120		$i = 203,0259 + T^{0,2149} + T^{-0,447948}$	0,9941	0,9889
		120-1440		$i = 1112,4527 + T^{0,2149} + T^{-0,7779}$	0,9992	0,9994

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	78,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,305}$	=	0,08	Horas	=	4,56	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,305}$	=	0,08	Horas	=	4,58	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,84}$	=	0,11	Horas	=	6,43	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
	0,65	1,49	0,97	6,43	1	98,80	205	0,269430424

IGLESIA - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,27199
H (m)=	13
h (m)=	2,24
Área de aportación (ha) =	1,33

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)		Ecuaciones	R	R²
		5-30	30-120			
N0956	GIAYAQUEL AEROPUERTO	5-30		$i = 135,7748 + T^{0,2149} + T^{-0,3861}$	0,9948	0,9983
		30-120		$i = 203,0259 + T^{0,2149} + T^{-0,447948}$	0,9941	0,9889
		120-1440		$i = 1112,4527 + T^{0,2149} + T^{-0,7779}$	0,9992	0,9994

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	78,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,305}$	=	0,08	Horas	=	5,04	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,305}$	=	0,08	Horas	=	5,06	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,84}$	=	0,12	Horas	=	6,98	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
	0,65	1,33	0,66	6,98	1	98,80	237	0,236940177

ZONA RURAL #8 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,13392
H (m)=	13
h (m)=	2,24
Área de aportación (ha) =	0,94

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	EQUACIONES	R	R'
H0956	GUAYAQUE, AEROPUERTO	5-30	$t = 135,7748 + T^{0,2149} + t^{0,8861}$	0,9949	0,9085
		30-120	$t = 293,0259 + T^{0,2149} + t^{0,8861}$	0,9941	0,9889
		120-1440	$t = 1113,4537 + T^{0,2149} + t^{0,8861}$	0,9992	0,9934

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	65,80	84,00	97,00	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	99,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	300	13,30	16,20	19,00	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.						
Método de Rowe						
$T_c =$	$\left(\frac{0,88L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,04	Horas	=	2,61 min
Método de Kirpich						
$T_c =$	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,04	Horas	=	2,62 min
Método de Chow						
$T_c =$	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,07	Horas	=	4,04 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
	0,85	0,94	0,01	4,04	1	98,80	100	0,168464382

ZONA RURAL #9 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,11369
H (m)=	9,87
h (m)=	1,945
Área de aportación (ha) =	0,94

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	EQUACIONES	R	R'
H0956	GUAYAQUE, AEROPUERTO	5-30	$t = 135,7748 + T^{0,2149} + t^{0,8861}$	0,9949	0,9085
		30-120	$t = 293,0259 + T^{0,2149} + t^{0,8861}$	0,9941	0,9889
		120-1440	$t = 1113,4537 + T^{0,2149} + t^{0,8861}$	0,9992	0,9934

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	65,80	84,00	97,00	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	99,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	300	13,30	16,20	19,00	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.						
Método de Rowe						
$T_c =$	$\left(\frac{0,88L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,03	Horas	=	2,07 min
Método de Kirpich						
$T_c =$	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,03	Horas	=	2,08 min
Método de Chow						
$T_c =$	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,06	Horas	=	3,33 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
	0,85	0,94	0,01	3,33	1	98,80	107	0,167108256

ZONA RURAL #10 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,18395
H (m)=	8,3
h (m)=	2,63
Área de aportación (ha) =	0,93

ESTACIÓN	CÓDIGO	NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	Ecuaciones	R	R²
N0056		GIAYAJUL AEROPUERTO	5<30	$t = 135,7748 + 7^{0,2149} \cdot t^{-0,8061}$	0,9988	0,9983
			30<120	$t = 203,0259 + 7^{0,2149} \cdot t^{-0,8061}$	0,9944	0,9889
			120<1440	$t = 1112,4527 + 7^{0,2149} \cdot t^{-0,7719}$	0,9992	0,9994

CURVAS INTERRADIA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	95,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,80	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	65,80	84,00	97,00	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	108,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,00	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,07	Horas	=	4,11	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,07	Horas	=	4,12	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,10	Horas	=	5,89	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
	0,65	0,93	0,61	5,89	1	98,80	166	0,166410733

ZONA RURAL #11 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,1345
H (m)=	16,72
h (m)=	2,63
Área de aportación (ha) =	0,85

ESTACIÓN	CÓDIGO	NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	Ecuaciones	R	R²
N0056		GIAYAJUL AEROPUERTO	5<30	$t = 135,7748 + 7^{0,2149} \cdot t^{-0,8061}$	0,9988	0,9983
			30<120	$t = 203,0259 + 7^{0,2149} \cdot t^{-0,8061}$	0,9944	0,9889
			120<1440	$t = 1112,4527 + 7^{0,2149} \cdot t^{-0,7719}$	0,9992	0,9994

CURVAS INTERRADIA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	95,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,80	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	65,80	84,00	97,00	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	108,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,00	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,04	Horas	=	2,36	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,04	Horas	=	2,37	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,06	Horas	=	3,72	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
	0,65	0,85	0,56	3,72	1	98,80	153	0,152504549

ZONA RURAL #12 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,077934
H (m)=	6,45
h (m)=	3,72
Área de aportación (ha) =	0,46

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	Ecuaciones	R	R²
H0954	GIAYAQUEL AEROPUERTO	5-30	$t = 120,7748 + T^{0,2149} + e^{-0,0061}$	0,9949	0,9933
		30-120	$t = 203,0259 + T^{0,2149} + e^{-0,0061}$	0,9941	0,9889
		120-1440	$t = 1113,4527 + T^{0,2149} + e^{-0,0061}$	0,9991	0,9994

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	66,00	84,00	97,00	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	78,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5
	60	42,00	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,305}$	=	0,03	Horas	=	2,02	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,305}$	=	0,03	Horas	=	2,02	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5(1/2)}} \right)^{0,64}$	=	0,05	Horas	=	3,26	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
	0,65	0,46	0,30	3,26	1	98,80	63	0,083016123

ZONA RURAL #13 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,10626
H (m)=	6,45
h (m)=	3,72
Área de aportación (ha) =	0,38

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	Ecuaciones	R	R²
H0954	GIAYAQUEL AEROPUERTO	5-30	$t = 120,7748 + T^{0,2149} + e^{-0,0061}$	0,9949	0,9933
		30-120	$t = 203,0259 + T^{0,2149} + e^{-0,0061}$	0,9941	0,9889
		120-1440	$t = 1113,4527 + T^{0,2149} + e^{-0,0061}$	0,9991	0,9994

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	66,00	84,00	97,00	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	78,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5
	60	42,00	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,305}$	=	0,05	Horas	=	2,89	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,305}$	=	0,05	Horas	=	2,90	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5(1/2)}} \right)^{0,64}$	=	0,07	Horas	=	4,39	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
	0,65	0,38	0,25	4,39	1	98,80	60	0,08407418

ZONA RURAL #14 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,07945
H (m)=	14,4
h (m)=	2,93
Area de aportación (ha) =	0,29

CÓDIGO	ESTACION NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)		EQUACIONES		R	R ²
		S<30	30<120	t = 135,7748 + t ^{2,1107} * e ^{-0,0061}	t = 203,0259 + t ^{2,0109} * e ^{-0,007063}		
NW56	GRAYADEL AEROPUERTO	5<30					
		30<120					
		120<1440					

CURVAS INTERRAGUA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,50	95,10	110,50	134,00	156,7	182,1
	15	69,50	84,00	97,00	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,50	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	99,00	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	300	13,30	16,20	18,00	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.					
Método de Rowe					
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,02	Horas =	1,19 min
Método de Kirpich					
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,02	Horas =	1,19 min
Método de Chow					
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,172}} \right)^{0,84}$	=	0,03	Horas =	2,10 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
	0,65	0,29	0,19	2,10	1	98,89	53	0,05254185

Anexo 11

Planillas de cálculo de caudales de aguas lluvias en zonas rurales – situación

Tr=25 años

CUENCA SITUACIÓN A 25 AÑOS ZONA AGRÍCOLA #1 - Tr=25 años

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES	R	R ²
M0056	GUAYAQUIL AEROPUERTO	5<30	$i = 135,7748 + 7^{0,2109} + e^{-0,0001}$	0,9849	0,9803
		30<120	$i = 203,0259 + 7^{0,2109} + e^{-0,0001}$	0,9944	0,9889
		120<1440	$i = 1113,4537 + 7^{0,2109} + e^{-0,0001}$	0,9992	0,9981

CURVAS INTENSIDAD	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	65,00	84,00	97,00	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	99,00	114,9	133,5
	60	42,00	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,00	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,90	9,1	10,6

Datos de entrada	
L (km)=	5,21195
H (m)=	17,58
h (m)=	3,18
Área de aportación (ha) =	0,74,45

Cálculo del tiempo de concentración.					
Método de Rowe					
T _c =	$\left(\frac{0,885^2}{H-h} \right)^{0,305}$	=	2,27	Horas	= 136,49 min
Método de Kirpich					
T _c =	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,305}$	=	2,28	Horas	= 136,89 min
Método de Chow					
T _c =	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,1/2}} \right)^{0,84}$	=	1,81	Horas	= 108,33 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
	0,65	0,74,45	430,39	108,33	1	98,80		120410	120,4097533

ZONA RURAL #1 - Tr=25 años

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES	R	R ²
M0056	GUAYAQUIL AEROPUERTO	5<30	$i = 135,7748 + 7^{0,2109} + e^{-0,0001}$	0,9849	0,9803
		30<120	$i = 203,0259 + 7^{0,2109} + e^{-0,0001}$	0,9944	0,9889
		120<1440	$i = 1113,4537 + 7^{0,2109} + e^{-0,0001}$	0,9992	0,9981

CURVAS INTENSIDAD	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	65,00	84,00	97,00	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	99,00	114,9	133,5
	60	42,00	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,00	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,90	9,1	10,6

Datos de entrada	
L (km)=	0,69309
H (m)=	14,04
h (m)=	2,22
Área de aportación (ha) =	16,88

Cálculo del tiempo de concentración.					
Método de Rowe					
T _c =	$\left(\frac{0,885^2}{H-h} \right)^{0,305}$	=	0,24	Horas	= 14,32 min
Método de Kirpich					
T _c =	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,305}$	=	0,24	Horas	= 14,37 min
Método de Chow					
T _c =	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,1/2}} \right)^{0,84}$	=	0,28	Horas	= 16,64 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
	0,65	16,88	10,97	16,64	1	98,80		3014	3,015801402

ZONA RURAL #10 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,18395
H (m)=	8,3
h (m)=	2,63
Área de aportación (ha) =	0,93

ESTACIÓN	CÓDIGO	NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)		EQUACIONES	R	R²
			5-30	30-120			
GHATAQUE, AEROPUERTO	H0954		5-30	30-120	$t = 125,7748 + T^{0,2149} + e^{-0,8861}$	0,9949	0,9903
			30-120	120-1440	$t = 203,6259 + T^{0,2149} + e^{-0,8861}$	0,9941	0,9899
			120-1440		$t = 1112,4527 + T^{0,2149} + e^{-0,7774}$	0,9992	0,9904

CURVAS INTERMEDIAS	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,80	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,90	134,80	156,7	182,1
	15	68,80	84,00	97,80	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	78,90	91,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.	
Método de Rowe	
$T_c = \left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	= 0,07 Horas = 4,11 min
Método de Kirpich	
$T_c = 0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	= 0,07 Horas = 4,12 min
Método de Chow	
$T_c = 0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,1/2}} \right)^{0,84}$	= 0,10 Horas = 5,89 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
	0,65	0,93	0,01	5,89	1	98,80		100	0,106410733

ZONA RURAL #13 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,10626
H (m)=	6,43
h (m)=	5,72
Área de aportación (ha) =	0,38

ESTACIÓN	CÓDIGO	NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)		EQUACIONES	R	R²
			5-30	30-120			
GHATAQUE, AEROPUERTO	H0954		5-30	30-120	$t = 125,7748 + T^{0,2149} + e^{-0,8861}$	0,9949	0,9903
			30-120	120-1440	$t = 203,6259 + T^{0,2149} + e^{-0,8861}$	0,9941	0,9899
			120-1440		$t = 1112,4527 + T^{0,2149} + e^{-0,7774}$	0,9992	0,9904

CURVAS INTERMEDIAS	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,80	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,90	134,80	156,7	182,1
	15	68,80	84,00	97,80	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	78,90	91,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.	
Método de Rowe	
$T_c = \left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	= 0,05 Horas = 2,89 min
Método de Kirpich	
$T_c = 0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	= 0,05 Horas = 2,90 min
Método de Chow	
$T_c = 0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,1/2}} \right)^{0,84}$	= 0,07 Horas = 4,39 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
	0,65	0,38	0,25	4,39	1	98,80		60	0,068407418

ZONA RURAL #11 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,1945
H (m)=	16,72
h (m)=	2,63
Área de aportación (ha) =	0,85

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	Ecuaciones		R	R²
H0956	GIAYAQUEL AEROPUERTO	5-30	$t = 135,7748 + T^{0,2149} + T^{-0,8861}$	0,9949	0,9003	
		30-120	$t = 203,0259 + T^{0,2165} + T^{-0,887048}$	0,9941	0,9009	
		120-1440	$t = 1113,4527 + T^{0,2149} + T^{-0,7776}$	0,9992	0,9904	

CURVAS INTENSIDAD	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	99,00	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,04	Horas	=	2,36	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,04	Horas	=	2,37	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5(1/2)}} \right)^{0,64}$	=	0,06	Horas	=	3,72	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
	0,85	0,85	0,56	3,72	1	98,80		153	0,152504549

ZONA RURAL #12 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,077934
H (m)=	6,45
h (m)=	3,72
Área de aportación (ha) =	0,46

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	Ecuaciones		R	R²
H0956	GIAYAQUEL AEROPUERTO	5-30	$t = 135,7748 + T^{0,2149} + T^{-0,8861}$	0,9949	0,9003	
		30-120	$t = 203,0259 + T^{0,2165} + T^{-0,887048}$	0,9941	0,9009	
		120-1440	$t = 1113,4527 + T^{0,2149} + T^{-0,7776}$	0,9992	0,9904	

CURVAS INTENSIDAD	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	99,00	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,03	Horas	=	2,02	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,03	Horas	=	2,02	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5(1/2)}} \right)^{0,64}$	=	0,05	Horas	=	3,26	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
	0,85	0,46	0,30	3,26	1	98,80		83	0,083016123

ZONA RURAL #14 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,07943
H (m)=	14,4
h (m)=	2,93
Área de aportación (ha) =	0,29

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	EQUACIONES	K	K'	CURVAS INTERAGUA							
						MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100	
H0956	GIATAYQUE, AEROPUERTO	5-30	$t = 135,7748 + T^{0,2149} + T^{-0,3861}$	0,9949	0,9933								
		30-120	$t = 203,0259 + T^{0,2149} + T^{-0,447042}$	0,9941	0,9899								
		120-1448	$t = 1113,4527 + T^{0,2149} + T^{-0,7778}$	0,9991	0,9904								
		5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2					
		10	77,80	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1					
		15	68,80	84,00	97,80	119,10	138,4	160,8					
		20	63,00	76,30	89,40	109,00	126,7	147,3					
		30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5					
		60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100					
		120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73					
		360	13,30	16,20	19,80	23,00	26,7	31					
		1448	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6					

Cálculo del tiempo de concentración.									
Método de Rowe									
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,02	Horas	=	1,19	min		
Método de Kirpich									
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,02	Horas	=	1,19	min		
Método de Chow									
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,84}$	=	0,03	Horas	=	2,10	min		

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	c	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
	0,65	0,29	0,19	2,10	1	98,80	53	0,05234183

ZONA AGRÍCOLA #2 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	2,69795
H (m)=	17,34
h (m)=	1,3
Área de aportación (ha) =	120,78

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	EQUACIONES	K	K'	CURVAS INTERAGUA							
						MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100	
H0956	GIATAYQUE, AEROPUERTO	5-30	$t = 135,7748 + T^{0,2149} + T^{-0,3861}$	0,9949	0,9933								
		30-120	$t = 203,0259 + T^{0,2149} + T^{-0,447042}$	0,9941	0,9899								
		120-1448	$t = 1113,4527 + T^{0,2149} + T^{-0,7778}$	0,9991	0,9904								
		5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2					
		10	77,80	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1					
		15	68,80	84,00	97,80	119,10	138,4	160,8					
		20	63,00	76,30	89,40	109,00	126,7	147,3					
		30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5					
		60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100					
		120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73					
		360	13,30	16,20	19,80	23,00	26,7	31					
		1448	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6					

Cálculo del tiempo de concentración.									
Método de Rowe									
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	1,02	Horas	=	61,20	min		
Método de Kirpich									
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	1,02	Horas	=	61,38	min		
Método de Chow									
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,84}$	=	0,93	Horas	=	55,62	min		

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	c	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
	0,65	120,78	76,51	55,62	1	98,80	21503	21,56330266

ZONA AGRÍCOLA #3 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	1,29287
H (m)=	17,51
h (m)=	1,611
Área de aportación (ha) =	52,40

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	Ecuaciones		R	R ²
H0956	GUAYAGUIL AEROPUERTO	5<30	$f = 135,7748 + 7^{0,2110} + e^{-0,0061}$	0,9948	0,9961	
		30<120	$f = 203,0259 + 7^{0,2110} + e^{-0,0061}$	0,9944	0,9939	
		120<1440	$f = 1113,4527 + 7^{0,2110} + e^{-0,0076}$	0,9992	0,9984	

CURVAS INTEGRADAS	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,80	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	78,30	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	99,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	300	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,44	Horas	=	26,30	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,44	Horas	=	26,46	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5(1/2)}} \right)^{0,64}$	=	0,46	Horas	=	27,64	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m ³ /s)
	0,65	52,40	34,06	27,64	1	98,80		9256	9,355843521

ZONA AGRÍCOLA #4 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,60368
H (m)=	14,52
h (m)=	2,595
Área de aportación (ha) =	18,98

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	Ecuaciones		R	R ²
H0956	GUAYAGUIL AEROPUERTO	5<30	$f = 135,7748 + 7^{0,2110} + e^{-0,0061}$	0,9948	0,9961	
		30<120	$f = 203,0259 + 7^{0,2110} + e^{-0,0061}$	0,9944	0,9939	
		120<1440	$f = 1113,4527 + 7^{0,2110} + e^{-0,0076}$	0,9992	0,9984	

CURVAS INTEGRADAS	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,80	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	78,30	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	99,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	300	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,20	Horas	=	12,17	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,20	Horas	=	12,21	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5(1/2)}} \right)^{0,64}$	=	0,24	Horas	=	14,55	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m ³ /s)
	0,65	18,98	12,34	14,53	1	98,80		3309	3,388667773

ZONA AGRÍCOLA # 5 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,81785
H (m)=	12,9
h (m)=	2,95
Área de aportación (ha) =	15,65

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	Ecuaciones		R	R²
N0054	GIAYAJUL AEROPUERTO	5<30	$t = 135,7748 + T^{0,2140} + t^{-0,3861}$	0,9949	0,9933	
		30<120	$t = 203,0259 + T^{0,2349} + t^{-0,447048}$	0,9944	0,9909	
		120<1440	$t = 1113,4527 + T^{0,2199} + t^{-0,7719}$	0,9992	0,9994	

CURVAS INTERRADUA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	78,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	99,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,00	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.									
Método de Rowe									
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,51	Horas	=	18,55	min		
Método de Kirpich									
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,51	Horas	=	18,59	min		
Método de Chow									
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,84}$	=	0,54	Horas	=	20,61	min		

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
	0,05	15,65	10,17	20,61	1	98,80		2794	2,794435871

AREA SIN USO - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,3312
H (m)=	13,9
h (m)=	3,523
Área de aportación (ha) =	14,53

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	Ecuaciones		R	R²
N0054	GIAYAJUL AEROPUERTO	5<30	$t = 135,7748 + T^{0,2140} + t^{-0,3861}$	0,9949	0,9933	
		30<120	$t = 203,0259 + T^{0,2349} + t^{-0,447048}$	0,9944	0,9909	
		120<1440	$t = 1113,4527 + T^{0,2199} + t^{-0,7719}$	0,9992	0,9994	

CURVAS INTERRADUA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	78,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	99,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,00	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.									
Método de Rowe									
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,18	Horas	=	11,08	min		
Método de Kirpich									
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,19	Horas	=	11,11	min		
Método de Chow									
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,84}$	=	0,22	Horas	=	13,45	min		

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
	0,05	14,53	9,44	13,43	1	98,80		2594	2,594074146

RECINTO TIERRA BLANCA - Tr=25 años

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	EQUACIONES		K	R ²
H005A	GUAYACIL AEROPUERTO	5-30	$t = 135,7748 + T^{0,2140} + T^{-0,8861}$	0,9944	0,9683	
		30-120	$t = 203,0250 + T^{0,2340} + T^{-0,447044}$	0,9944	0,9000	
		120-1440	$t = 1113,6527 + T^{0,2340} + T^{-0,7774}$	0,9992	0,9934	

CURVAS INTERRAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,60	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	66,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	108,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,00	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Datos de entrada	
L (km)=	0,45402
H (m)=	16,15
h (m)=	3,59
Área de aportación (ha) =	11,33

Cálculo del tiempo de concentración.						
Método de Rowe						
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,14	Horas	=	8,60 min
Método de Kirpich						
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,14	Horas	=	8,63 min
Método de Chow						
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,1/2}} \right)^{0,84}$	=	0,18	Horas	=	10,89 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
	0,65	11,33	7,36	10,89	1	98,80	2023	2,022709460

ZONA RURAL #2 - Tr=25 años

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	EQUACIONES		K	R ²
H005A	GUAYACIL AEROPUERTO	5-30	$t = 135,7748 + T^{0,2140} + T^{-0,8861}$	0,9944	0,9683	
		30-120	$t = 203,0250 + T^{0,2340} + T^{-0,447044}$	0,9944	0,9000	
		120-1440	$t = 1113,6527 + T^{0,2340} + T^{-0,7774}$	0,9992	0,9934	

CURVAS INTERRAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,60	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	66,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	108,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,00	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Datos de entrada	
L (km)=	0,43313
H (m)=	18,05
h (m)=	2,69
Área de aportación (ha) =	9,50

Cálculo del tiempo de concentración.						
Método de Rowe						
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,12	Horas	=	7,40 min
Método de Kirpich						
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,12	Horas	=	7,42 min
Método de Chow						
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,1/2}} \right)^{0,84}$	=	0,16	Horas	=	9,61 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
	0,65	9,50	6,23	9,61	1	98,80	1712	1,71130943

ZONA RURAL #3 - Tr=25 años

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES	K	K'
30<120	$t = 203,0259 + T^{0,2149} + t^{-0,447043}$	0,9948	0,9009		
120<1440	$t = 1112,4527 + T^{0,2149} + t^{-0,7776}$	0,9992	0,9904		

Datos de entrada	
L (km)=	0,48909
H (m)=	15,48
h (m)=	2,647
Área de aportación (ha) =	7,40

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1	
15	68,00	84,00	97,00	119,10	138,4	160,8	
20	63,00	78,90	89,40	108,00	126,7	147,3	
30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5	
60	42,00	52,20	60,70	74,00	86	100	
120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73	
300	13,30	16,20	18,00	23,00	26,7	31	
1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6	

Cálculo del tiempo de concentración.	
Método de Rowe	
$T_c = \left(\frac{0,88L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	= 0,15 Horas = 9,28 min
Método de Kirpich	
$T_c = 0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	= 0,16 Horas = 9,31 min
Método de Chow	
$T_c = 0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,1/2}} \right)^{0,64}$	= 0,19 Horas = 11,59 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
	0,65	7,40	4,05	11,59	1	98,80	1332	1,332212797

