



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

**CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

**TEMA:**

“DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL  
INCLUIDO EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON  
LAGUNAS ESTABILIZADORAS EN LA COMUNA  
TUGADUAJA, PARROQUIA CHANDUY, CANTÓN SANTA  
ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA”.

**TRABAJO DE TÍTULO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**AUTORES:**

DAVE ANTHONY GÓMEZ TOMALÁ

JOHNNY JOSÉ CHÓEZ FRANCO

**TUTOR:**

ING. RICHARD IVÁN RAMIREZ PALMA, Mg.

**LA LIBERTAD, ECUADOR**

**2023**

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

---

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TEMA:**

“DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL  
INCLUIDO EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON  
LAGUNAS ESTABILIZADORAS EN LA COMUNA  
TUGADUAJA, PARROQUIA CHANDUY, CANTÓN SANTA  
ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA”.

**TRABAJO DE TÍTULO DE INTEGRACIÓN  
CURRICULAR**

**AUTORES:**

DAVE ANTHONY GÓMEZ TOMALÁ

JOHNNY JOSÉ CHÓEZ FRANCO

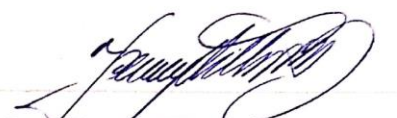
**TUTOR:**

ING. RICHARD IVÁN RAMIREZ PALMA, Mg.

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

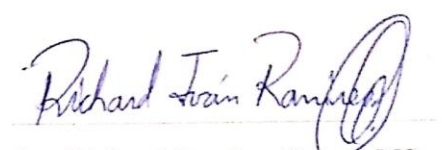
**2023**

## TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.



---

**Ing. Jonny Villao Borbor, Msc.**  
DIRECTOR DE CARRERA



---


**Ing. Richard Ramírez Palma, MSc.**  
DOCENTE TUTOR



escanea el código QR para  
GUIDO MOISES  
ORTIZ SAFADI

---

**Ing. Guido Ortiz Safadi, MSc.**  
DOCENTE ESPECIALISTA



---

**Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, PhD.**  
DOCENTE UIC

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis en primer lugar a Dios, que ha sido mi fortaleza y me ha brindado la sabiduría para llegar a esta etapa importante en mi vida. A mi hija Romina, que es la principal fuente de inspiración para tener un futuro próspero a su lado. A mi madre Fanny, por su motivación constante a lo largo de mi vida, por haberme apoyado en cada uno de mis pasos, educarme con buenos valores y por su amor incondicional. A mi esposa Carolina, por su apoyo incondicional y verdadero, porque a pesar de las adversidades me apoya en mis metas. A mi tía Lucy porque ha sido mi segunda madre, por su inmenso cariño y amor. A mis hermanos Gianella, Pablo y Juan por ser un gran ejemplo en mi vida. Y por último quisiera dedicar esta tesis a mi padre Juan Gómez, por haberme impulsado a esta grandiosa carrera, aunque no se encuentre presente físicamente siempre vivirá en mis pensamientos y en mi corazón.

***GÓMEZ TOMALÁ DAVE ANTHONY***



La presente tesis está dedicada a Dios ya que gracias a él he logrado concluir esta carrera, a mis padres: Jonny Lender Chóez Loor y Jenny Isabel Franco Aquino, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para ser en mí una mejor persona, a mis hermanos: Fabricio, Eliana y Sebastián; a mis sobrinos: Santiago Vélez y Olivia Chóez por sus palabras y su compañía, a mi abuelita Rosa Divina Loor que en todo momento me incluye en sus oraciones

A mi compañera de vida Magnolia Pincay por sus palabras y su confianza, por su amor y por brindarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente. A mis amigos, compañeros y todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido para el logro de mis objetivos.

***CHÓEZ FRANCO JOHNNY JOSÉ***


# **CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO**

## **CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO**

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema “**DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL INCLUIDO EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON LAGUNA ESTABILIZADORA DE LA COMUNA TUGADUAJA, PARROQUIA CHANDUY, CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA**”. elaborado por los estudiantes GÓMEZ TOMALÁ DAVE ANTHONY y CHÓEZ FRANCO JOHNNY JOSÉ, egresado de la carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio COMPILATION, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 5% de la valoración permitida.

Adjunto reporte de similitud.