ZONA RURAL #4 - Tr=25 años

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES	K	K'
30<120	$t = 203,0259 + T^{0,2149} + t^{-0,447043}$	0,9948	0,9009		
120<1440	$t = 1112,4527 + T^{0,2149} + t^{-0,7776}$	0,9992	0,9904		

Datos de entrada	
L (km)=	0,48909
H (m)=	7,4
h (m)=	3,582
Área de aportación (ha) =	7,44

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1	
15	68,00	84,00	97,00	119,10	138,4	160,8	
20	63,00	78,90	89,40	108,00	126,7	147,3	
30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5	
60	42,00	52,20	60,70	74,00	86	100	
120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73	
300	13,30	16,20	18,00	23,00	26,7	31	
1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6	

Cálculo del tiempo de concentración.	
Método de Rowe	
$T_c = \left(\frac{0,88L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	= 0,25 Horas = 14,80 min
Método de Kirpich	
$T_c = 0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	= 0,25 Horas = 14,84 min
Método de Chow	
$T_c = 0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,1/2}} \right)^{0,64}$	= 0,28 Horas = 17,09 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
	0,65	7,44	4,04	17,09	1	98,80	1329	1,328771957

ZONA RURAL #5 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,49664
H (m)=	7,4
h (m)=	3,582
Área de aportación (ha) =	3,35

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES	R	R ²	CURVAS INTERRAGUA							
						MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100	
H0056	GUAYAQUEL AEROPUERTO	5<30	$t = 135,7748 + T^{0,2140} + T^{-0,8861}$	0,9948	0,9983								
		30<120	$t = 203,0250 + T^{0,2249} + T^{-0,447048}$	0,9944	0,9939								
		120<1440	$t = 1113,4527 + T^{0,2199} + T^{-0,7778}$	0,9992	0,9984								
		5	96,40	117,60	136,70	166,70	193,7	225,2					
		10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1					
		15	65,80	84,00	97,00	119,10	138,4	160,8					
		20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3					
		30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5					
		60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100					
		120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73					
		360	13,30	16,20	18,00	23,00	26,7	31					
		1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6					

Cálculo del tiempo de concentración.									
Método de Rowe									
Tc=	$\left(\frac{0,886^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,25	Horas	=	15,06	min		
Método de Kirpich									
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,25	Horas	=	15,11	min		
Método de Chow									
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5(1/2)}} \right)^{0,64}$	=	0,29	Horas	=	17,34	min		

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	c	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
	0,65	3,35	3,45	17,34	1	98,80		955	0,954724511

ZONA AGRICOLA #6 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,369906
H (m)=	16,7
h (m)=	1,932
Área de aportación (ha) =	5,23

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES	R	R ²	CURVAS INTERRAGUA							
						MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100	
H0056	GUAYAQUEL AEROPUERTO	5<30	$t = 135,7748 + T^{0,2140} + T^{-0,8861}$	0,9948	0,9983								
		30<120	$t = 203,0250 + T^{0,2249} + T^{-0,447048}$	0,9944	0,9939								
		120<1440	$t = 1113,4527 + T^{0,2199} + T^{-0,7778}$	0,9992	0,9984								
		5	96,40	117,60	136,70	166,70	193,7	225,2					
		10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1					
		15	65,80	84,00	97,00	119,10	138,4	160,8					
		20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3					
		30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5					
		60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100					
		120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73					
		360	13,30	16,20	18,00	23,00	26,7	31					
		1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6					

Cálculo del tiempo de concentración.									
Método de Rowe									
Tc=	$\left(\frac{0,886^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,10	Horas	=	6,29	min		
Método de Kirpich									
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,11	Horas	=	6,31	min		
Método de Chow									
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5(1/2)}} \right)^{0,64}$	=	0,14	Horas	=	8,39	min		

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	c	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
	0,65	5,23	3,41	8,39	1	98,80		930	0,93737048

ZONA AGRICOLA #7 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,41334
H (m)=	18,4
h (m)=	2,774
Área de aportación (ha) =	3,07

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	EQUACIONES	R	K'

CURVAS INTERSICUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,30	134,80	156,7	182,1
	15	68,00	84,00	97,00	118,10	138,4	160,8
	20	63,00	78,90	89,40	109,00	128,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5
	60	42,00	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,00	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.	
Método de Rowe	
$T_c = \left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,305}$	= 0,12 Horas = 7,08 min
Método de Kirpich	
$T_c = 0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,305}$	= 0,12 Horas = 7,10 min
Método de Chow	
$T_c = 0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5(1/2)}} \right)^{0,84}$	= 0,15 Horas = 9,26 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
	0,65	3,07	3,30	9,26	1	98,80		906	0,906041978

RECINTO PALO DE IGUANA - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,33718
H (m)=	17,35
h (m)=	1,3
Área de aportación (ha) =	4,97

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	EQUACIONES	R	K'

CURVAS INTERSICUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,30	134,80	156,7	182,1
	15	68,00	84,00	97,00	118,10	138,4	160,8
	20	63,00	78,90	89,40	109,00	128,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5
	60	42,00	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,00	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.	
Método de Rowe	
$T_c = \left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,305}$	= 0,10 Horas = 5,92 min
Método de Kirpich	
$T_c = 0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,305}$	= 0,10 Horas = 5,94 min
Método de Chow	
$T_c = 0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5(1/2)}} \right)^{0,84}$	= 0,13 Horas = 7,98 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
	0,65	4,97	3,23	7,98	1	98,80		500	0,886481878

ZONA RURAL # 6- Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,44188
H (m)=	15,4
h (m)=	3,125
Área de aportación (ha) =	4,77

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	Ecuaciones		R	R ²
H0956	GIAYAQUEL AEROPUERTO	5<30	$t = 135,7748 + 7^{0,2140} + t^{-0,8861}$	0,9948	0,9603	
		30<120	$t = 203,0259 + 7^{0,2340} + t^{-0,447048}$	0,9948	0,9009	
		120<1440	$t = 1113,4537 + 7^{0,2388} + t^{-0,7778}$	0,9992	0,9994	

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,50	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	19,00	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.	
Método de Rowe	
$T_c = \left(\frac{0,88L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	= 0,14 Horas = 8,39 min
Método de Kirpich	
$T_c = 0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	= 0,14 Horas = 8,42 min
Método de Chow	
$T_c = 0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64}$	= 0,18 Horas = 10,67 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
	0,65	4,77	3,10	10,67	1	98,80		851	0,851384529

ZONA AGRICOLA #8 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,29442
H (m)=	15,4
h (m)=	3,125
Área de aportación (ha) =	4,55

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	Ecuaciones		R	R ²
H0956	GIAYAQUEL AEROPUERTO	5<30	$t = 135,7748 + 7^{0,2140} + t^{-0,8861}$	0,9948	0,9603	
		30<120	$t = 203,0259 + 7^{0,2340} + t^{-0,447048}$	0,9948	0,9009	
		120<1440	$t = 1113,4537 + 7^{0,2388} + t^{-0,7778}$	0,9992	0,9994	

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,50	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	19,00	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.	
Método de Rowe	
$T_c = \left(\frac{0,88L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	= 0,09 Horas = 5,25 min
Método de Kirpich	
$T_c = 0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	= 0,09 Horas = 5,27 min
Método de Chow	
$T_c = 0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,64}$	= 0,12 Horas = 7,23 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
	0,65	4,55	2,90	7,23	1	98,80		813	0,812607287

SAN GUILLERMO - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,2373
H (m)=	12,75
h (m)=	3,05
Área de aportación (ha) =	4,37

ESTACIÓN	CÓDIGO	NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	Ecuaciones		R	R ²
N0856		GRAYAQUEL AEROPUERTO	5-30	$I = 135,7748 + T^{0,2109} + T^{-0,3061}$	0,9948	0,9953	
			30-120	$I = 205,0259 + T^{0,2109} + T^{-0,497948}$	0,9944	0,9899	
			120-1440	$I = 1112,4527 + T^{0,2109} + T^{-0,7779}$	0,9992	0,9994	

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	99,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
T _c =	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,07	Horas	=	4,48	min
Método de Kirpich							
T _c =	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,07	Horas	=	4,50	min
Método de Chow							
T _c =	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5}(L/2)} \right)^{0,64}$	=	0,11	Horas	=	6,33	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
	0,05	4,37	2,04	6,33	1	98,80		780	0,780058112

ZONA AGRICOLA #9 -- Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,42333
H (m)=	12,75
h (m)=	3,05
Área de aportación (ha) =	4,17

ESTACIÓN	CÓDIGO	NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	Ecuaciones		R	R ²
N0856		GRAYAQUEL AEROPUERTO	5-30	$I = 135,7748 + T^{0,2109} + T^{-0,3061}$	0,9948	0,9953	
			30-120	$I = 205,0259 + T^{0,2109} + T^{-0,497948}$	0,9944	0,9899	
			120-1440	$I = 1112,4527 + T^{0,2109} + T^{-0,7779}$	0,9992	0,9994	

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	99,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
T _c =	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,15	Horas	=	8,75	min
Método de Kirpich							
T _c =	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,15	Horas	=	8,77	min
Método de Chow							
T _c =	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5}(L/2)} \right)^{0,64}$	=	0,18	Horas	=	11,04	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO									
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)		CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
	0,05	4,17	2,71	11,04	1	98,80		745	0,745036647

ZONA RURAL #7 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,33004
H (m)=	12,65
h (m)=	2,36
Área de aportación (ha) =	3,37

CÓDIGO	ESTACIÓN		INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES	R	R ²
	NOMBRE					
N0856	GRAYAQUEL AEROPUERTO		5-30	$t = 135,7748 + T^{0,2109} + t^{-0,3061}$	0,9948	0,9983
			30<120	$t = 205,0259 + T^{0,2109} + t^{-0,447048}$	0,9944	0,9889
			120<1440	$t = 1112,4537 + T^{0,2109} + t^{-0,7779}$	0,9992	0,9984

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,60	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,80	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	66,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	99,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,11	Horas	=	6,41	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,11	Horas	=	6,43	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5}(L/2)} \right)^{0,64}$	=	0,14	Horas	=	8,53	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
	0,65	3,37	2,19	8,53	1	98,80	602	0,602236362

ARROCERA - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,26330
H (m)=	13,9
h (m)=	1,87
Área de aportación (ha) =	2,23

CÓDIGO	ESTACIÓN		INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES	R	R ²
	NOMBRE					
N0856	GRAYAQUEL AEROPUERTO		5-30	$t = 135,7748 + T^{0,2109} + t^{-0,3061}$	0,9948	0,9983
			30<120	$t = 205,0259 + T^{0,2109} + t^{-0,447048}$	0,9944	0,9889
			120<1440	$t = 1112,4537 + T^{0,2109} + t^{-0,7779}$	0,9992	0,9984

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/ANOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,60	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,80	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	66,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	99,80	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	360	13,30	16,20	18,80	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.							
Método de Rowe							
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,08	Horas	=	4,65	min
Método de Kirpich							
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,08	Horas	=	4,67	min
Método de Chow							
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5}(L/2)} \right)^{0,64}$	=	0,11	Horas	=	6,53	min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
	0,65	2,23	1,45	6,53	1	98,80	390	0,398262730

ZONA AGRÍCOLA #10 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,22555
H (m)=	10,7
h (m)=	3,314
Área de aportación (ha) =	2,70

CÓDIGO	ESTACIÓN		INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES	R	R²
	NOMBRE					
M0056	GUAYAQUIL AEROPUERTO		5-30	$f = 135,7748 + T^{0,2149} + T^{-0,3061}$	0,9948	0,9983
			30-120	$f = 203,0259 + T^{0,2149} + T^{-0,417648}$	0,9944	0,9889
			120-1440	$f = 1113,4537 + T^{0,2149} + T^{-0,7779}$	0,9992	0,9994

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	108,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	300	13,30	16,20	18,00	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.						
Método de Rowe						
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,08	Horas	=	4,69 min
Método de Kirpich						
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,08	Horas	=	4,71 min
Método de Chow						
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,11	Horas	=	6,58 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	c	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
	0,65	2,70	1,79	6,58	1	98,80	492	0,492034696

PILADORA #1 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,23499
H (m)=	11,4
h (m)=	2,402
Área de aportación (ha) =	1,49

CÓDIGO	ESTACIÓN		INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES	R	R²
	NOMBRE					
M0056	GUAYAQUIL AEROPUERTO		5-30	$f = 135,7748 + T^{0,2149} + T^{-0,3061}$	0,9948	0,9983
			30-120	$f = 203,0259 + T^{0,2149} + T^{-0,417648}$	0,9944	0,9889
			120-1440	$f = 1113,4537 + T^{0,2149} + T^{-0,7779}$	0,9992	0,9994

CURVAS INTERAGUA	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,80	84,00	97,60	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	76,90	89,40	108,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	300	13,30	16,20	18,00	23,00	26,7	31
	1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.						
Método de Rowe						
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,08	Horas	=	4,56 min
Método de Kirpich						
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,08	Horas	=	4,58 min
Método de Chow						
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,1/2}} \right)^{0,64}$	=	0,11	Horas	=	6,43 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	c	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
	0,65	1,49	0,97	6,43	1	98,80	205	0,205430424

IGLESIA - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,27199
H (m)=	13
h (m)=	2,24
Área de aportación (ha) =	1,33

ESTACIÓN	CÓDIGO	NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	EQUACIONES	R	R²			
							MINUTOS	2	5
CURVAS INTEGRAL	H0054	GUAYABAL AEROPUERTO	5-30	$t = 135,7748 + T^{0,2149} + t^{0,8861}$	0,9988	0,9983			
			30-120	$t = 203,0259 + T^{0,2149} + t^{0,8861}$	0,9941	0,9889			
			120-1440	$t = 1113,4527 + T^{0,2149} + t^{0,8861}$	0,9992	0,9994			
			5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
			10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
			15	68,80	84,00	97,60	118,10	138,4	160,8
			20	63,00	76,90	89,40	108,00	126,7	147,3
			30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5
			60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
			120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
300	13,30	16,20	19,80	23,00	26,7	31			
1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6			

Cálculo del tiempo de concentración.	
Método de Rowe	
$T_c = \left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,305}$	= 0,08 Horas = 5,04 min
Método de Kirpich	
$T_c = 0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,305}$	= 0,08 Horas = 5,06 min
Método de Chow	
$T_c = 0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5}} \right)^{0,64}$	= 0,12 Horas = 6,98 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
	0,65	1,33	0,66	6,98	1	98,80	237	0,236940177

ZONA RURAL #8 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,15392
H (m)=	13
h (m)=	2,24
Área de aportación (ha) =	0,94

ESTACIÓN	CÓDIGO	NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	EQUACIONES	R	R²			
							MINUTOS	2	5
CURVAS INTEGRAL	H0054	GUAYABAL AEROPUERTO	5-30	$t = 135,7748 + T^{0,2149} + t^{0,8861}$	0,9988	0,9983			
			30-120	$t = 203,0259 + T^{0,2149} + t^{0,8861}$	0,9941	0,9889			
			120-1440	$t = 1113,4527 + T^{0,2149} + t^{0,8861}$	0,9992	0,9994			
			5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
			10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
			15	68,80	84,00	97,60	118,10	138,4	160,8
			20	63,00	76,90	89,40	108,00	126,7	147,3
			30	57,10	69,70	81,00	98,00	114,9	133,5
			60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
			120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
300	13,30	16,20	19,80	23,00	26,7	31			
1440	4,50	5,50	6,40	7,80	9,1	10,6			

Cálculo del tiempo de concentración.	
Método de Rowe	
$T_c = \left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,305}$	= 0,04 Horas = 2,61 min
Método de Kirpich	
$T_c = 0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,305}$	= 0,04 Horas = 2,62 min
Método de Chow	
$T_c = 0,00500 \left(\frac{L}{S^{0,5}} \right)^{0,64}$	= 0,07 Horas = 4,04 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	C	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m³/s)
	0,65	0,94	0,61	4,04	1	98,80	100	0,168464382

ZONA RURAL #9 - Tr=25 años

Datos de entrada	
L (km)=	0,11369
H (m)=	9,87
h (m)=	1,943
Área de aportación (ha) =	0,94

CÓDIGO	ESTACIÓN NOMBRE	INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	EQUACIONES		R	R²
MD956	GHATAQUEL AEROPUERTO	5-30	$t = 125,7763 + 7^{0,2149} \cdot e^{-0,0961}$	0,9941	0,9903	
		30-120	$t = 203,0259 + 7^{0,2149} \cdot e^{-0,0961}$	0,9941	0,9889	
		120-1440	$t = 1112,4527 + 7^{0,2149} \cdot e^{-0,0961}$	0,9932	0,9934	

CURVAS INTEGRADAS	MINUTOS/AÑOS	2	5	10	25	50	100
	5	96,40	117,00	136,70	166,70	193,7	225,2
	10	77,90	95,10	110,50	134,80	156,7	182,1
	15	68,80	84,00	97,00	119,10	138,4	160,8
	20	63,00	78,90	89,40	109,00	126,7	147,3
	30	57,10	69,70	81,00	99,00	114,9	133,5
	60	42,80	52,20	60,70	74,00	86	100
	120	31,20	38,10	44,30	54,00	62,8	73
	300	13,30	16,20	18,00	23,00	26,7	31
	1440	4,30	5,30	6,40	7,80	9,1	10,6

Cálculo del tiempo de concentración.						
Método de Rowe						
Tc=	$\left(\frac{0,86L^2}{H-h} \right)^{0,385}$	=	0,03	Horas	=	2,07 min
Método de Kirpich						
Tc=	$0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	=	0,03	Horas	=	2,08 min
Método de Chow						
Tc=	$0,00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0,84}$	=	0,06	Horas	=	3,33 min

CALCULO DE AREA DE DISEÑO								
CUENCA	c	Area	AREA EQ.	T. C. (min.)	Lluvia	Intensidad (mm.)	CAUDAL MAXIMO (L/s)	CAUDAL MAXIMO (m3/s)
	0,65	0,94	0,61	3,33	1	98,80	167	0,167108256