**TUTOR**



**Ing. Richard Ramírez Palma, Mg.**

**C.I.: 0912246451**



# DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL INCLUIDO EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON LAGUNA ESTABILIZADORA DE LA COMUNA TUGADUAJA, PARROQUIA CHANDUY, CANTON SANTA ELENA

5% Similitudes  
 < 1% Texto entre comillas  
 < 1% similitudes entre comillas  
 0% Idioma no reconocido

Nombre del documento: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL INCLUIDO EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON LAGUNA ESTABILIZADORA DE LA COMUNA TUGADUAJA, PARROQUIA CHANDUY, CANTON SANTA ELENA.docx  
 ID del documento: fb5b6e2a04c78e393a0cffece99662e3b3d44f26  
 Tamaño del documento original: 228,68 ko

Depositante: RICHARD IVAN RAMIREZ PALMA  
 Fecha de depósito: 13/2/2023  
 Tipo de carga: interface  
 fecha de fin de análisis: 13/2/2023

Número de palabras: 16.282  
 Número de caracteres: 104.332

Ubicación de las similitudes en el documento:



## Fuentes principales detectadas

| N° | Descripciones  | Similitudes | Ubicaciones | Datos adicionales                       |
|----|--|-------------|-------------|---|
| 1  | <a href="http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/8336/3/14057.pdf.txt">dspace.uazuay.edu.ec</a>   Actualización del sistema de alcantarillado sanitario para la...<br>9 fuentes similares  | < 1%        |             | Palabras idénticas : < 1% (98 palabras) |
| 2  | <a href="https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CEPISO-1.PDF">sswm.info</a><br>2 fuentes similares  | < 1%        |             | Palabras idénticas : < 1% (96 palabras) |
| 3  | <a href="https://1library.co/document/1y9x8wyg-alcantarillado-sanitario-estacion-depuradora-residuales-cumb...">1library.co</a>   Estudio y diseño del sistema de alcantarillado sanitario, pluvial y estaci...<br>9 fuentes similares | < 1%        |             | Palabras idénticas : < 1% (84 palabras) |
| 4  | <a href="https://1library.co/article/8istemas-recoleccion-evacuacion-aguas-residuales-domesticas-pluviales-syn7...">1library.co</a>   SISTEMAS DE RECOLECCION Y EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DO...<br>2 fuentes similares            | < 1%        |             | Palabras idénticas : < 1% (79 palabras) |
| 5  | <a href="https://brendavaleriano.blogspot.com/2015/09/formula-para-calculo-de-la-muestra-en.html">brendavaleriano.blogspot.com</a>   Estadística: Fórmula para cálculo de la muestra en ...<br>5 fuentes similares                     | < 1%        |             | Palabras idénticas : < 1% (99 palabras) |

## Fuentes con similitudes fortuitas

| N° | Descripciones   | Similitudes | Ubicaciones | Datos adicionales                       |
|----|---|-------------|-------------|---|
| 1  | <a href="http://localhost:8080/xmlui/bitstream/reduj/736/3/967.pdf.txt">localhost</a>   Construcción y puesta en marcha de un reactor anaerobio discontinuo se...<br>http://localhost:8080/xmlui/bitstream/reduj/736/3/967.pdf.txt  | < 1%        |             | Palabras idénticas : < 1% (40 palabras) |
| 2  | <a href="http://repositorio.puce.edu.ec/80/xmlui/bitstream/22000/6444/6/9_20.000695.pdf.txt">repositorio.puce.edu.ec</a>   Diseño del sistema de recolección y disposición final de ag...<br>http://repositorio.puce.edu.ec/80/xmlui/bitstream/22000/6444/6/9_20.000695.pdf.txt | < 1%        |             | Palabras idénticas : < 1% (34 palabras) |
| 3  | <a href="https://www.emcali.com.co/documents/107516/125186/NDI-SE-RA-007.pdf">www.emcali.com.co</a><br>https://www.emcali.com.co/documents/107516/125186/NDI-SE-RA-007.pdf  | < 1%        |             | Palabras idénticas : < 1% (33 palabras) |
| 4  | Diseño del sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales de...<br>/var/dspace/bitstream/15000/15201/3/CD-6976.pdf.txt   | < 1%        |             | Palabras idénticas : < 1% (24 palabras) |
| 5  | Documento de otro usuario #040077<br>El documento proviene de otro grupo  | < 1%        |             | Palabras idénticas : < 1% (19 palabras) |

Fuentes ignoradas Estas fuentes han sido retiradas del cálculo del porcentaje de similitud por el propietario del documento.

| N° | Descripciones   | Similitudes | Ubicaciones | Datos adicionales                       |
|----|---|-------------|-------------|---|
| 1  | <a href="https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe_inen_5_Parte_9-1.pdf">www.normalizacion.gob.ec</a><br>https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe_inen_5_Parte_9-1.pdf   | 9%          |             | Palabras idénticas : 9% (1492 palabras) |
| 2  | <a href="http://dspace.uccuenca.edu.ec/bitstream/123456789/7673/8894.pdf.txt">dspace.uccuenca.edu.ec</a>   Digitalización de información del sistema de un alcantarilla...<br>http://dspace.uccuenca.edu.ec/bitstream/123456789/7673/8894.pdf.txt | 4%          |             | Palabras idénticas : 4% (657 palabras)  |

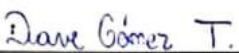
# DECLARACIÓN DE AUDITORÍA

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **GOMEZ TOMALÁ DAVE ANTHONY** y **CHÓEZ FRANCO JOHNNY JOSE** -, declaramos bajo juramento que el presente trabajo de titulación denominado "**ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL INCLUIDO EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON LAGUNA ESTABILIZADORA DE LA COMUNA TUGADUAJA, PARROQUIA CHANDUY, CANTON SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA**", no tiene antecedentes de haber sido elaborado en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Carrera de Ingeniería **CIVIL**, lo cual es un trabajo exclusivamente inédito y perteneciente de nuestra autoría.