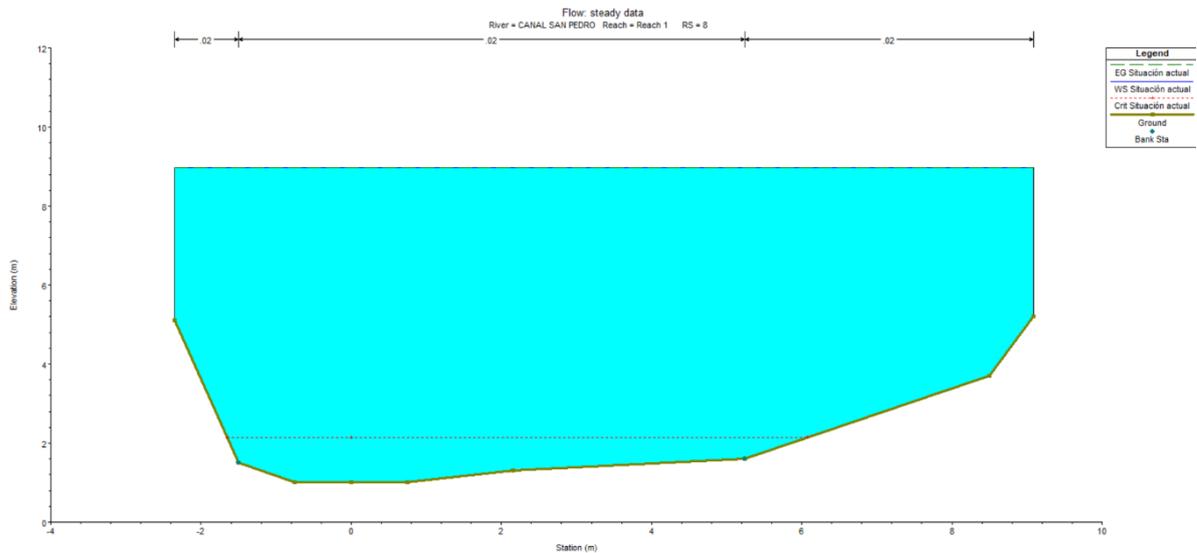
Anexo 12

Reporte simulación Hec -ras

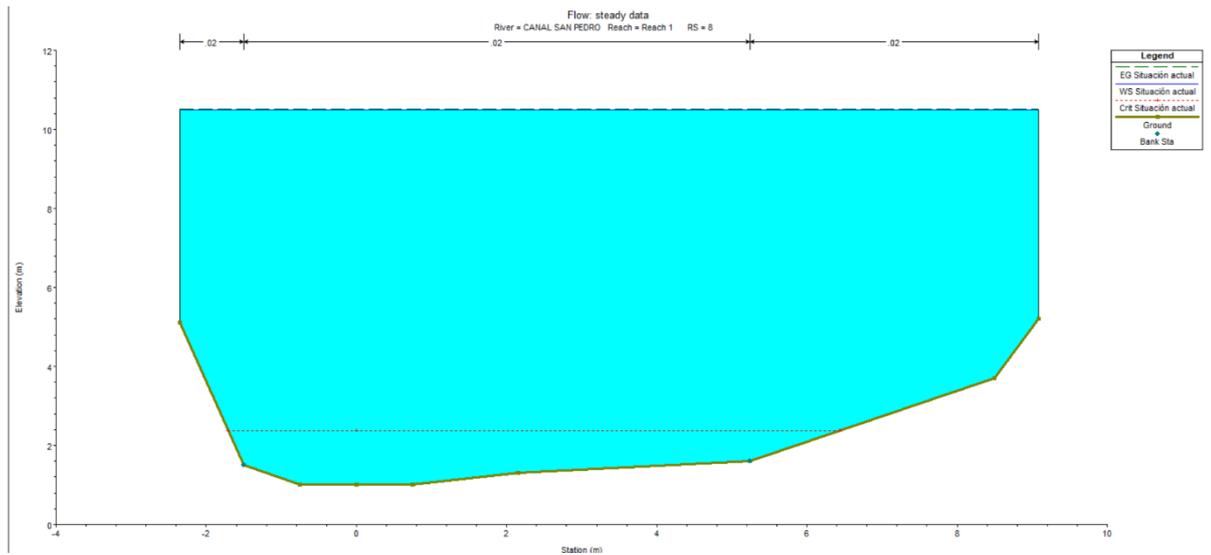
Alcance	Estación del Río	Perfil	Cota de línea de energía aguas arriba	Cota de la lámina de agua aguas arriba	Valor del término cinético de la energía	Pérdida de energía debido a la fricción	Pérdida de energía debida a contracción y/o expansión del flujo.	Caudal Izquierdo	Caudal del canal	Caudal derecho	Ancho de la lámina de agua
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m)
Alcance 1	8	Situación actual	8,98	8,97	0	0,02	0	0,25	13,73	2,95	11,43
Alcance 1	8	Situación actual	10,51	10,5	0	0,03	0	0,35	20,1	4,21	11,43
Alcance 1	8	Situación a 25 a	9,68	9,67	0	0,03	0	0,29	16,5	3,51	11,43
Alcance 1	8	Situación a 25 a	11,75	11,74	0,01	0,03	0	0,44	26,05	5,29	11,43
Alcance 1	8	Marea sin lluvia	5,06	5,06	0	0,01	0	0,04	2,86	0,51	11,37
Alcance 1	8	marea futura a 2	5,28	5,28	0	0,02	0	0,05	3,23	0,6	11,43
Alcance 1	7	Situación actual	8,95	8,95	0,01	0,04	0	1,56	31,27	1,02	17,68
Alcance 1	7	Situación actual	10,48	10,47	0,01	0,04	0	2,26	45,54	1,52	17,68
Alcance 1	7	Situación a 25 a	9,65	9,64	0,01	0,04	0	1,87	37,5	1,24	17,68
Alcance 1	7	Situación a 25 a	11,72	11,71	0,01	0,05	0	2,85	58,77	1,94	17,68
Alcance 1	7	Marea sin lluvia	5,05	5,05	0	0,02	0	0,15	6,61	0,06	17,14
Alcance 1	7	marea futura a 2	5,26	5,26	0	0,02	0	0,2	7,48	0,08	17,62
Alcance 1	6	Situación actual	8,91	8,9	0,01	0,06	0	0,97	47,5	2,31	17,09
Alcance 1	6	Situación actual	10,44	10,42	0,02	0,07	0	1,41	69,15	3,41	17,09
Alcance 1	6	Situación a 25 a	9,61	9,6	0,01	0,07	0	1,17	56,95	2,8	17,09
Alcance 1	6	Situación a 25 a	11,67	11,65	0,02	0,08	0	1,79	89,19	4,35	17,09
Alcance 1	6	Marea sin lluvia	5,03	5,03	0	0,03	0	0,11	9,86	0,25	16,98
Alcance 1	6	marea futura a 2	5,24	5,24	0	0,03	0	0,14	11,19	0,32	17,09
Alcance 1	5	Situación actual	8,85	8,83	0,02	0,15	0,01	0,43	65,89	1,38	15,81
Alcance 1	5	Situación actual	10,36	10,33	0,03	0,17	0,01	0,63	95,97	2,03	15,81
Alcance 1	5	Situación a 25 a	9,54	9,52	0,02	0,16	0,01	0,52	79,04	1,67	15,81
Alcance 1	5	Situación a 25 a	11,59	11,55	0,04	0,19	0,01	0,79	123,75	2,58	15,81
Alcance 1	5	Marea sin lluvia	5	5	0	0,07	0	0,05	13,44	0,14	15,67
Alcance 1	5	marea futura a 2	5,21	5,21	0	0,07	0	0,06	15,29	0,18	15,81
Alcance 1	4	Situación actual	8,7	8,62	0,08	0,55	0,02	3,36	78,62	2,65	11,83
Alcance 1	4	Situación actual	10,19	10,07	0,11	0,63	0,03	4,91	114,47	3,9	11,83
Alcance 1	4	Situación a 25 a	9,38	9,28	0,09	0,59	0,02	4,06	94,27	3,21	11,83
Alcance 1	4	Situación a 25 a	11,39	11,25	0,15	0,68	0,03	6,24	147,68	4,97	11,83
Alcance 1	4	Marea sin lluvia	4,93	4,92	0,02	0,34	0,01	0,31	16,52	0,21	11,5
Alcance 1	4	marea futura a 2	5,14	5,12	0,02	0,35	0,01	0,41	18,72	0,28	11,78
Alcance 1	3	Situación actual	8,13	7,87	0,26	0,77	0,02	15,32	66,24	20	10,1
Alcance 1	3	Situación actual	9,53	9,16	0,37	0,87	0,03	22,01	96,92	29,01	10,1
Alcance 1	3	Situación a 25 a	8,77	8,46	0,31	0,82	0,03	18,3	79,54	24	10,1
Alcance 1	3	Situación a 25 a	10,69	10,21	0,48	0,95	0,04	27,85	125,92	36,91	10,1
Alcance 1	3	Marea sin lluvia	4,59	4,51	0,08	0,54	0,01	2,22	15,53	2,68	9,9
Alcance 1	3	marea futura a 2	4,78	4,7	0,09	0,54	0,01	2,72	17,25	3,32	10,1
Alcance 1	2	Situación actual	7,33	7,15	0,18	0,43	0,03	17,36	88,09	13,04	13,95
Alcance 1	2	Situación actual	8,63	8,37	0,26	0,49	0,04	25,72	127,74	19,14	13,95
Alcance 1	2	Situación a 25 a	7,92	7,7	0,22	0,46	0,03	21,06	105,34	15,75	13,95
Alcance 1	2	Situación a 25 a	9,7	9,36	0,34	0,53	0,05	33,09	164,89	24,47	13,95
Alcance 1	2	Marea sin lluvia	4,04	4	0,05	0,3	0,01	2,11	20,12	1,61	12,67
Alcance 1	2	marea futura a 2	4,23	4,18	0,05	0,3	0,01	2,56	22,64	1,98	13,02
Alcance 1	1	Situación actual	6,87	6,41	0,46	1,06	0,08	13,55	114,74	7,12	11,73
Alcance 1	1	Situación actual	8,1	7,45	0,65	1,17	0,1	20,67	165,96	10,63	11,73
Alcance 1	1	Situación a 25 a	7,43	6,88	0,54	1,11	0,09	16,71	137,06	8,69	11,73
Alcance 1	1	Situación a 25 a	9,12	8,29	0,83	1,25	0,12	26,91	213,66	13,67	11,73
Alcance 1	1	Marea sin lluvia	3,74	3,61	0,13	1,01	0,06	0,87	25,88	0,5	10,13
Alcance 1	1	marea futura a 2	3,92	3,77	0,14	1	0,06	1,17	29,21	0,68	10,48
Alcance 1	0	Situación actual	5,73	4,45	1,28			15,77	113,84	22,73	12,88
Alcance 1	0	Situación actual	6,83	5,16	1,66			27,59	155,07	39,25	12,88
Alcance 1	0	Situación a 25 a	6,22	4,77	1,45			20,92	131,93	29,91	12,88
Alcance 1	0	Situación a 25 a	7,75	5,75	2			38,53	192,88	54,61	12,88
Alcance 1	0	Marea sin lluvia	2,67	1,97	0,7			0,23	30,14	0,29	6,63
Alcance 1	0	marea futura a 2	2,86	2,12	0,73			0,41	33,99	0,54	7,05

Alcance	Estación del Río	Perfil	Caudal Total	Cota a la que se sitúa la solera o rasante de la sección	Cota a la que se sitúa la superficie de la lámina de agua	Cota a la que se sitúa el calado o tirante crítico	Cota de línea de energía aguas arriba de la estructura Inlti	Pendiente de la línea de energía	Velocidad del canal	Área efectiva	Ancho de la lámina de agua	Número de Froude
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
Alcance 1	8	Situación actual	16,93	1	8,97	2,13	8,98	0,000002	0,26	80,04	11,43	0,03
Alcance 1	8	Situación actual	24,66	1	10,5	2,37	10,51	0,000002	0,32	97,54	11,43	0,03
Alcance 1	8	Situación a 25 a	20,31	1	9,67	2,24	9,68	0,000002	0,29	88,03	11,43	0,03
Alcance 1	8	Situación a 25 a	31,78	1	11,74	2,57	11,75	0,000002	0,37	111,7	11,43	0,04
Alcance 1	8	Marea sin lluvia	3,41	1	5,06	1,55	5,06	0,000001	0,11	35,34	11,37	0,02
Alcance 1	8	marea futura a 2	3,88	1	5,28	1,58	5,28	0,000001	0,12	37,77	11,43	0,02
Alcance 1	7	Situación actual	33,85	1,8	8,95		8,95	0,000004	0,34	111,67	17,68	0,04
Alcance 1	7	Situación actual	49,31	1,8	10,47		10,48	0,000004	0,41	138,65	17,68	0,05
Alcance 1	7	Situación a 25 a	40,61	1,8	9,64		9,65	0,000004	0,37	123,99	17,68	0,04
Alcance 1	7	Situación a 25 a	63,56	1,8	11,71		11,72	0,000004	0,46	160,5	17,68	0,05
Alcance 1	7	Marea sin lluvia	6,81	1,8	5,05		5,05	0,000003	0,17	42,82	17,14	0,03
Alcance 1	7	marea futura a 2	7,76	1,8	5,26		5,26	0,000003	0,18	46,52	17,62	0,03
Alcance 1	6	Situación actual	50,78	0,6	8,9		8,91	0,000006	0,46	123,89	17,09	0,05
Alcance 1	6	Situación actual	73,97	0,6	10,42		10,44	0,000007	0,56	149,83	17,09	0,06
Alcance 1	6	Situación a 25 a	60,92	0,6	9,6		9,61	0,000006	0,51	135,74	17,09	0,06
Alcance 1	6	Situación a 25 a	95,34	0,6	11,65		11,67	0,000008	0,64	170,85	17,09	0,06
Alcance 1	6	Marea sin lluvia	10,22	0,6	5,03		5,03	0,000002	0,19	57,68	16,98	0,03
Alcance 1	6	marea futura a 2	11,65	0,6	5,24		5,24	0,000003	0,2	61,29	17,09	0,03
Alcance 1	5	Situación actual	67,71	0,8	8,83		8,85	0,000012	0,64	114,53	15,81	0,07
Alcance 1	5	Situación actual	98,63	0,8	10,33		10,36	0,000014	0,78	138,28	15,81	0,08
Alcance 1	5	Situación a 25 a	81,23	0,8	9,52		9,54	0,000013	0,7	125,38	15,81	0,08
Alcance 1	5	Situación a 25 a	127,12	0,8	11,55		11,59	0,000015	0,88	157,54	15,81	0,09
Alcance 1	5	Marea sin lluvia	13,63	0,8	5		5	0,000005	0,26	53,97	15,67	0,04
Alcance 1	5	marea futura a 2	15,53	0,8	5,21		5,21	0,000005	0,28	57,26	15,81	0,05
Alcance 1	4	Situación actual	84,63	1,1	8,62		8,7	0,000059	1,28	75,57	11,83	0,15
Alcance 1	4	Situación actual	123,28	1,1	10,07		10,19	0,000067	1,55	92,74	11,83	0,17
Alcance 1	4	Situación a 25 a	101,53	1,1	9,28		9,38	0,000063	1,4	83,41	11,83	0,16
Alcance 1	4	Situación a 25 a	158,9	1,1	11,25		11,39	0,000073	1,75	106,66	11,83	0,18
Alcance 1	4	Marea sin lluvia	17,03	1,1	4,92		4,93	0,000031	0,57	31,82	11,5	0,1
Alcance 1	4	marea futura a 2	19,41	1,1	5,12		5,14	0,000033	0,61	34,17	11,78	0,1
Alcance 1	3	Situación actual	101,56	1,6	7,87		8,13	0,000303	2,62	51,69	10,1	0,34
Alcance 1	3	Situación actual	147,94	1,6	9,16		9,53	0,000339	3,15	64,77	10,1	0,37
Alcance 1	3	Situación a 25 a	121,84	1,6	8,46		8,77	0,00032	2,86	57,67	10,1	0,35
Alcance 1	3	Situación a 25 a	190,68	1,6	10,21		10,69	0,000368	3,58	75,33	10,1	0,4
Alcance 1	3	Marea sin lluvia	20,44	1,6	4,51		4,59	0,000249	1,38	17,79	9,9	0,27
Alcance 1	3	marea futura a 2	23,29	1,6	4,7		4,78	0,000245	1,43	19,67	10,1	0,27
Alcance 1	2	Situación actual	118,49	1	7,15		7,33	0,000173	2,11	70,57	13,95	0,27
Alcance 1	2	Situación actual	172,6	1	8,37		8,63	0,000197	2,54	87,57	13,95	0,3
Alcance 1	2	Situación a 25 a	142,15	1	7,7		7,92	0,000185	2,31	78,31	13,95	0,29
Alcance 1	2	Situación a 25 a	222,46	1	9,36		9,7	0,000213	2,88	101,47	13,95	0,32
Alcance 1	2	Marea sin lluvia	23,84	1	4		4,04	0,000109	1,01	27,05	12,67	0,19
Alcance 1	2	marea futura a 2	27,17	1	4,18		4,23	0,000112	1,07	29,35	13,02	0,2
Alcance 1	1	Situación actual	135,41	1,1	6,41		6,87	0,000533	3,2	50,18	11,73	0,46
Alcance 1	1	Situación actual	197,25	1,1	7,45		8,1	0,000596	3,84	62,33	11,73	0,5
Alcance 1	1	Situación a 25 a	162,45	1,1	6,88		7,43	0,000563	3,49	55,72	11,73	0,48
Alcance 1	1	Situación a 25 a	254,23	1,1	8,29		9,12	0,00064	4,34	72,21	11,73	0,53
Alcance 1	1	Marea sin lluvia	27,25	1,1	3,61		3,74	0,000412	1,63	17,95	10,13	0,35
Alcance 1	1	marea futura a 2	31,06	1,1	3,77		3,92	0,000414	1,72	19,65	10,48	0,36
Alcance 1	0	Situación actual	152,34	-0,04	4,45	4,45	5,73	0,002581	5,52	33,5	12,88	0,87
Alcance 1	0	Situación actual	221,91	-0,04	5,16	5,16	6,83	0,002799	6,4	42,66	12,88	0,93
Alcance 1	0	Situación a 25 a	182,76	-0,04	4,77	4,77	6,22	0,002686	5,93	37,67	12,88	0,9
Alcance 1	0	Situación a 25 a	286,01	-0,04	5,75	5,75	7,75	0,00294	7,09	50,26	12,88	0,98
Alcance 1	0	Marea sin lluvia	30,66	-0,04	1,97	1,97	2,67	0,004102	3,73	8,52	6,63	0,94
Alcance 1	0	marea futura a 2	34,94	-0,04	2,12	2,12	2,86	0,003862	3,84	9,55	7,05	0,93

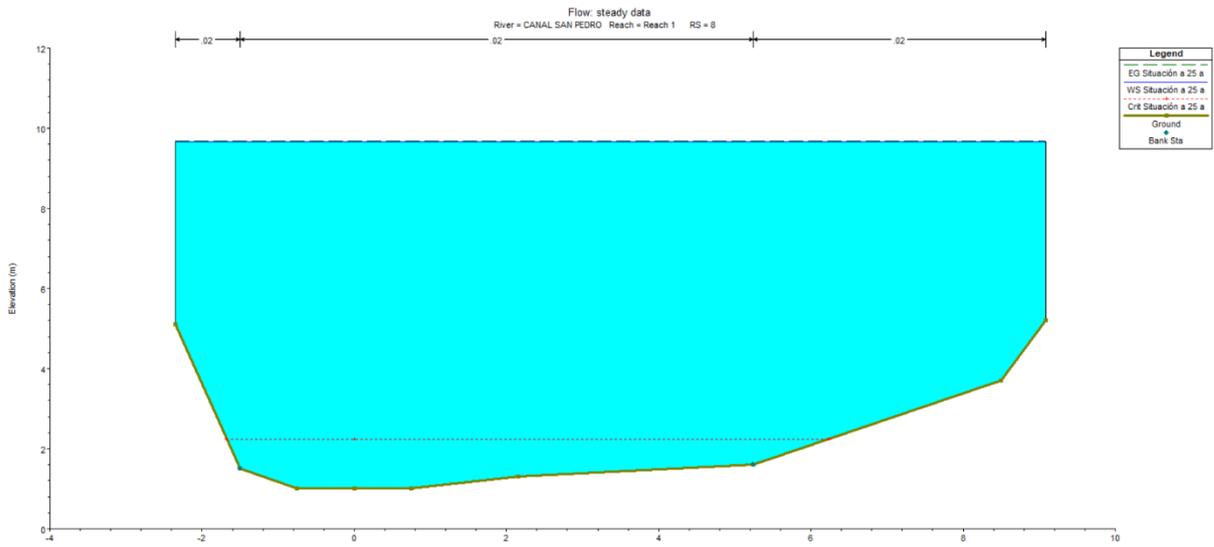
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA RS=8



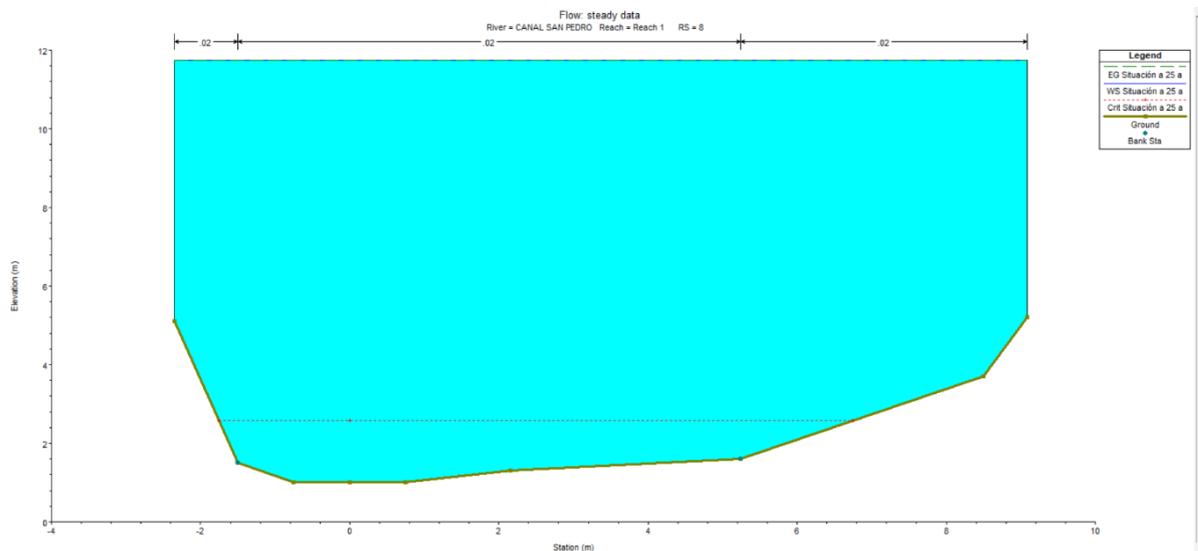
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA Y MAREA RS=8



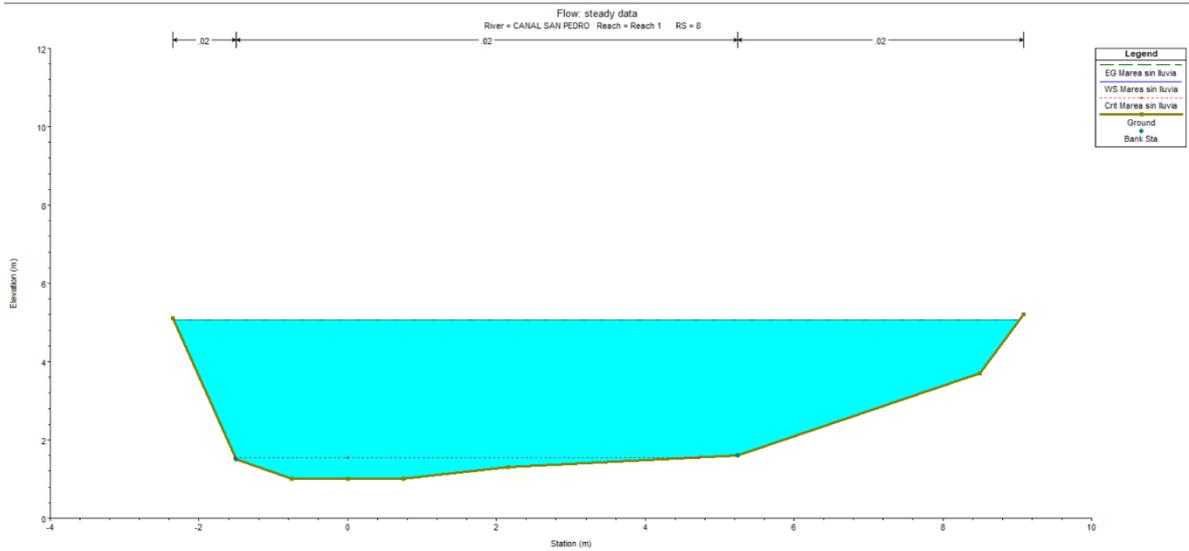
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA A 25 AÑOS RS=8



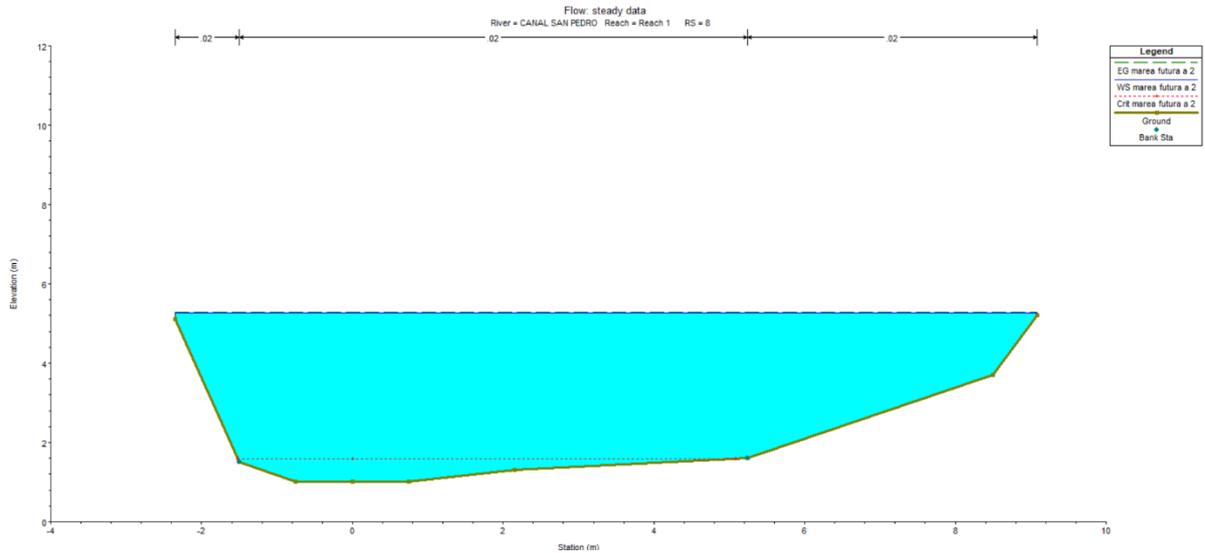
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA Y MAREA A 25 AÑOS RS=8



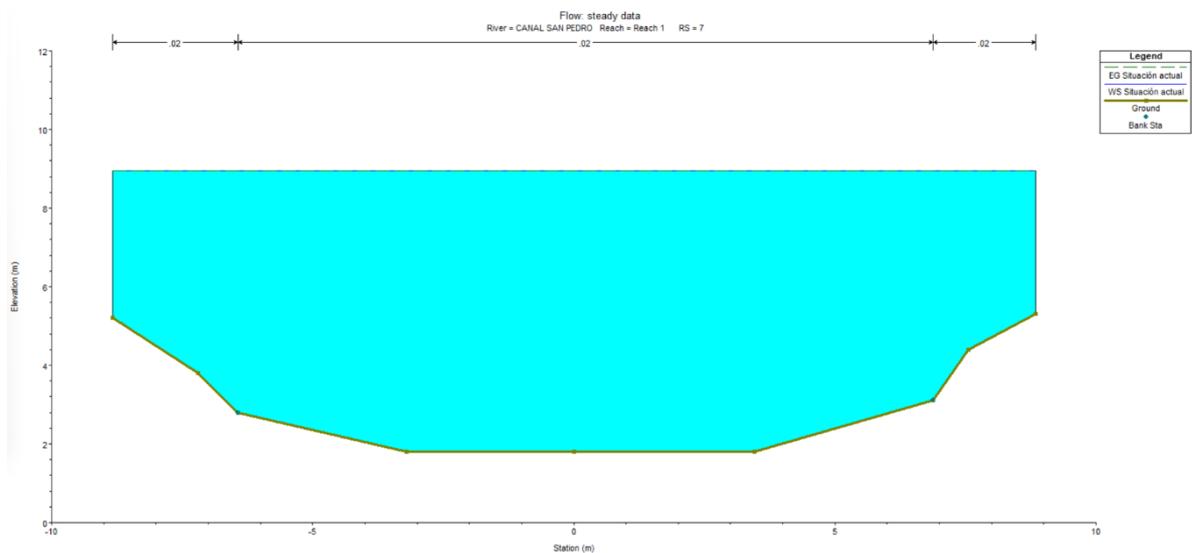
SITUACIÓN ACTUAL CON MAREA ACTUAL RS=8



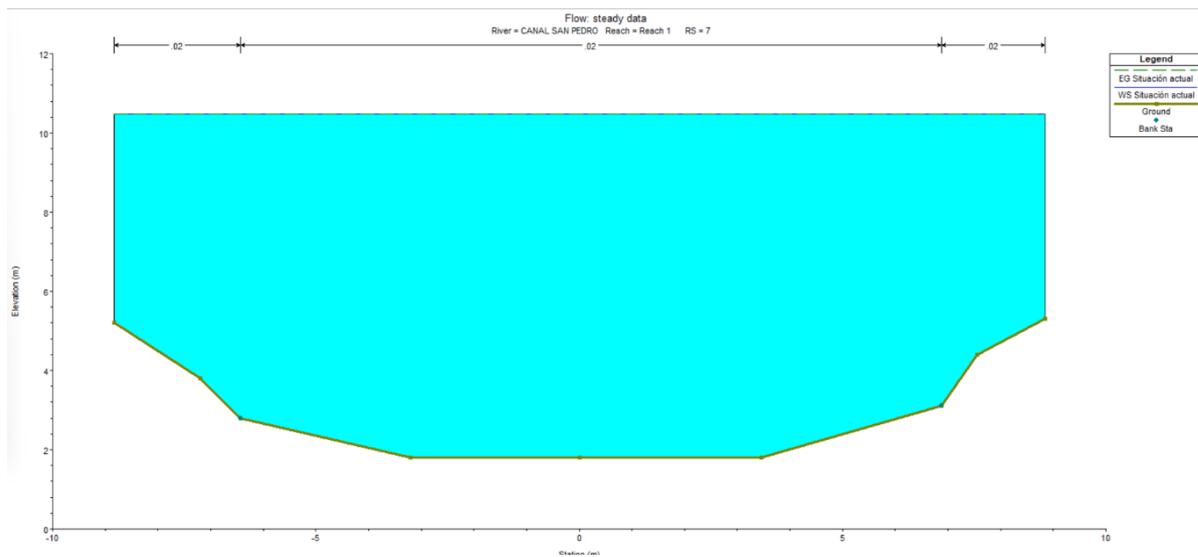
SITUACIÓN ACTUAL CON MAREA A 25 AÑOS RS=8



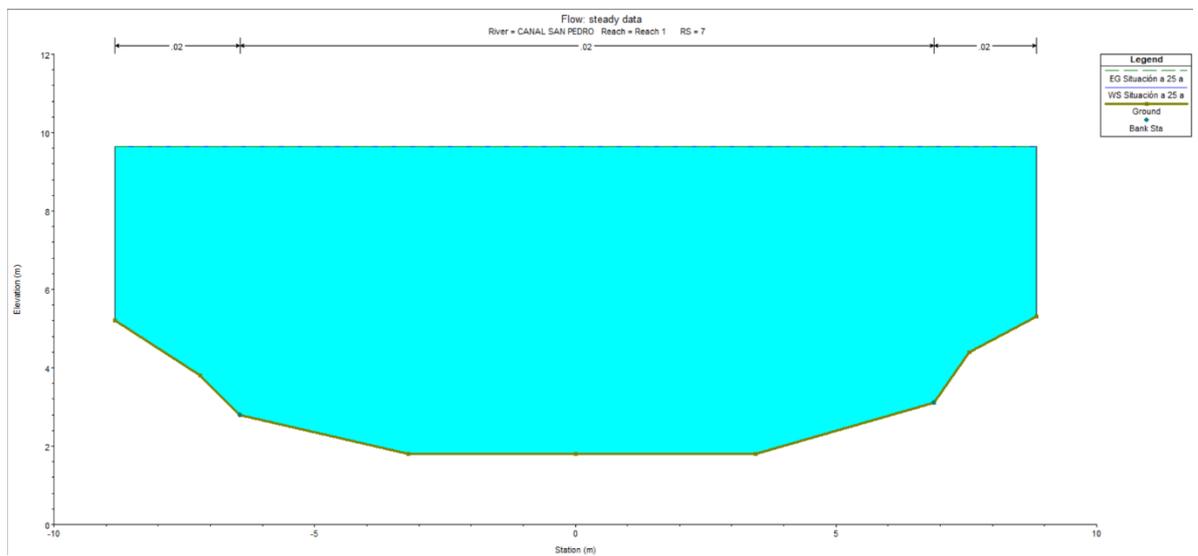
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA RS=7



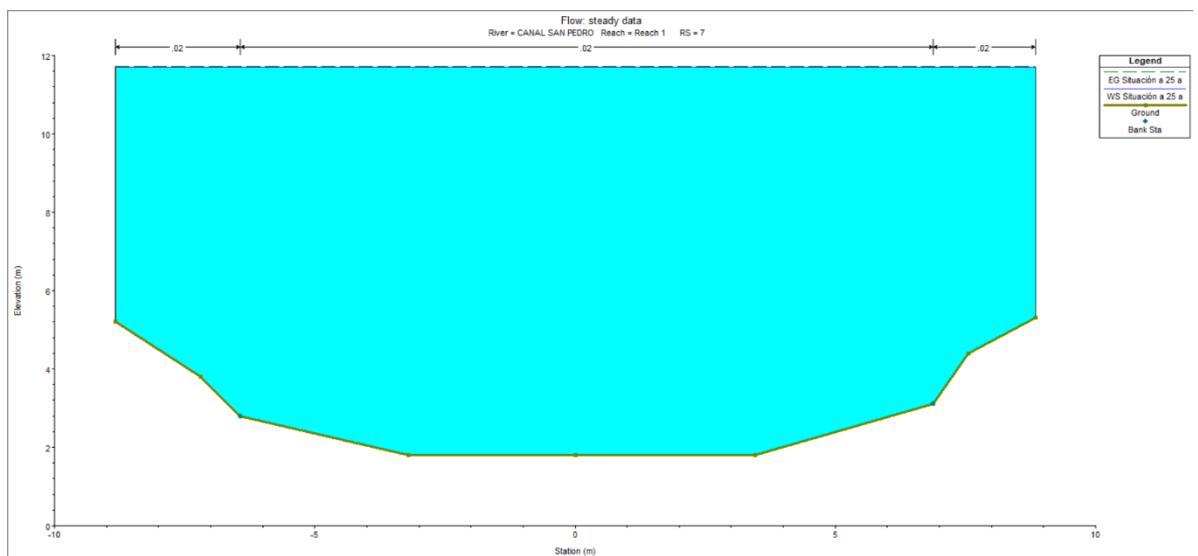
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA Y MAREA RS=7



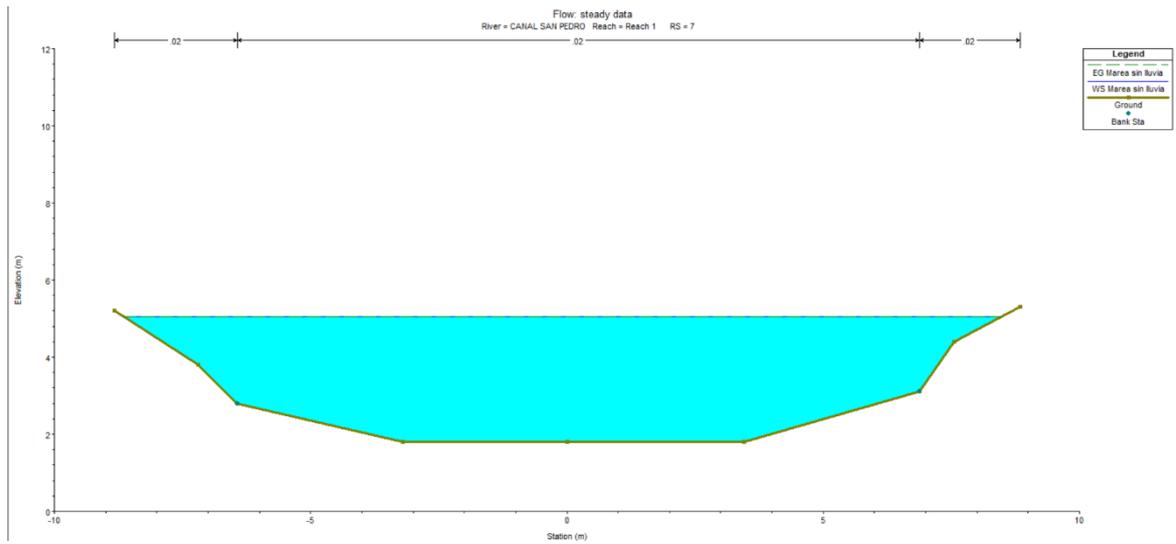
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA A 25 AÑOS RS=7



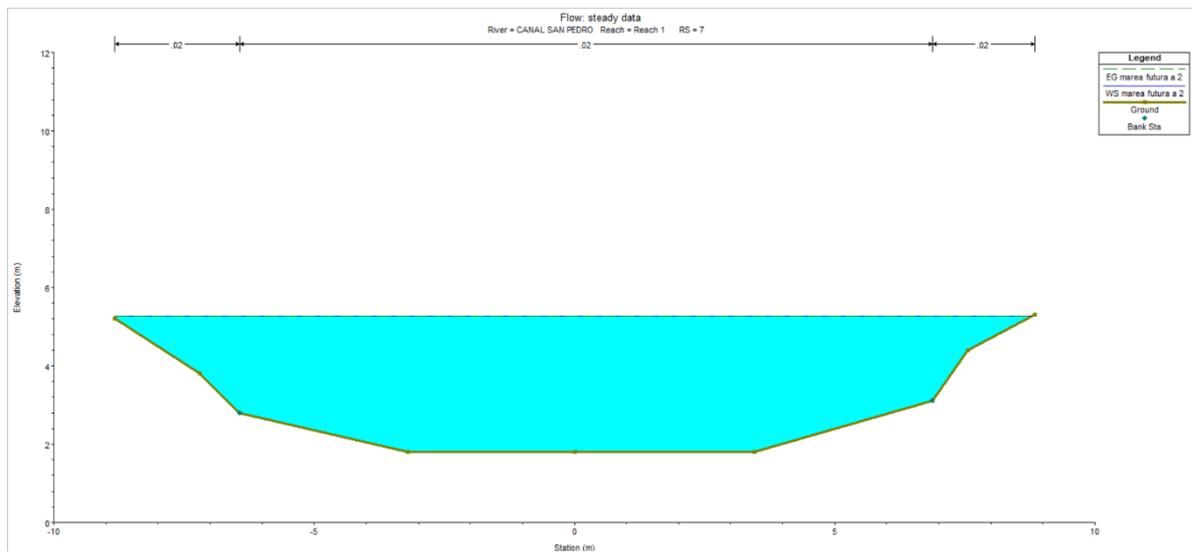
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA Y MAREA A 25 AÑOS RS=7



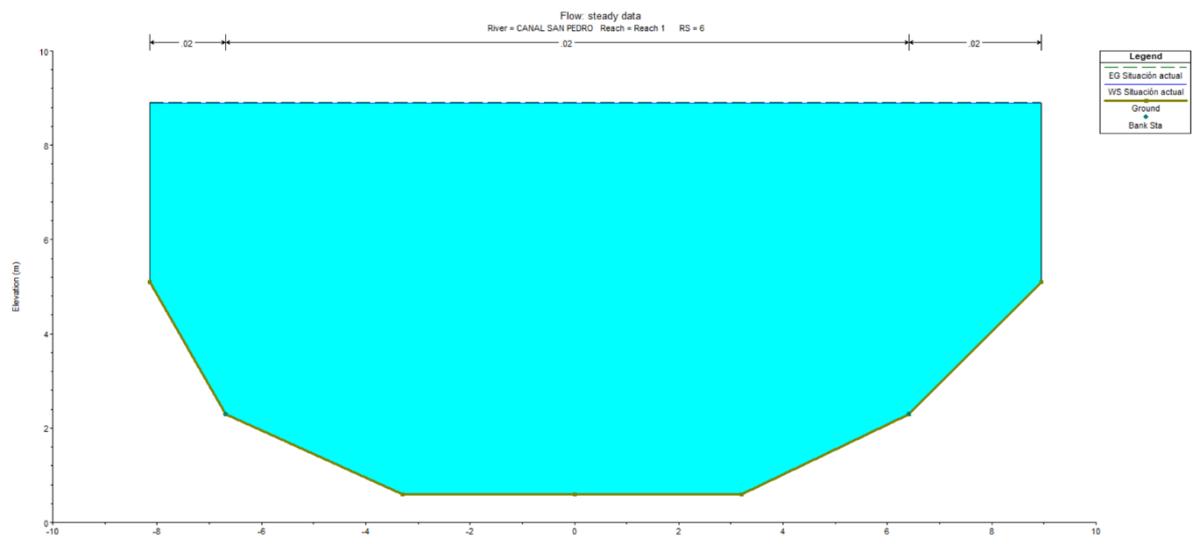
SITUACIÓN ACTUAL CON MAREA ACTUAL RS=7



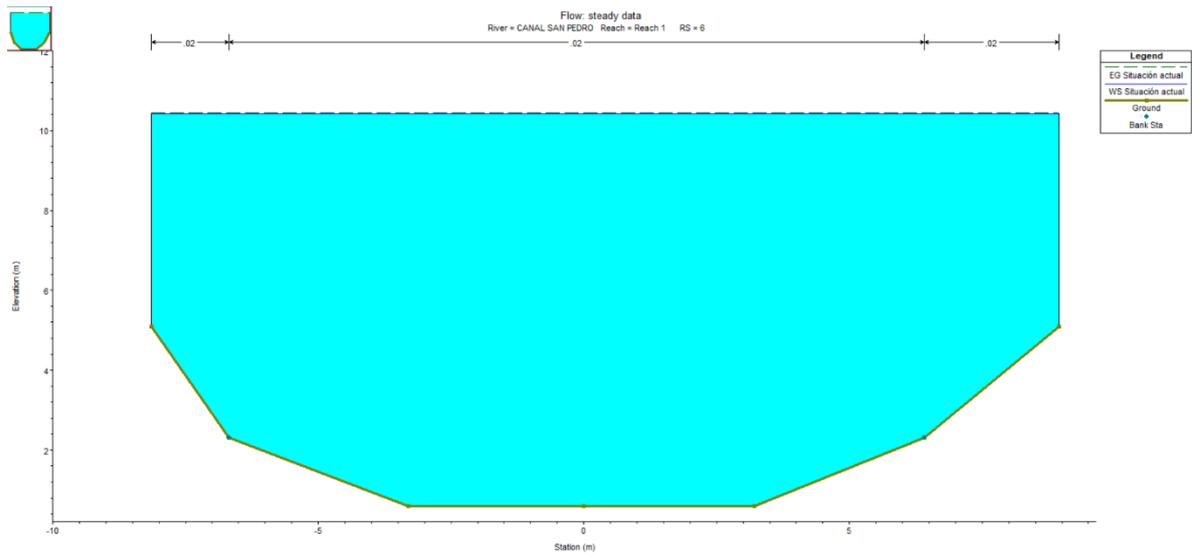
SITUACIÓN ACTUAL CON MAREA A 25 AÑOS RS=7



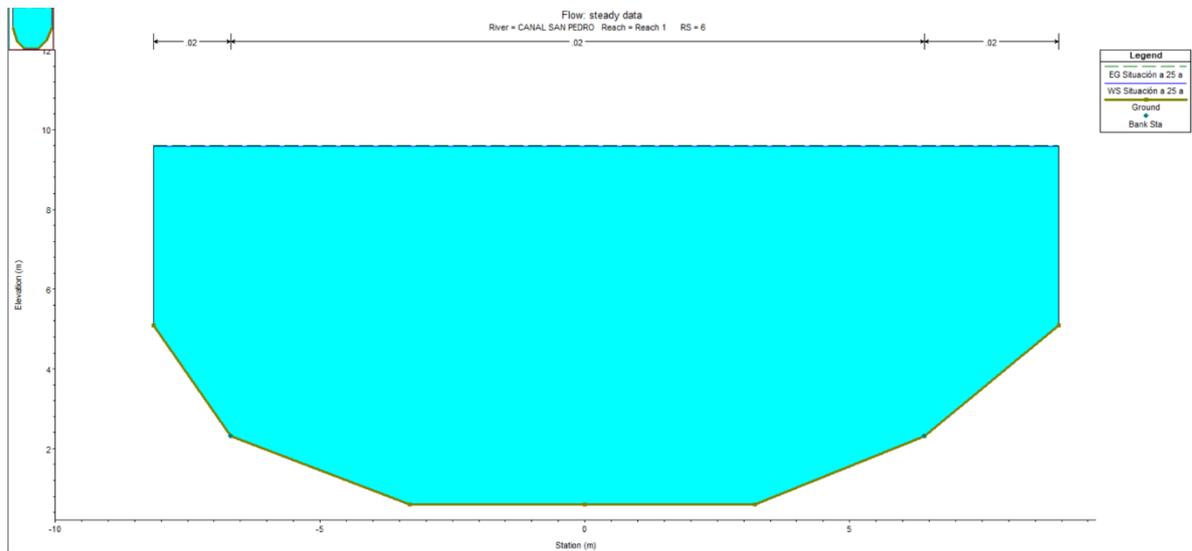
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA RS=6



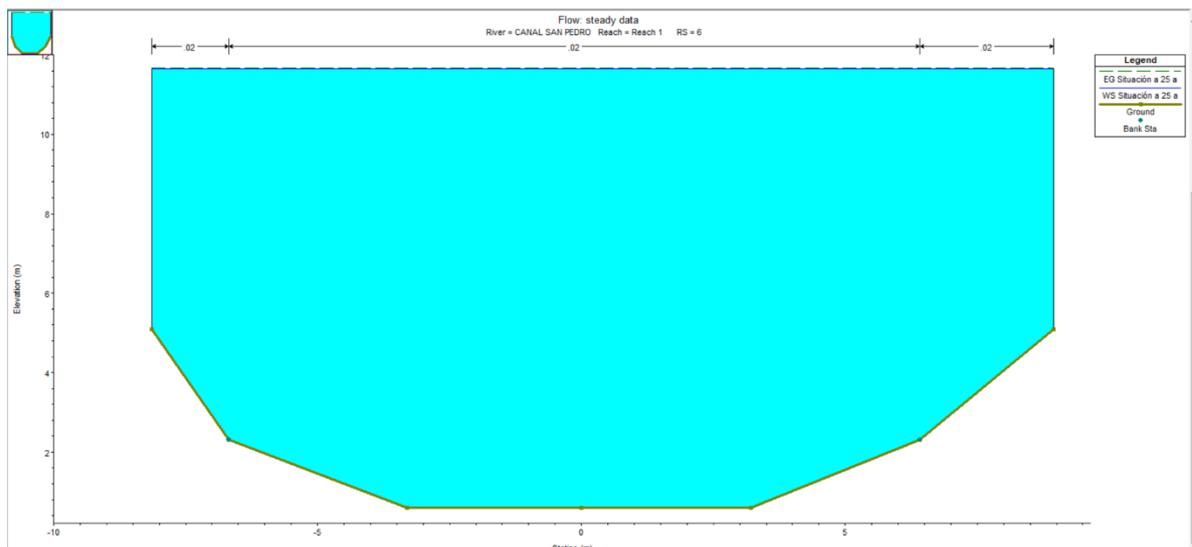
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA Y MAREA RS=6



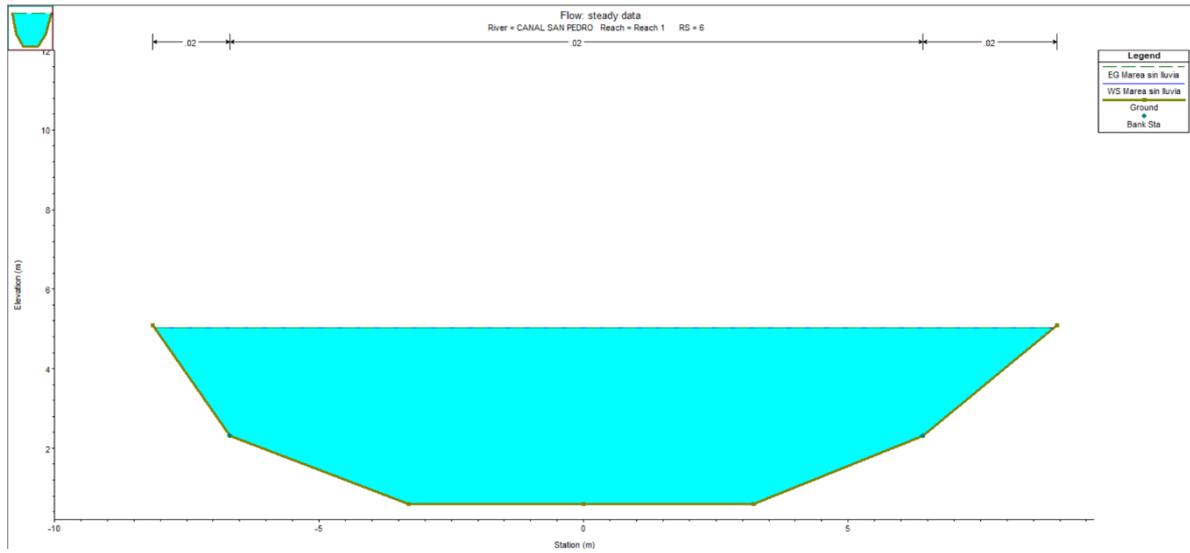
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA A 25 AÑOS RS=6



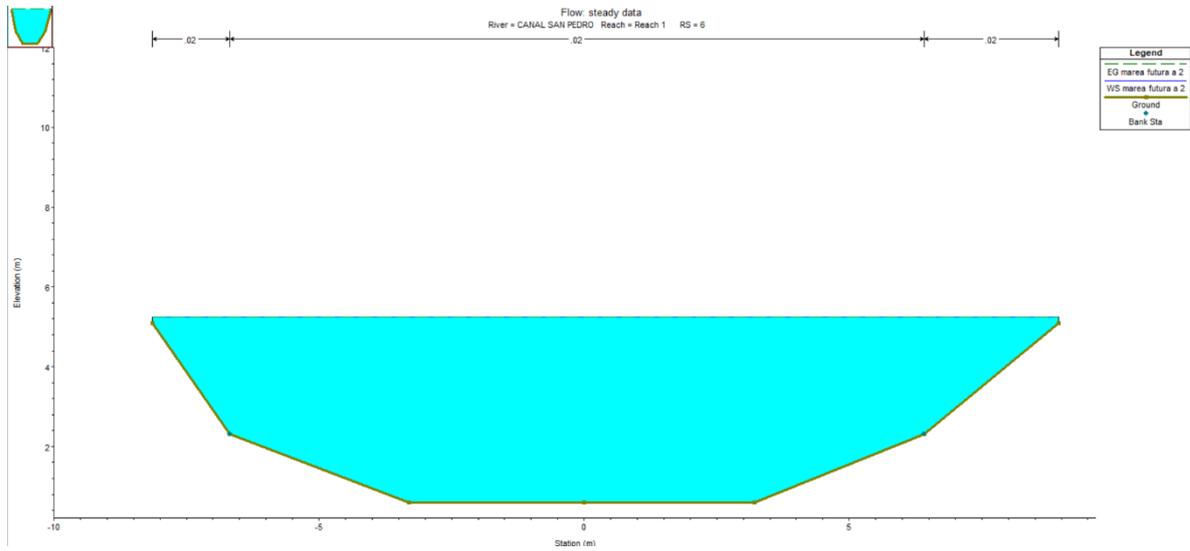
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA Y MAREA A 25 AÑOS RS=6



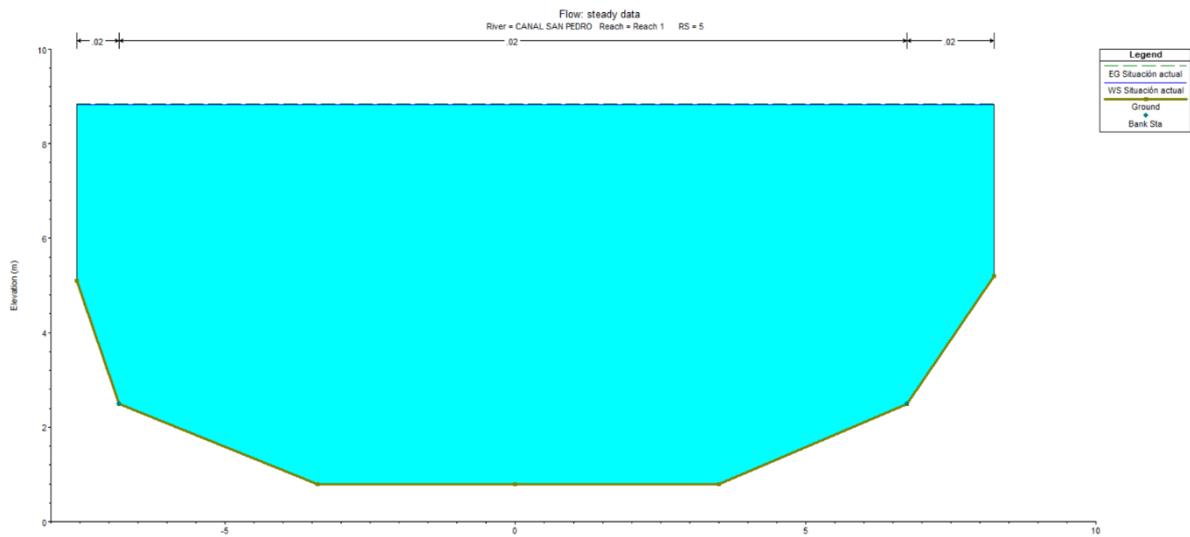
SITUACIÓN ACTUAL CON MAREA ACTUAL RS=6



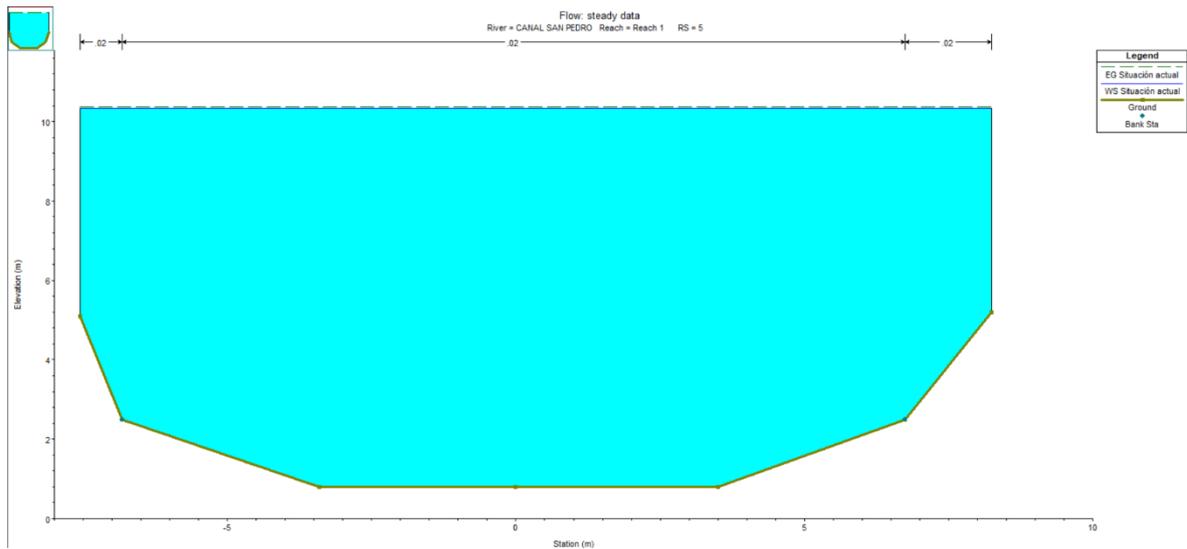
SITUACIÓN ACTUAL CON MAREA A 25 AÑOS RS=6



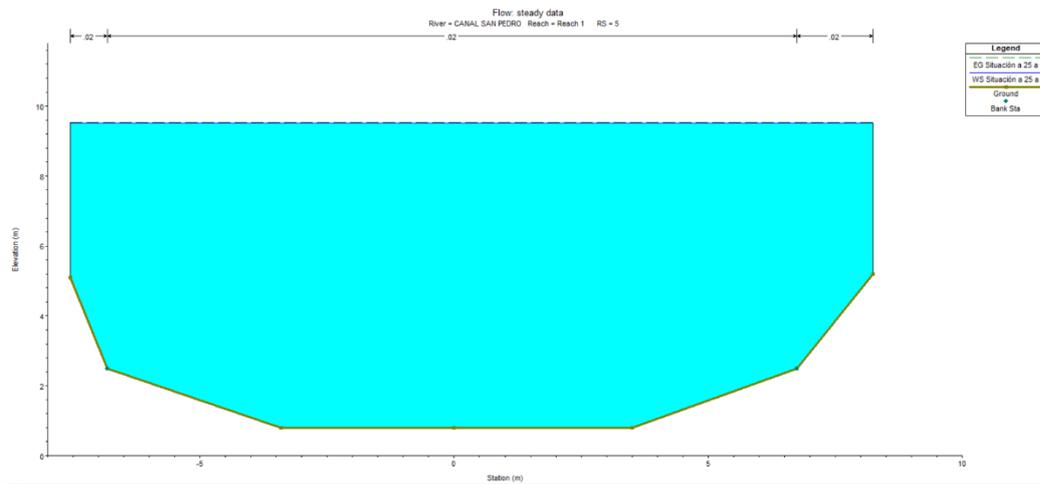
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA RS=5



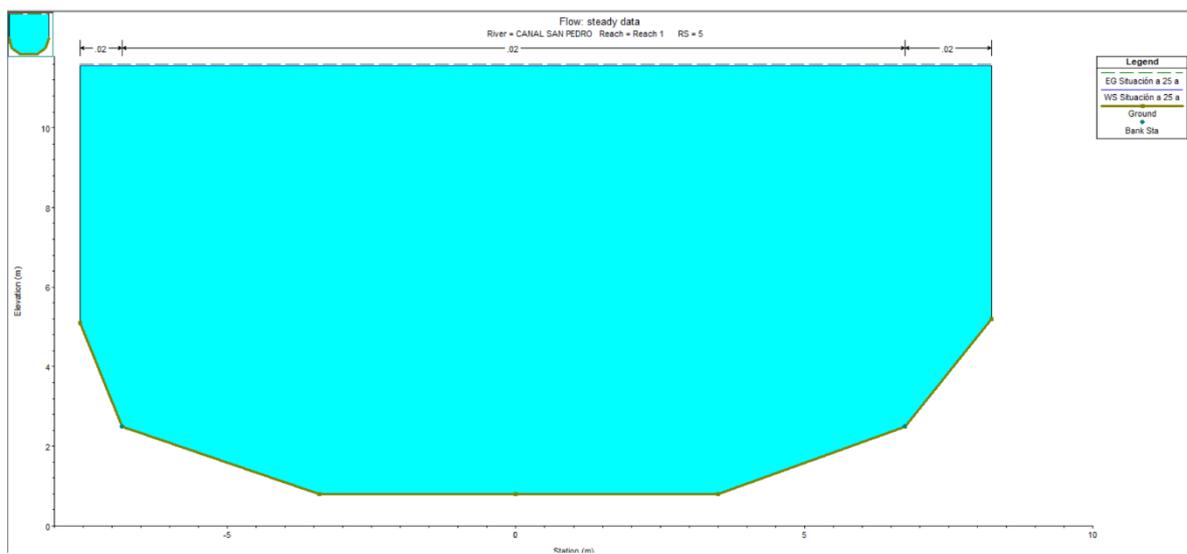
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA Y MAREA RS=5



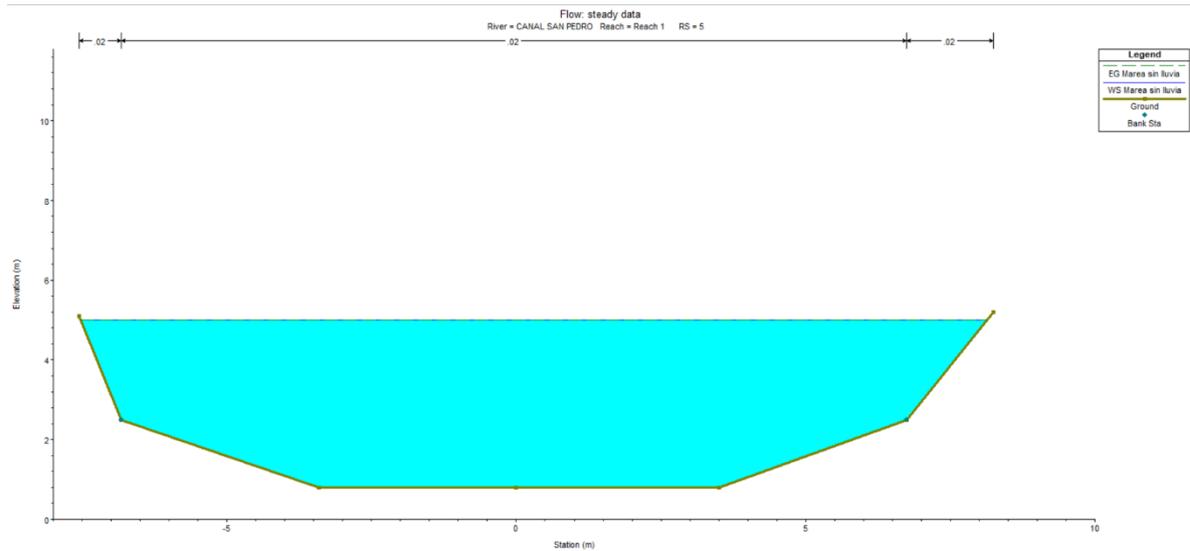
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA A 25 AÑOS RS=5



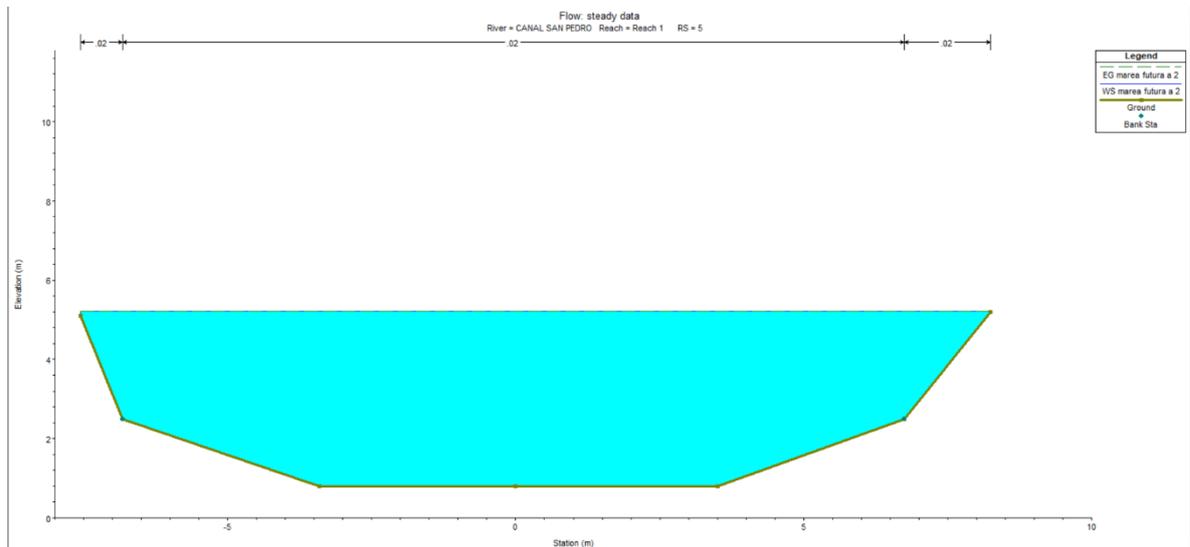
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA Y MAREA A 25 AÑOS RS=5



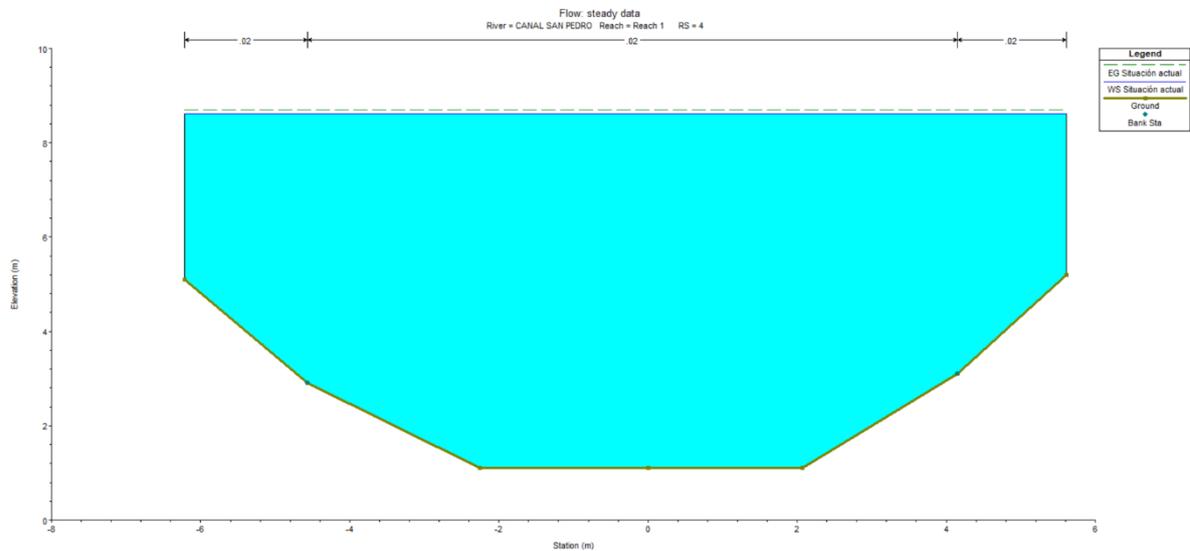
SITUACIÓN ACTUAL CON MAREA ACTUAL RS=5



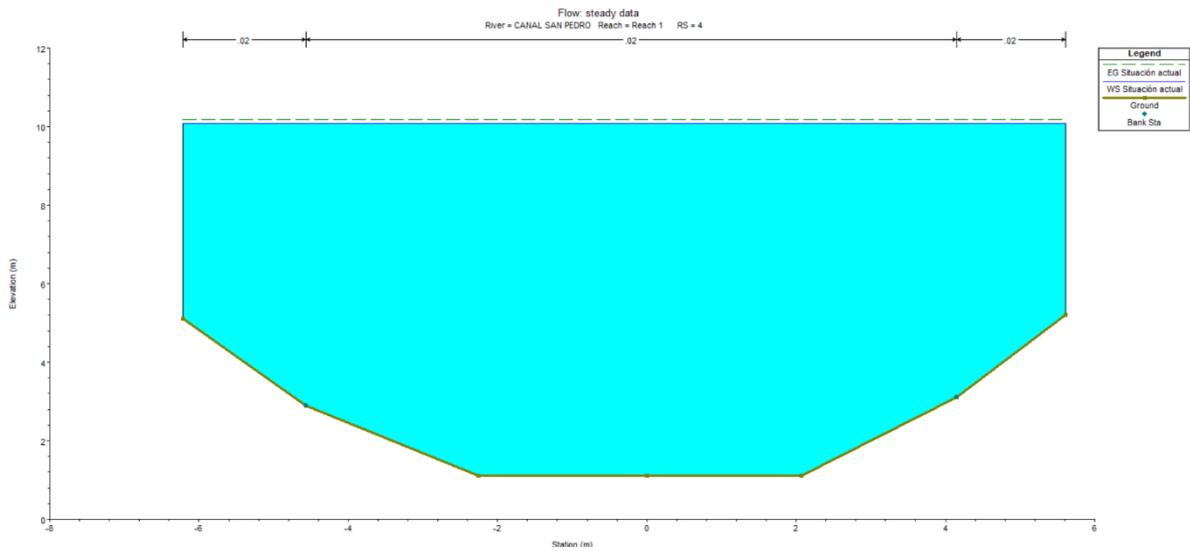
SITUACIÓN ACTUAL CON MAREA A 25 AÑOS RS=5



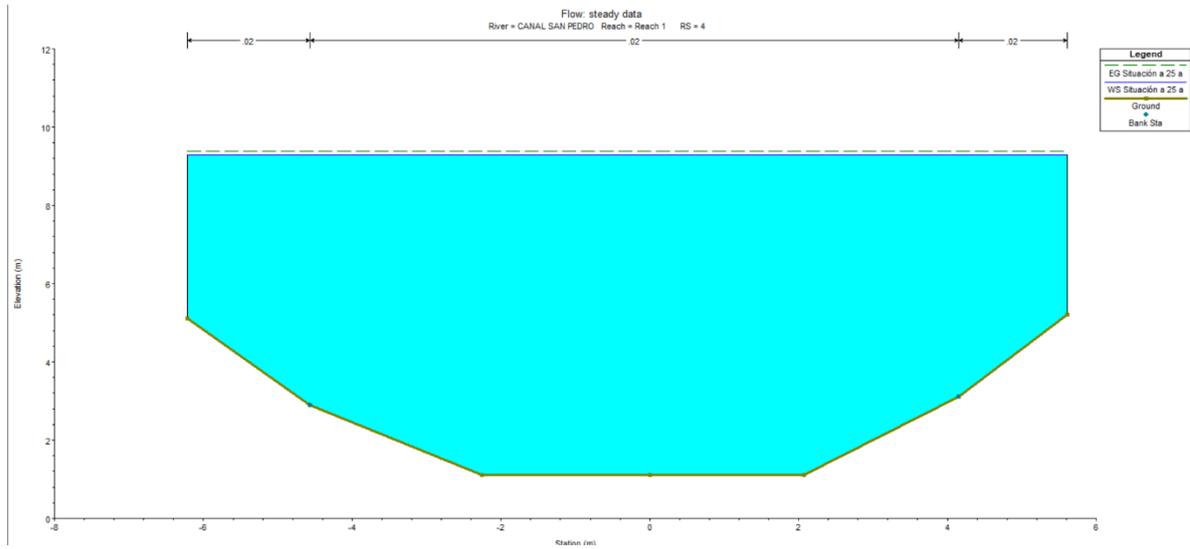
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA RS=4



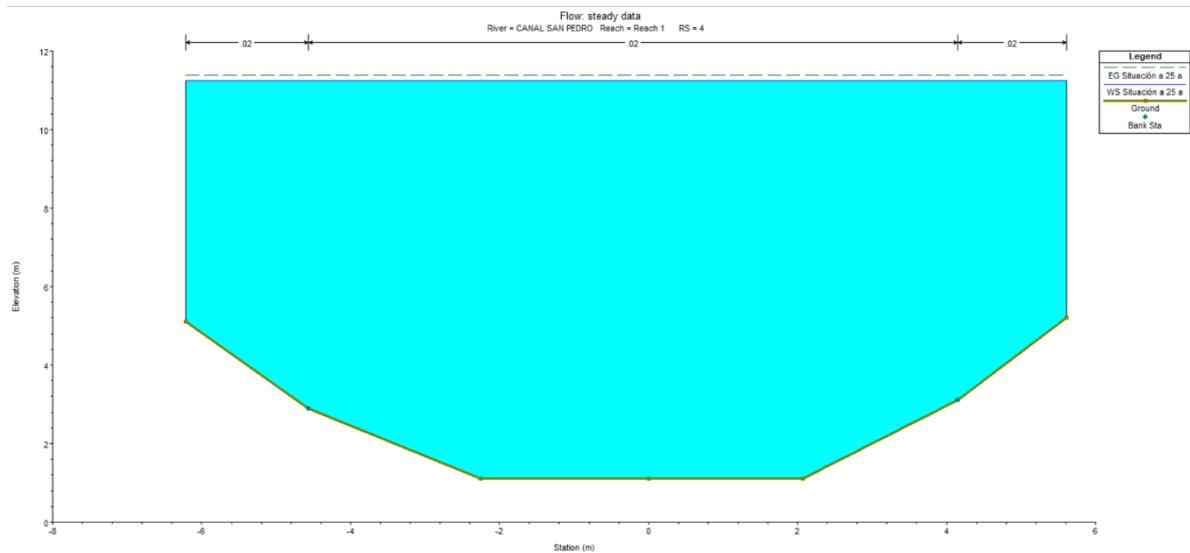
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA Y MAREA RS=4



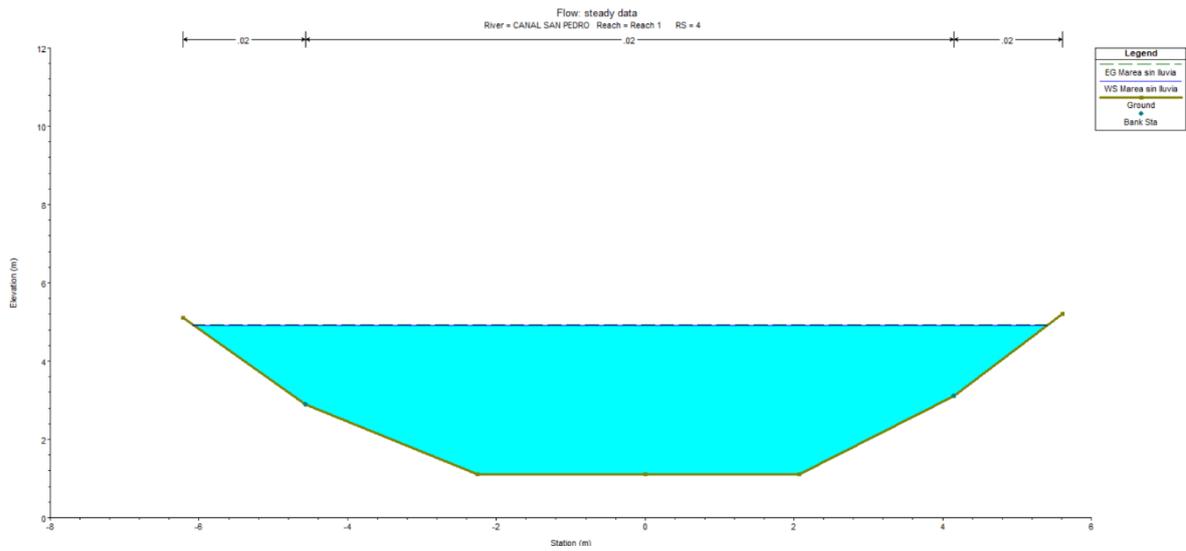
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA A 25 AÑOS RS=4



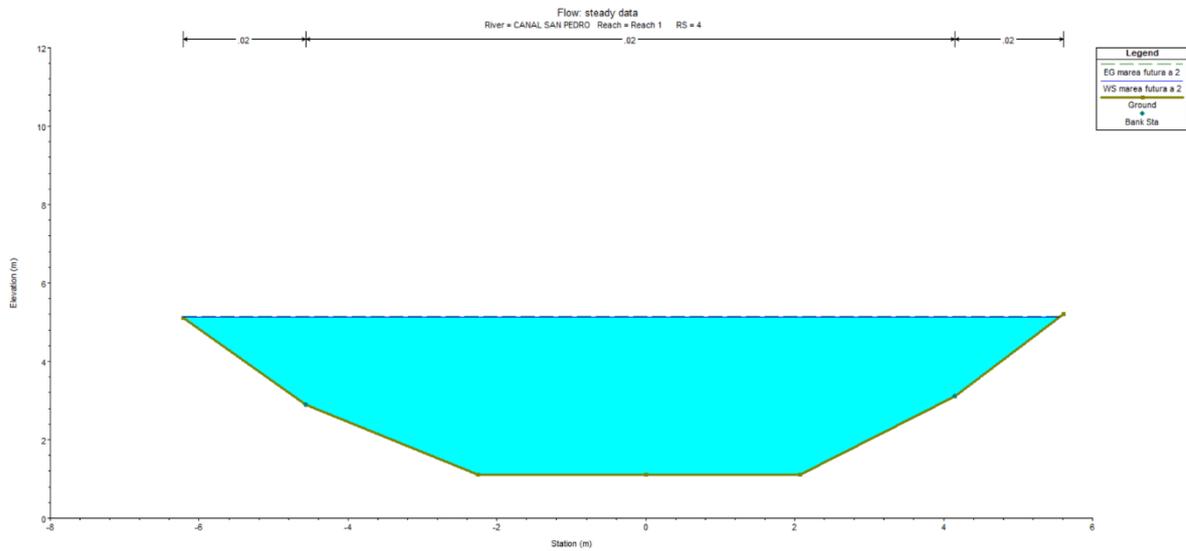
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA Y MAREA A 25 AÑOS RS=4



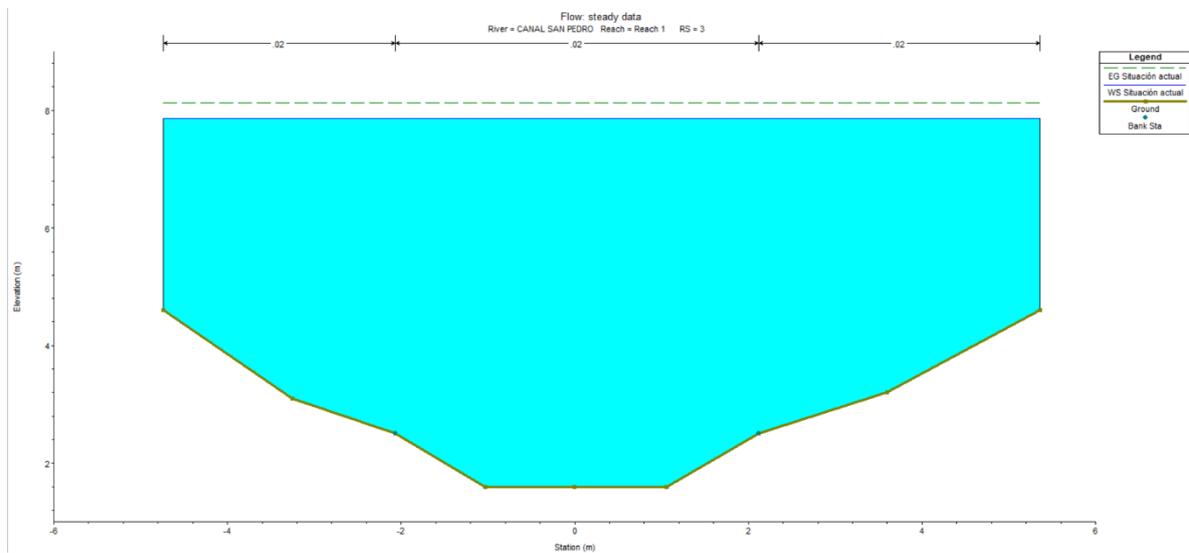
SITUACIÓN ACTUAL CON MAREA ACTUAL RS=4



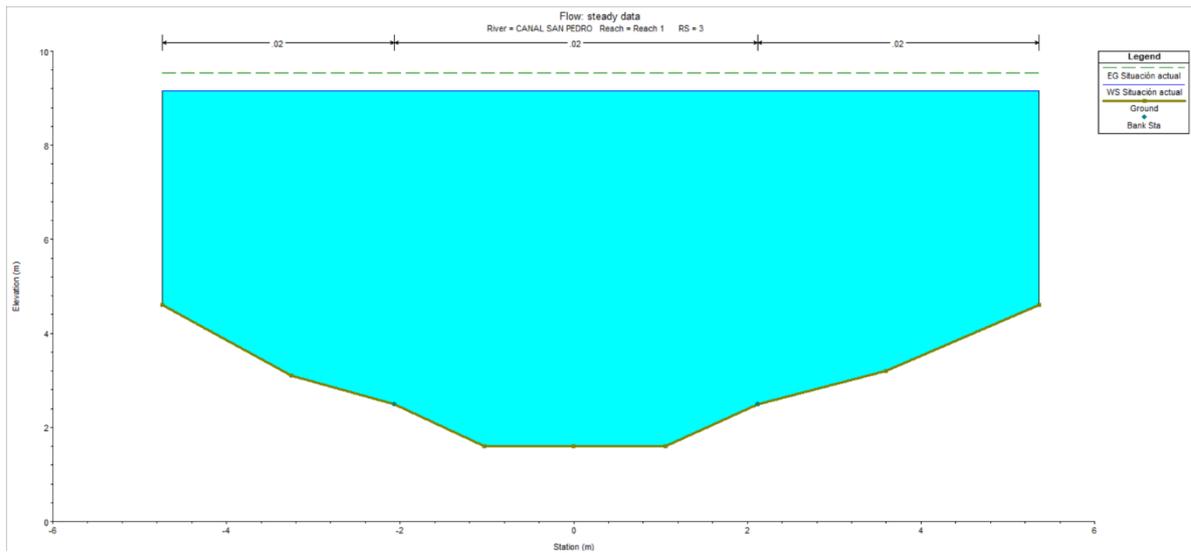
SITUACIÓN ACTUAL CON MAREA A 25 AÑOS RS=4



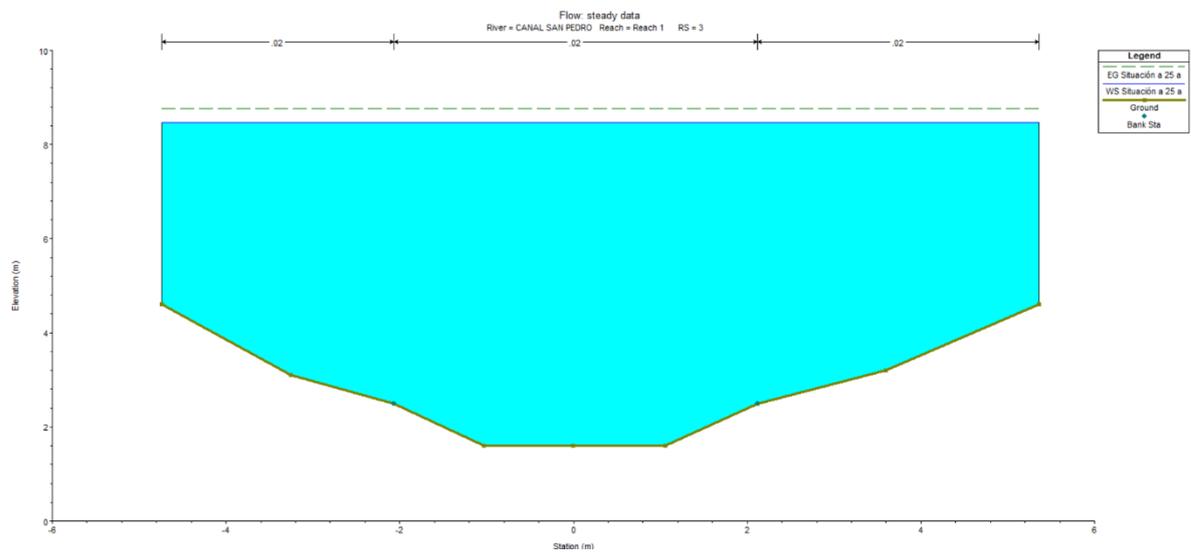
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA RS=3



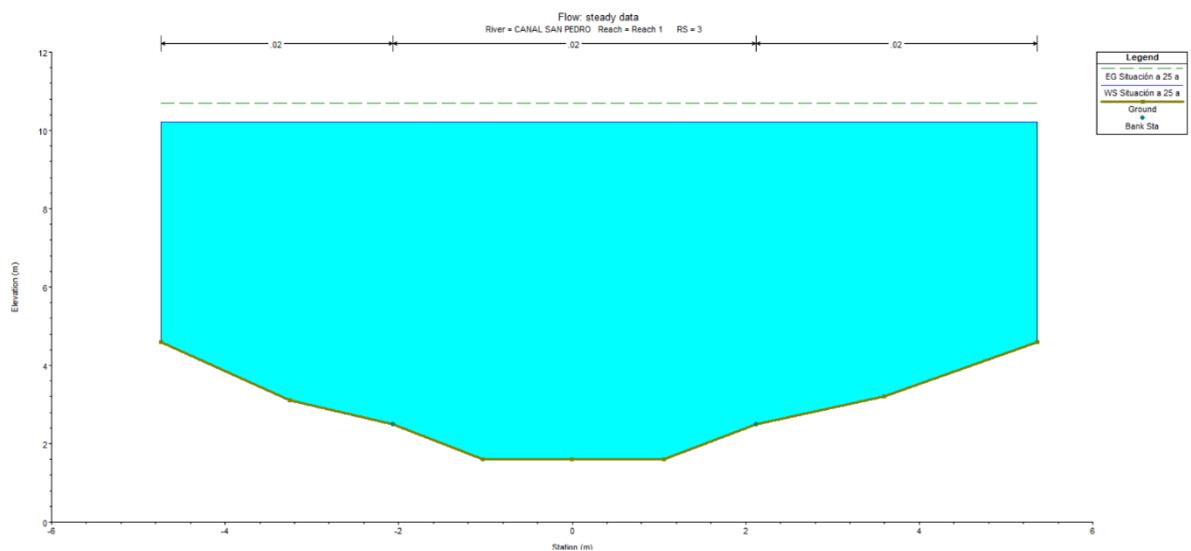
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA Y MAREA RS=3



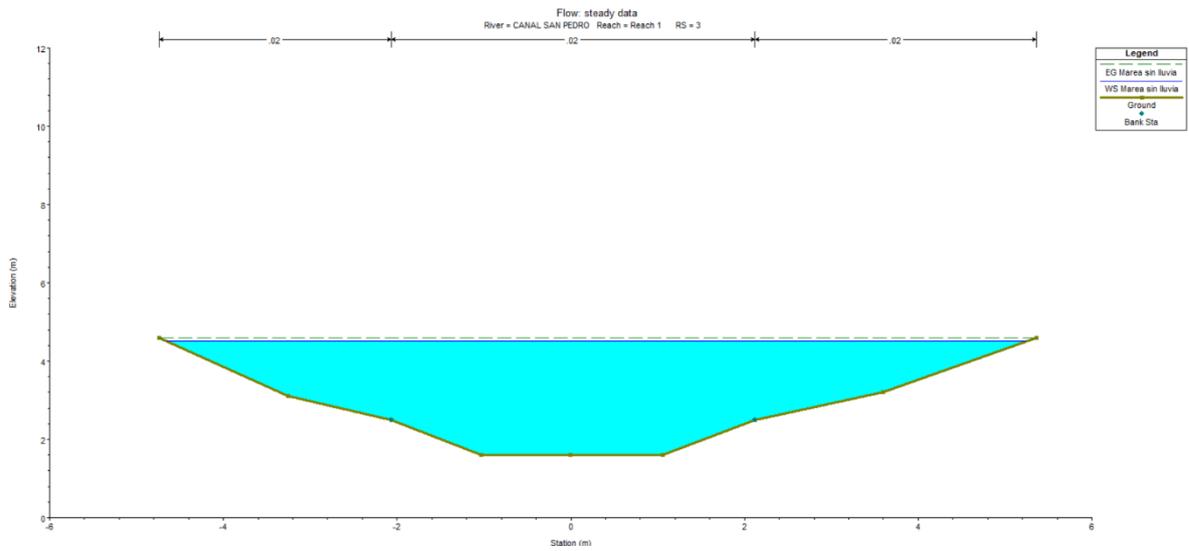
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA A 25 AÑOS RS=3



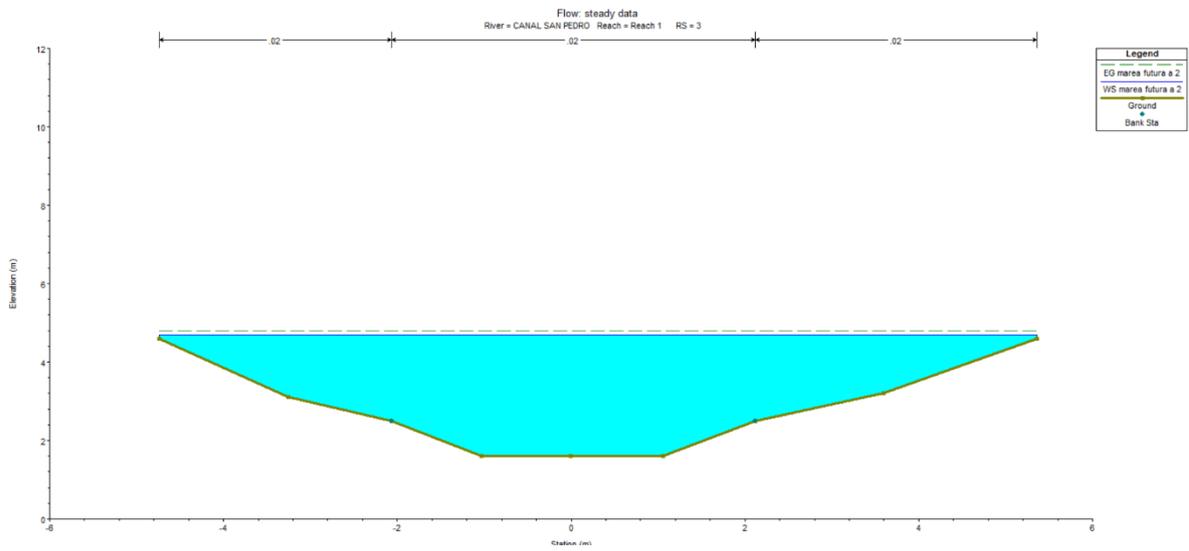
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA Y MAREA A 25 AÑOS RS=3



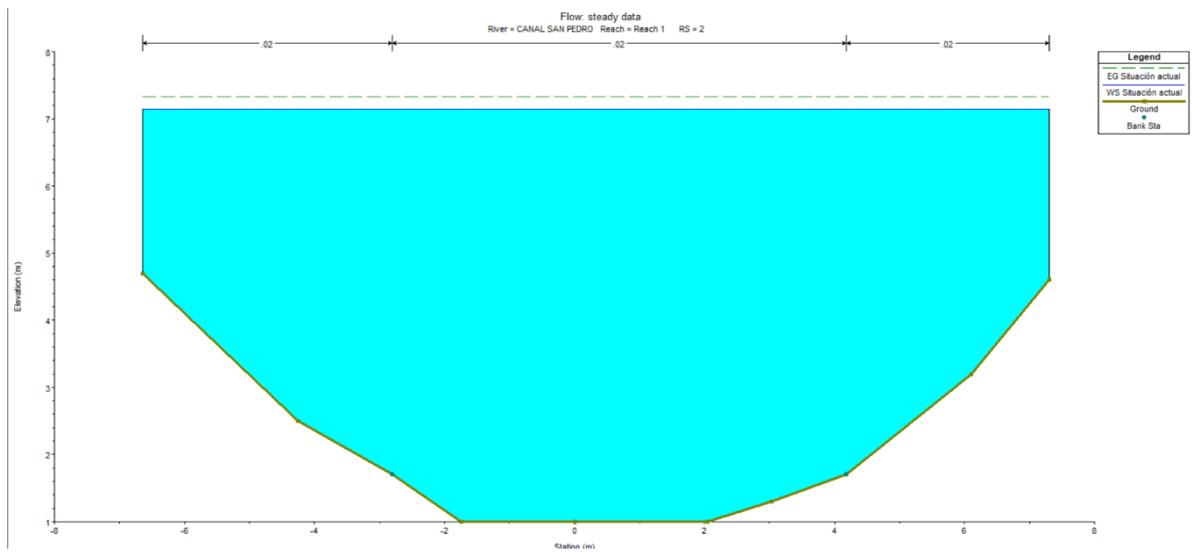
SITUACIÓN ACTUAL CON MAREA ACTUAL RS=3



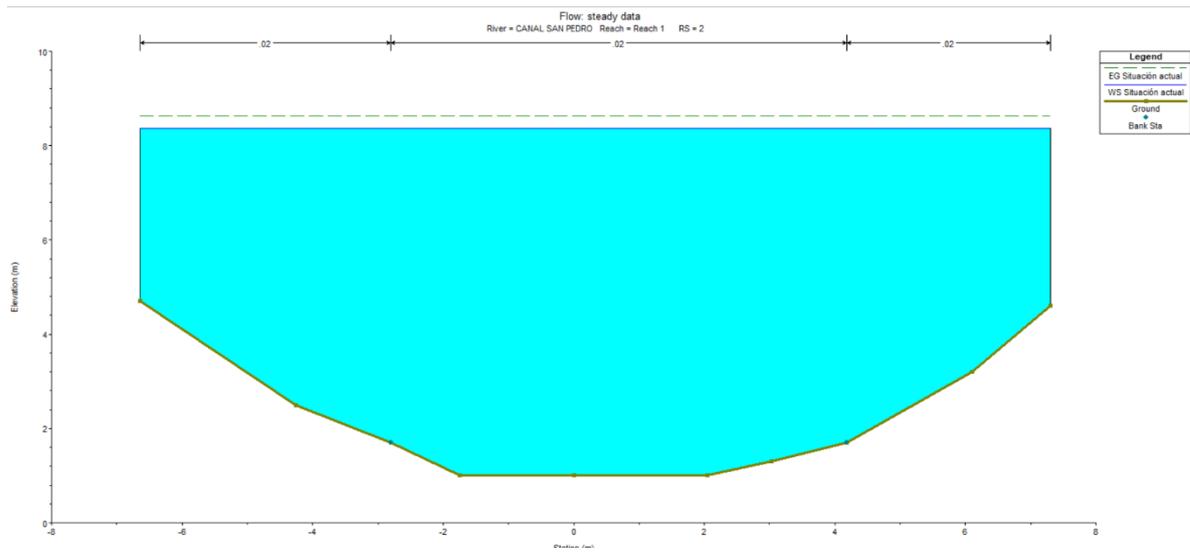
SITUACIÓN ACTUAL CON MAREA A 25 AÑOS RS=3



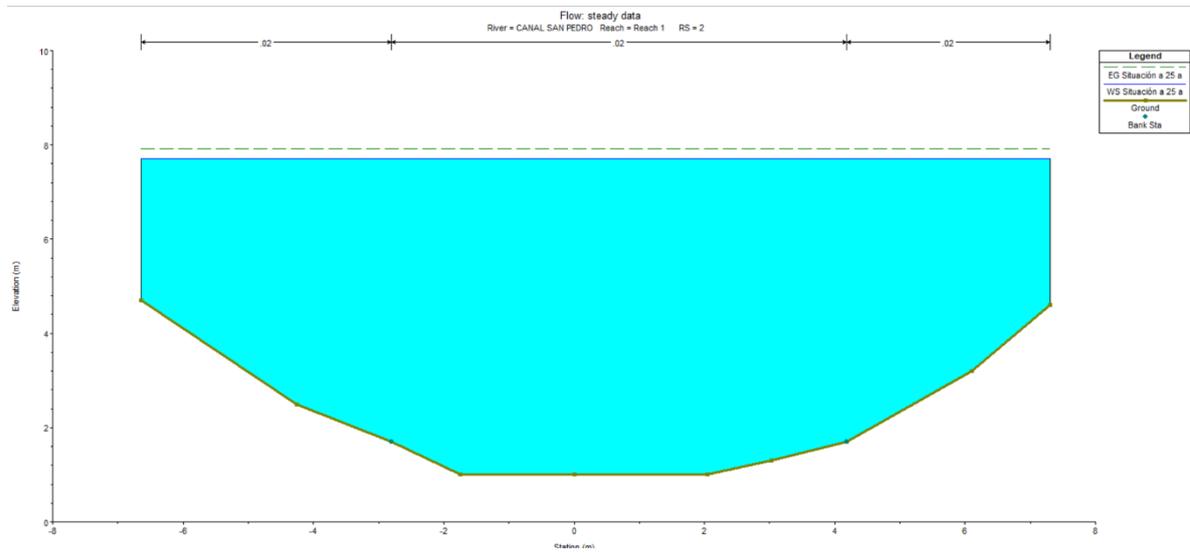
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA RS=2



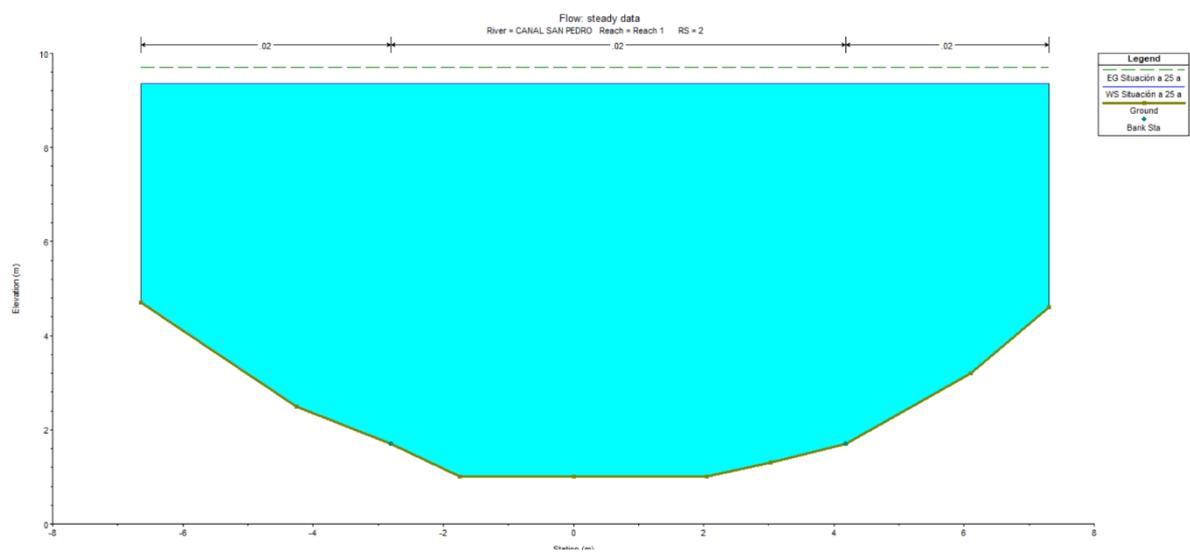
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA Y MAREA RS=2



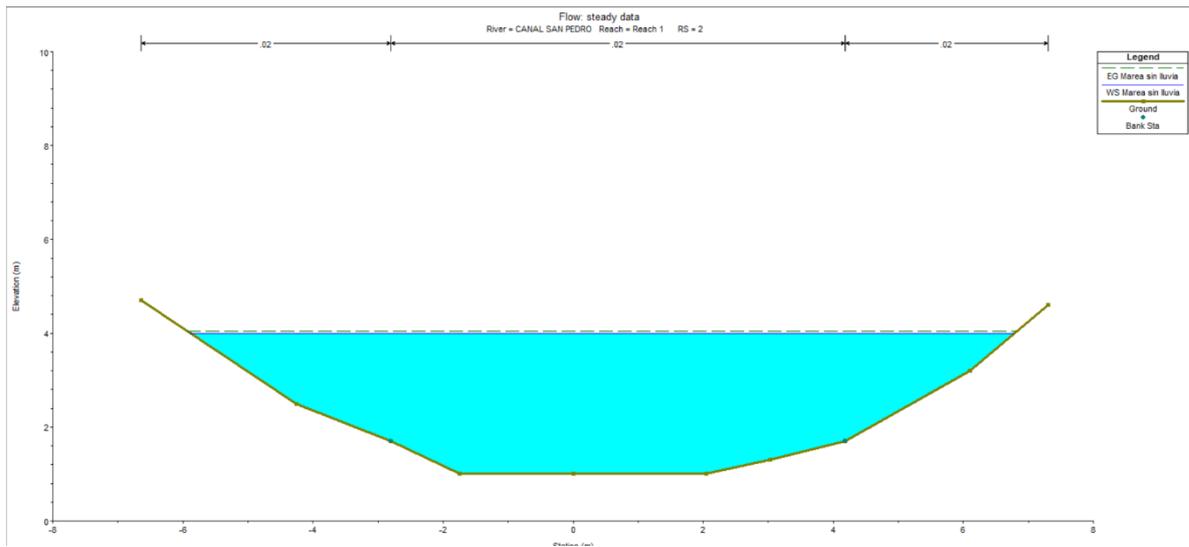
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA A 25 AÑOS RS=2



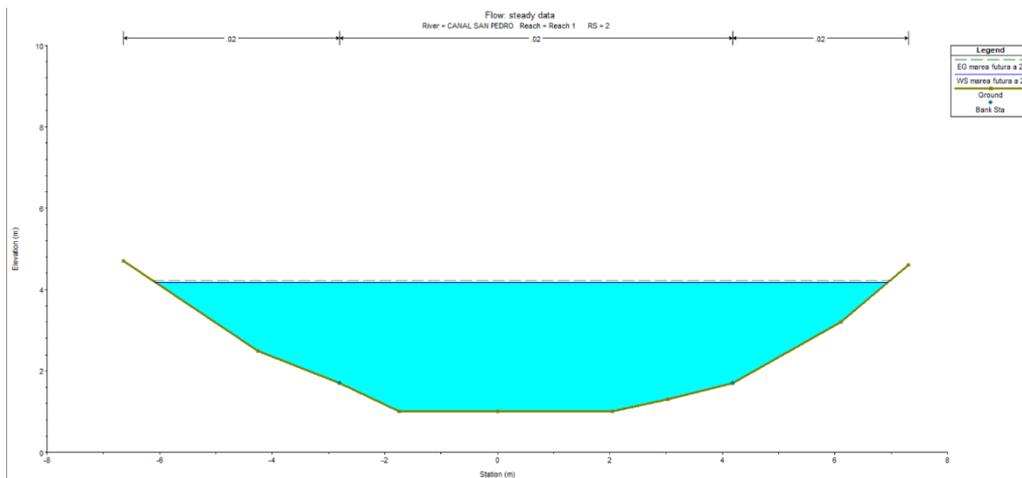
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA Y MAREA A 25 AÑOS RS=2



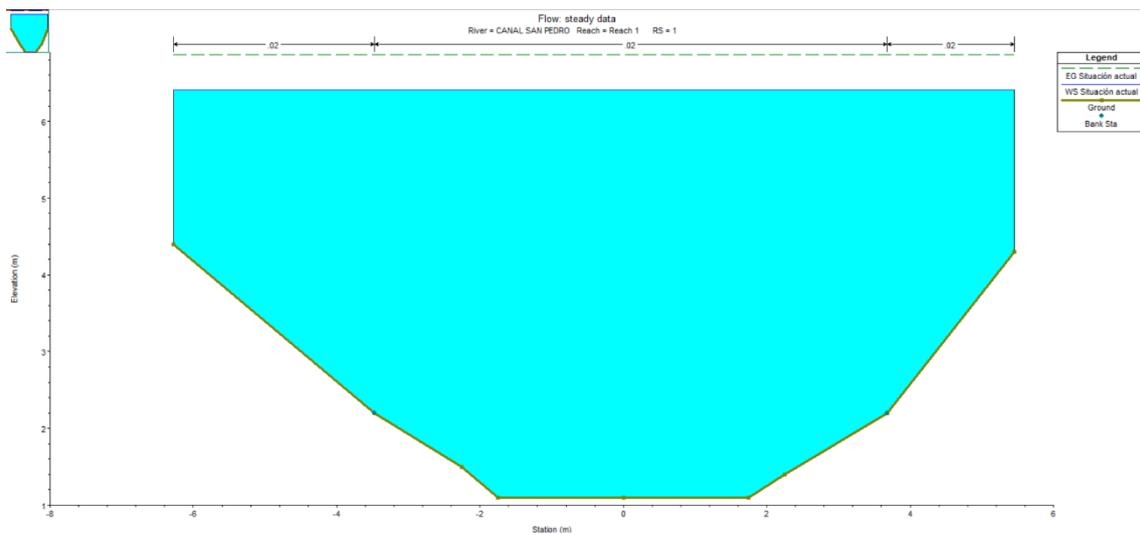
SITUACIÓN ACTUAL CON MAREA ACTUAL RS=2



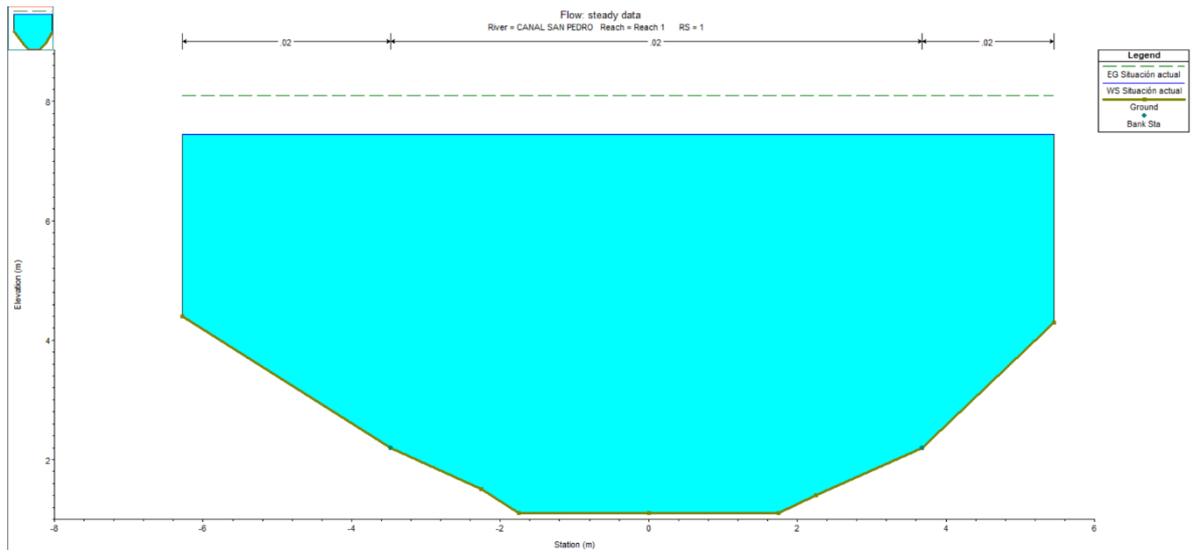
SITUACIÓN ACTUAL CON MAREA A 25 AÑOS RS=2



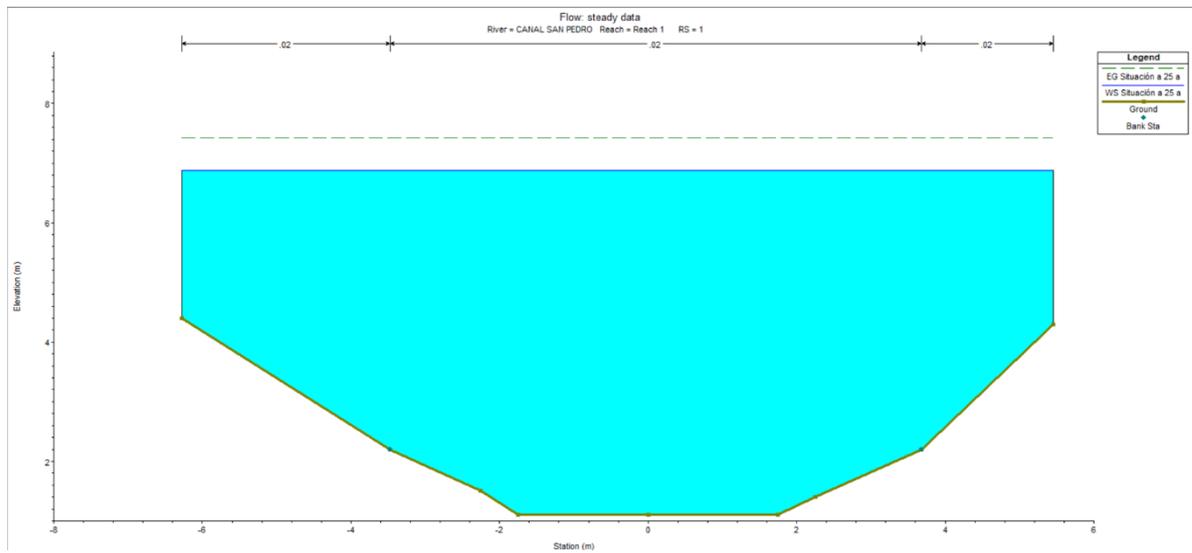
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA RS=1



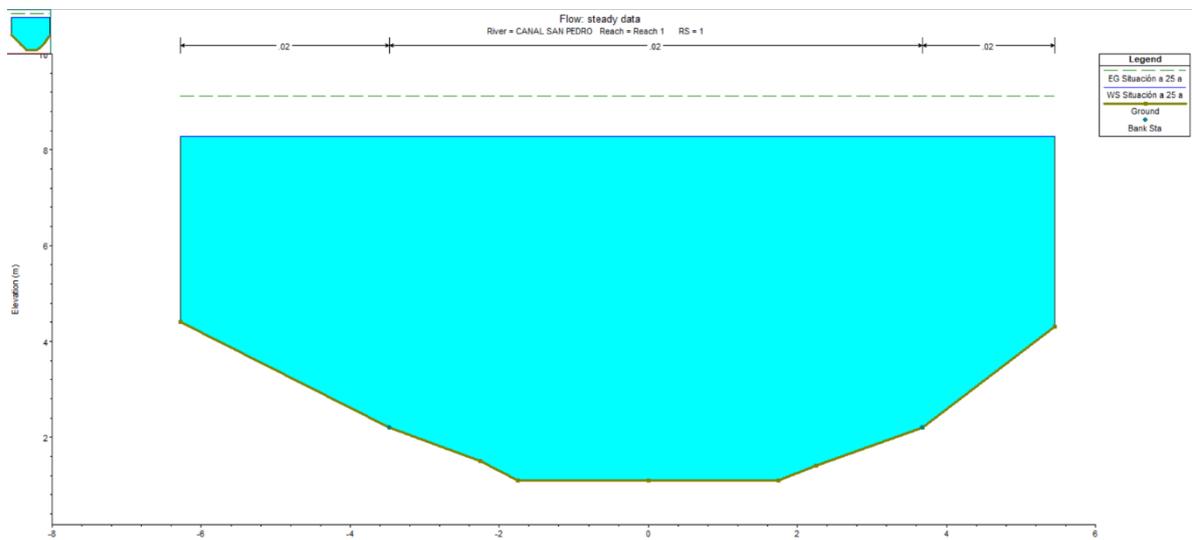
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA Y MAREA RS=1



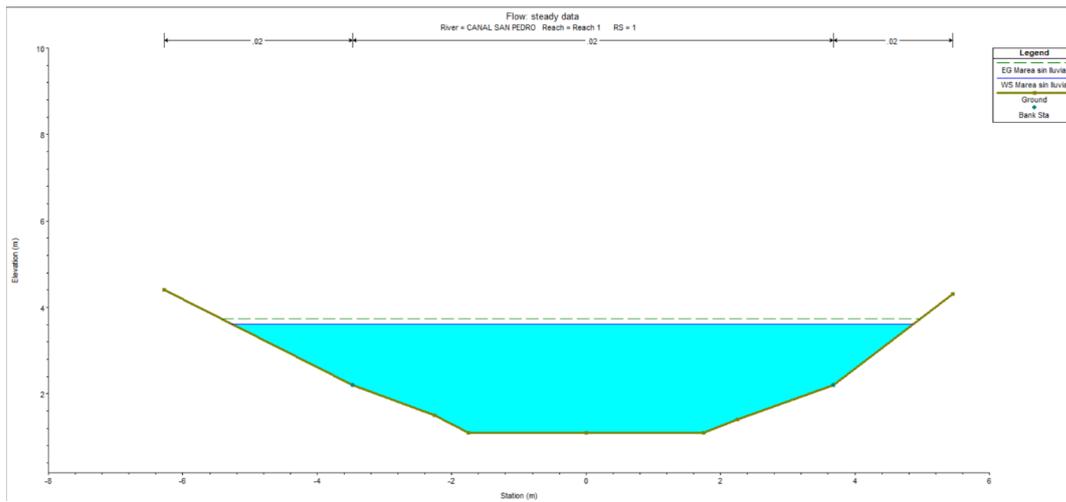
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA A 25 AÑOS RS=1



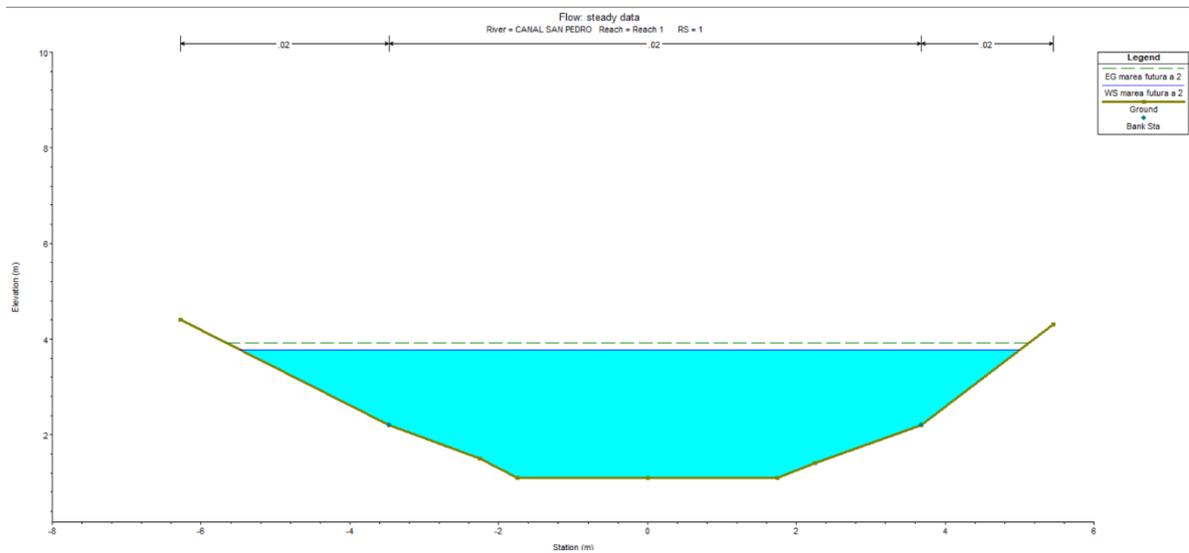
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA Y MAREA A 25 AÑOS RS=1



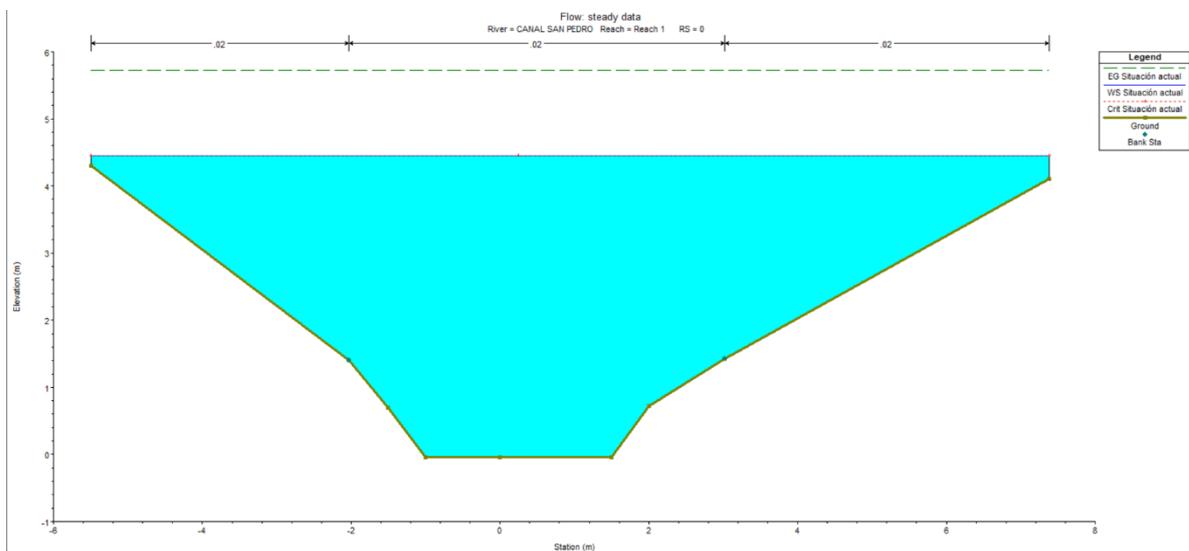
SITUACIÓN ACTUAL CON MAREA ACTUAL RS=1



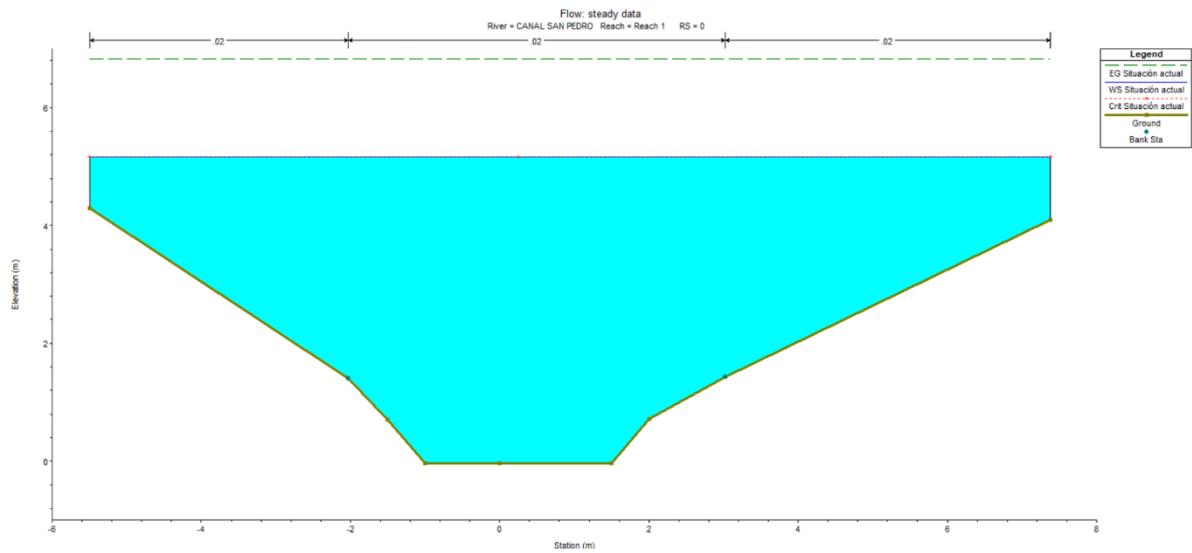
SITUACIÓN ACTUAL CON MAREA A 25 AÑOS RS=1



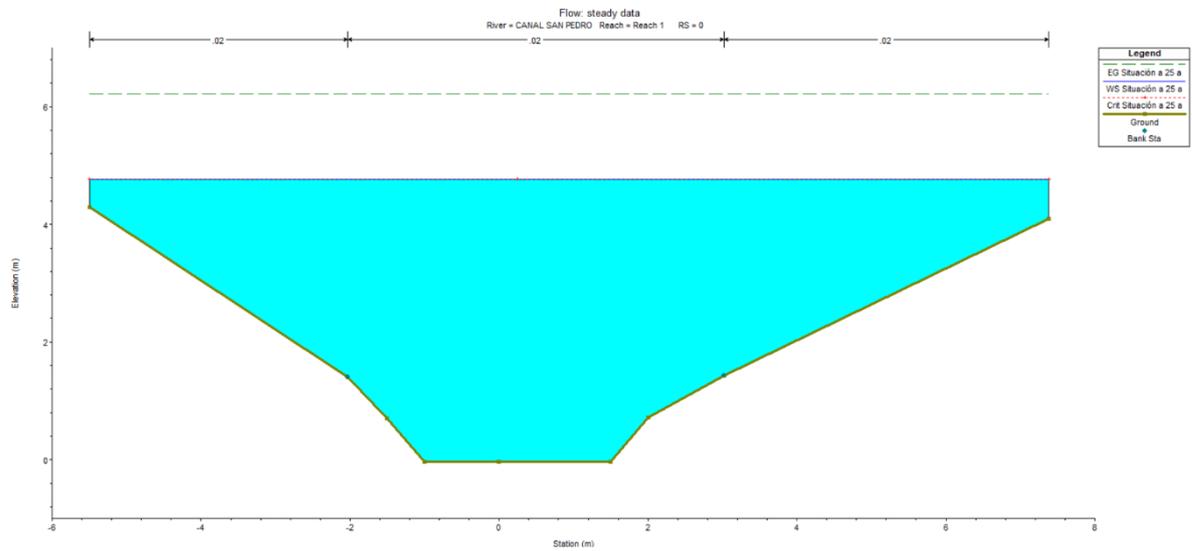
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA RS=0



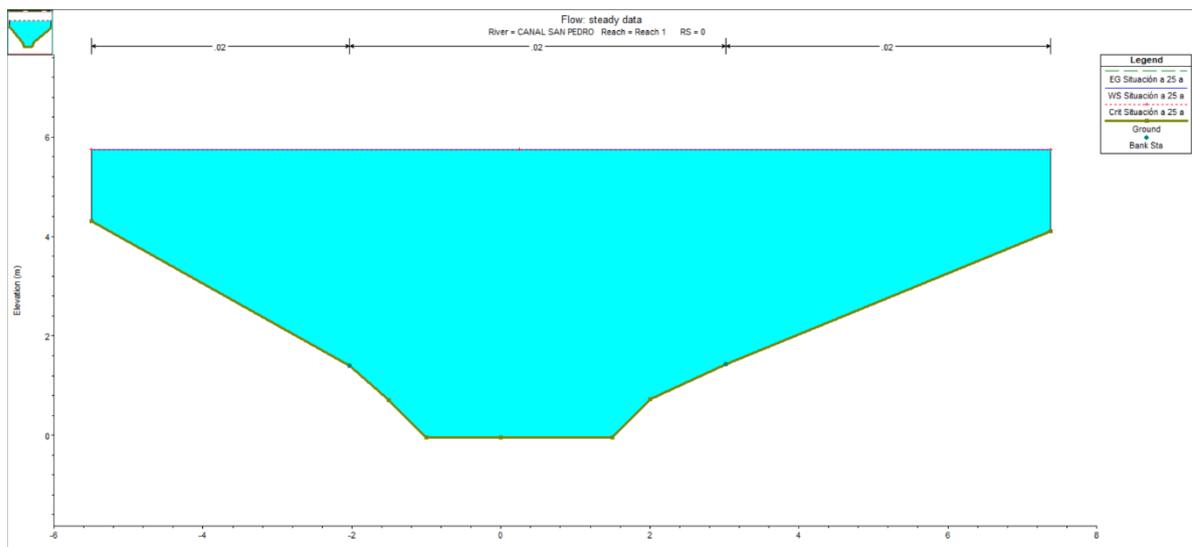
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA Y MAREA RS=0



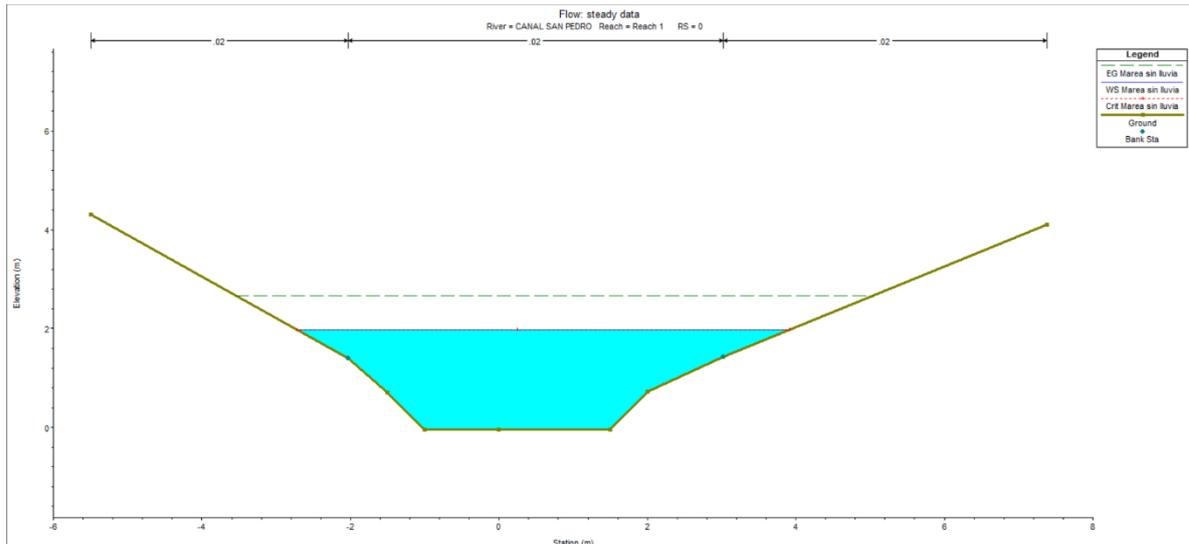
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA A 25 AÑOS RS=0



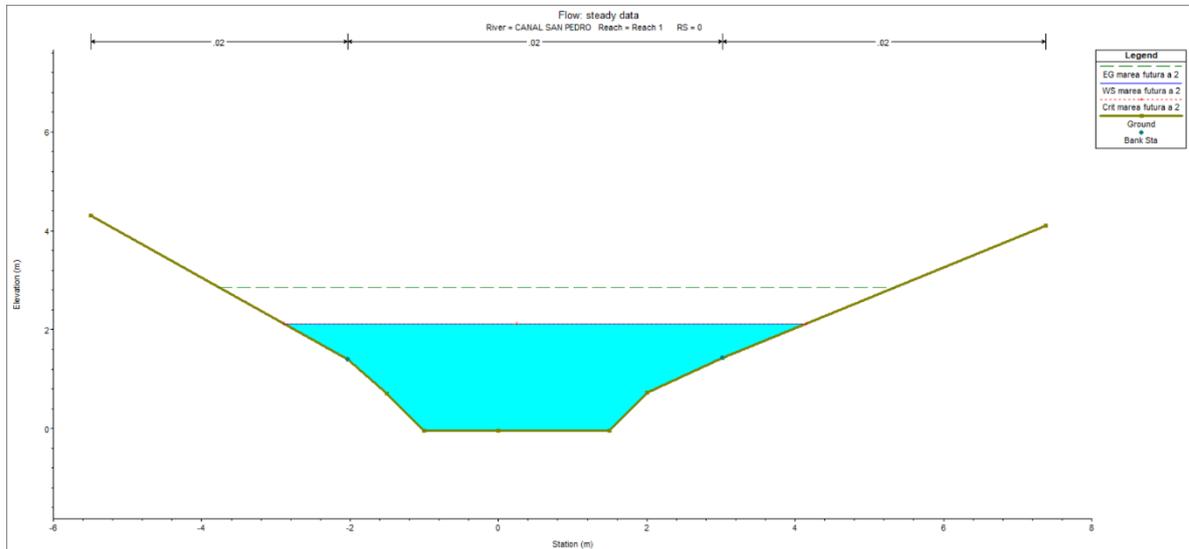
SITUACIÓN ACTUAL CON LLUVIA Y MAREA A 25 AÑOS RS=0



SITUACIÓN ACTUAL CON MAREA ACTUAL RS=0

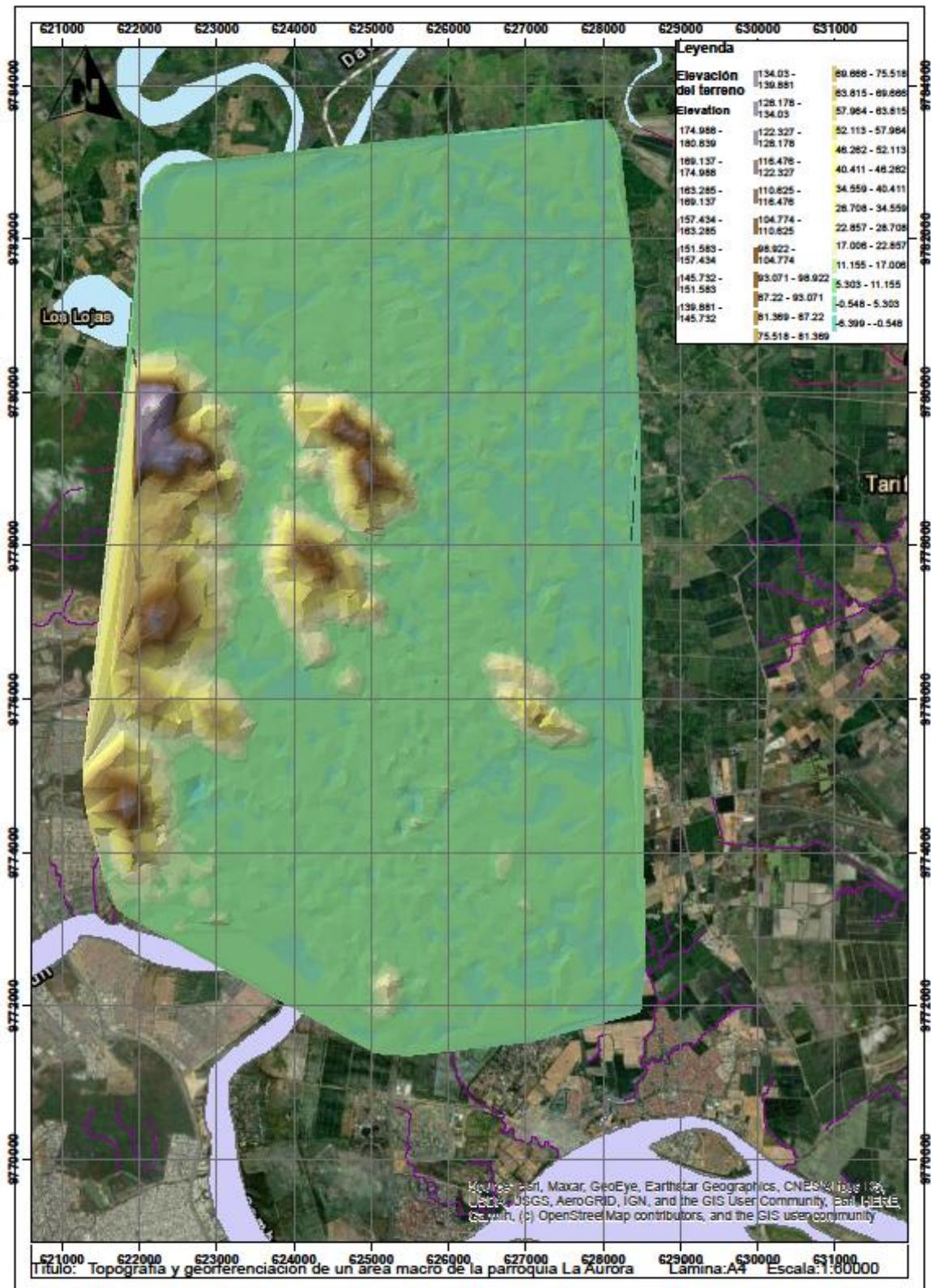


SITUACIÓN ACTUAL CON MAREA A 25 AÑOS RS=0



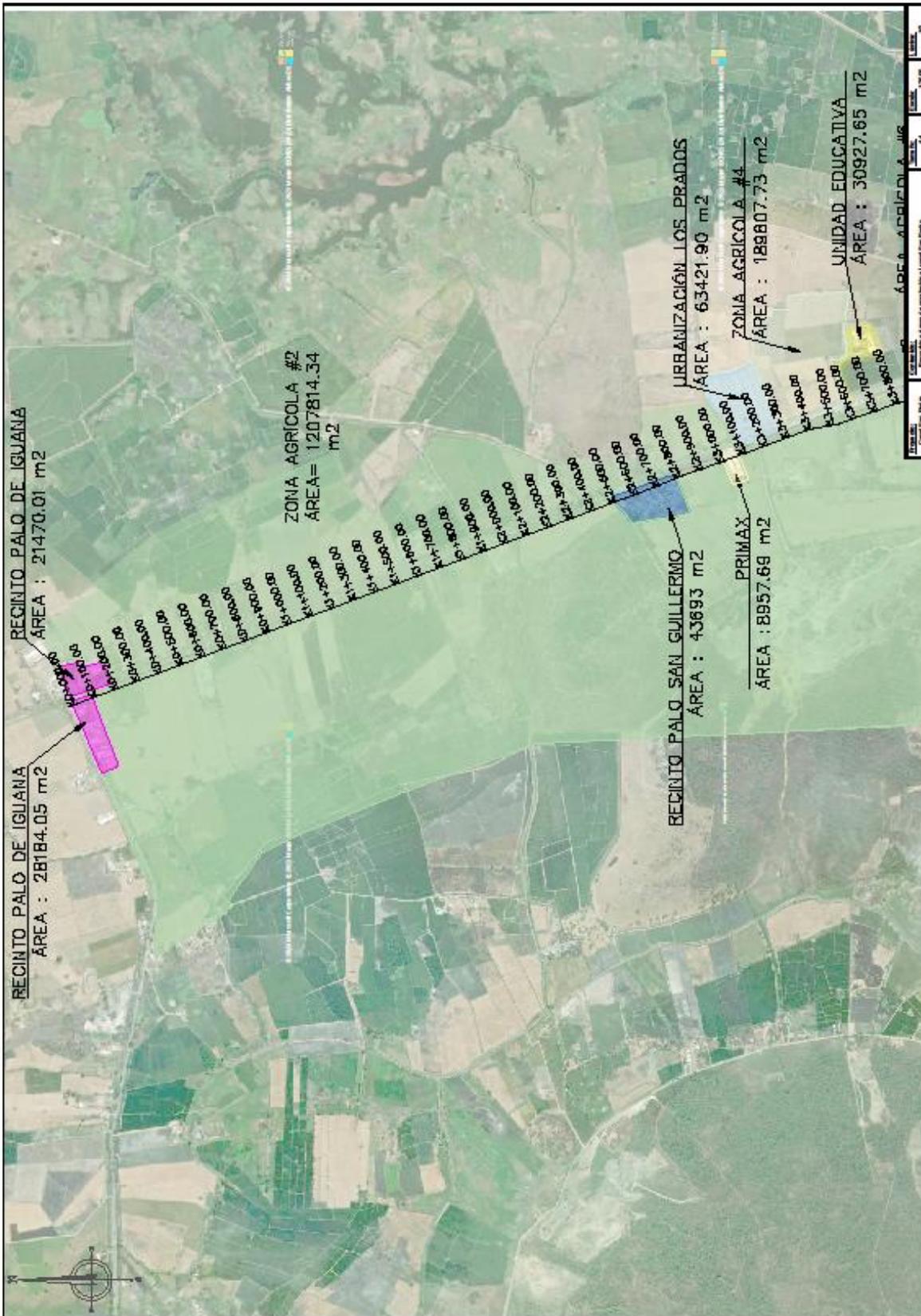
Anexo 13

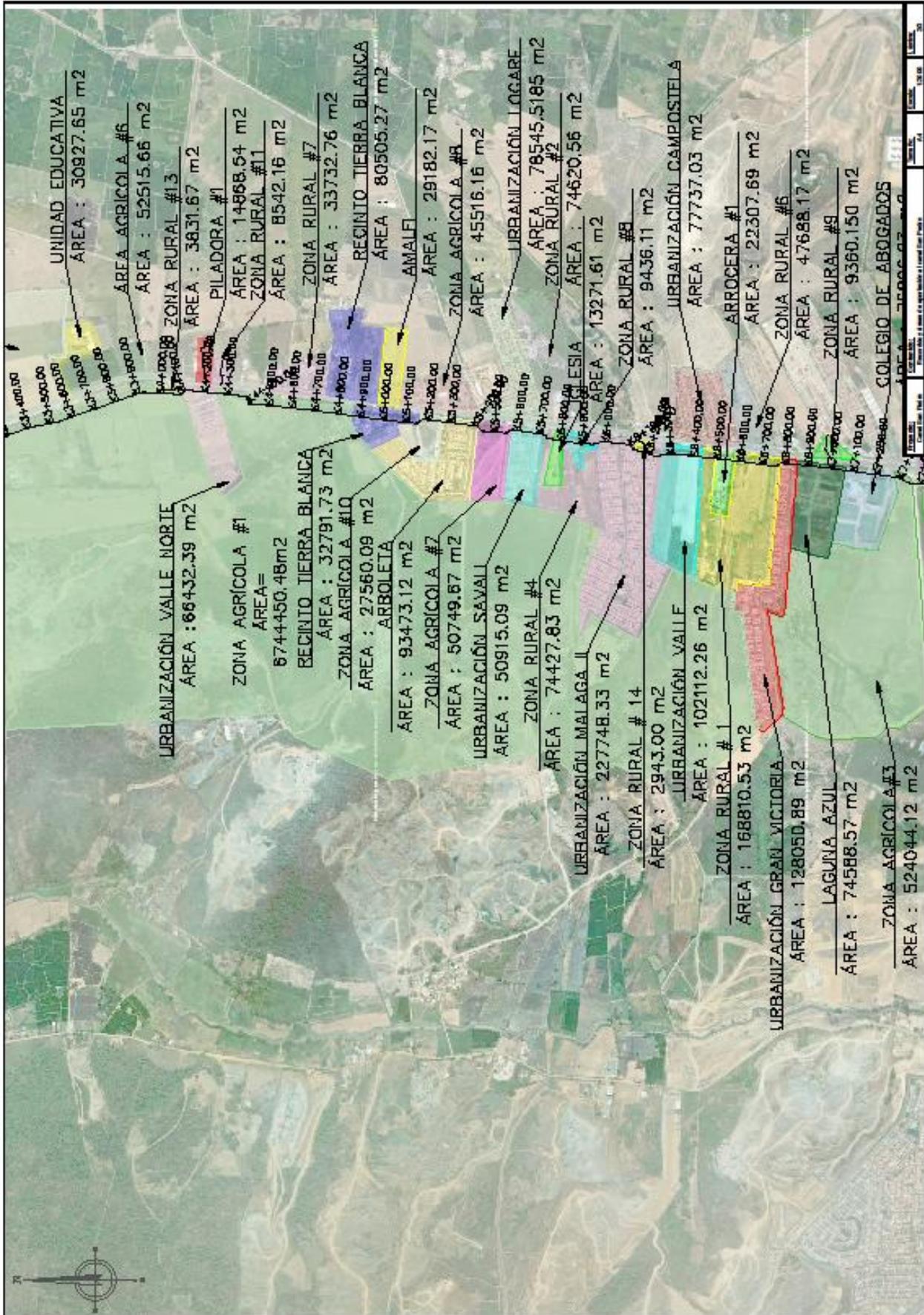
Plano Topografía y georreferenciación Parroquia La Aurora

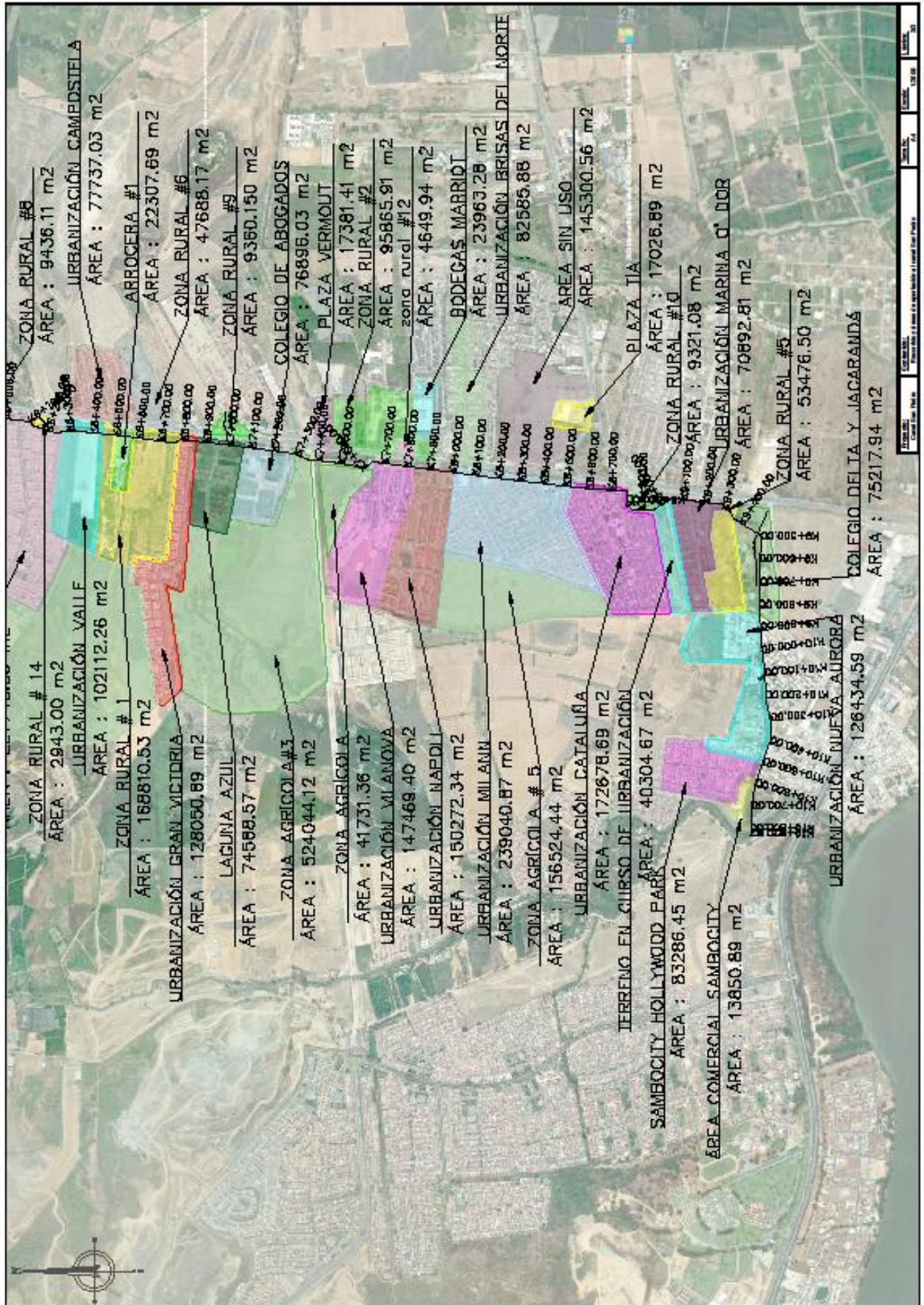


Anexo 14

Plano Recorrido y áreas Canal San Pedro

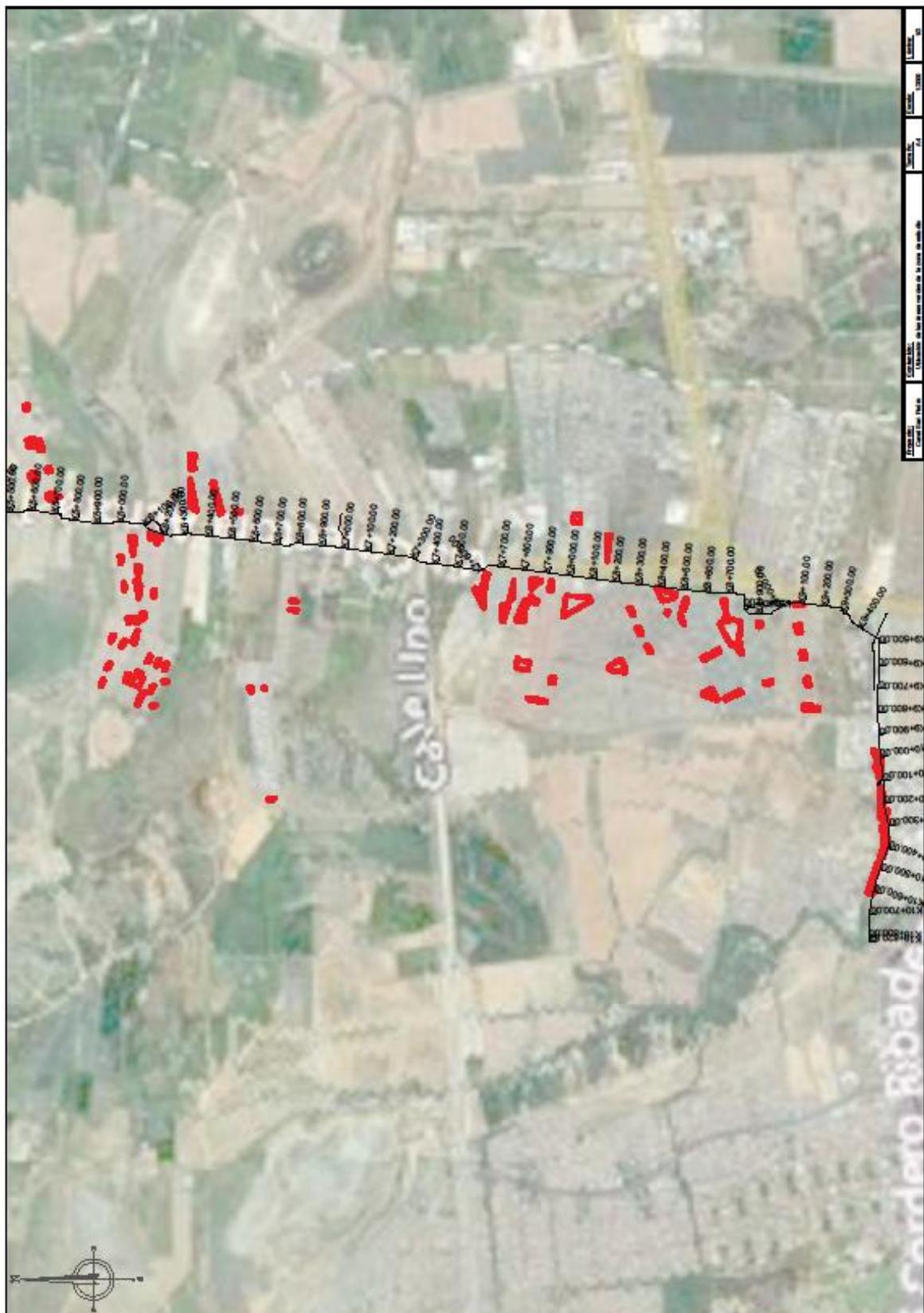






Anexo 15

Plano ubicación de las áreas verdes



Anexo 16

Tasas de interés activas máximas vigentes para el sector financiero privado, público y, popular y solidario establecidas por la junta de política y regulación financiera

Tasas de Interés Activas Máximas¹	
Tasa Activa Efectiva Máxima para el segmento²	% anual
Productivo Corporativo	11,02
Productivo Empresarial	11,81
Productivo PYMES	11,61
Consumo	16,77
Educativo	9,5
Educativo Social	7,5
Vivienda de Interés Público	4,99
Vivienda de Interés Social	4,99
Inmobiliario	10,4
Microcrédito Minorista	28,23
Microcrédito de Acumulación Simple	24,89
Microcrédito de Acumulación Ampliada	22,05
Inversión Pública	9,33