Por medio de la presente declaración cedo los derechos de autoría y propiedad intelectual, correspondientes a este trabajo, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente,

  
\_\_\_\_\_

**GOMEZ TOMALÁ DAVE ANTHONY**

**Autor de Tesis**

**C.I. 2400313835**

  
\_\_\_\_\_

**CHÓEZ FRANCO JOHNNY JOSE**

**Autor de Tesis**

**C.I. 2450116401**

# CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

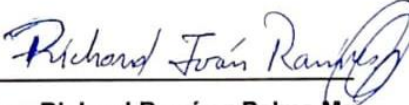
## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. Richard Ramírez Palma Mg.

TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Universidad Estatal Península de Santa Elena

En mi calidad de Tutor del presente trabajo "*ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL INCLUIDO EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON LAGUNA ESTABILIZADORA DE LA COMUNA TUGADUAJA, PARROQUIA CHANDUY, CANTON SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA*" previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, elaborado por el Sr *CHÓEZ FRANCO JOHNNY JOSE* y el Sr. *GOMEZ TOMALÁ DAVE ANTHONY*, egresados de la carrera de ingeniería Civil, Facultad Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en todas sus partes.



Ing. Richard Ramírez Palma Mg.

C.I.: 0912246451

# CERTIFICACIÓN DE GRAMATOLOGÍA

*Lcdo. Dennys Mauricio Panchana Yagual, Mgtr.*

*Celular: 0939211033*

*Correo: [dennys.panchana@educacion.gob.ec](mailto:dennys.panchana@educacion.gob.ec)*

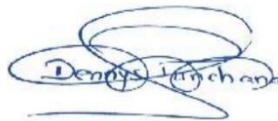
## CERTIFICACIÓN GRAMATICAL Y ORTOGRÁFICA

Yo, **DENNYS MAURICIO PANCHANA YAGUAL**, en mi calidad de **LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN Y MAGÍSTER EN ADMINISTRACIÓN Y LIDERAZGO EDUCACIONAL**, por medio de la presente tengo a bien indicar que he leído y corregido el trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, denominado **“DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL INCLUIDO EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON LAGUNA ESTABILIZADORA DE LA COMUNA TUGADUAJA, PARROQUIA CHANDUY, CANTON SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA”** de los estudiantes: **GÓMEZ TOMALÁ DAVE ANTHONY** y **CHÓEZ FRANCO JOHNNY JOSÉ..**

Certifico que está redactado con el correcto manejo del lenguaje, claridad en las expresiones, coherencia en los conceptos e interpretaciones, adecuado empleo en la sinonimia. Además de haber sido escrito de acuerdo a las normas de ortografía y sintaxis vigentes.

Es cuanto puedo decir en honor a la verdad y autorizo a los interesados hacer uso del presente como estime conveniente.

Santa Elena, 08 de febrero del 2023



Lcdo. Dennys Panchana Yagual, Mgtr.

CI. 0919400176

LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
MAGISTER EN GERENCIA Y LIDERAZGO EDUCACIONAL  
N° DE REGISTRO DE SENEYCYT 1031-2018-1947613

# TABLA DE CONTENIDO

|   | Pág.  |
|---|-------|
| TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....               | ii    |
| DEDICATORIA .....                           | iii   |
| CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO.....              | v     |
| DECLARACIÓN DE AUDITORÍA .....              | vii   |
| CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....                | viii  |
| CERTIFICACIÓN DE GRAMATOLOGÍA .....         | ix    |
| TABLA DE CONTENIDO .....                    | x     |
| LISTA DE FIGURAS .....                      | xv    |
| LISTA DE TABLAS .....                       | xvi   |
| RESUMEN.....                                | xviii |
| ABSTRACT .....                              | xix   |
| CAPITULO I: INTRODUCCIÓN .....              | 1     |
| 1.1    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....      | 2     |
| 1.1.1 <i>Formulación del problema</i> ..... | 4     |
| 1.2    ANTEDECENTES.....                    | 5     |
| 1.2.1 <i>Internacional</i> .....            | 5     |
| 1.2.2 <i>Nacional</i> .....                 | 7     |
| 1.2.3 <i>Local</i> .....                    | 9     |
| 1.2.4 <i>Situación geográfica</i> .....     | 10    |
| 1.3    HIPÓTESIS .....                      | 11    |
| 1.3.1 <i>Hipótesis General</i> .....        | 11    |
| 1.3.2 <i>Hipótesis Específicos</i> .....    | 11    |

|   |  |           |
|---|--|-----------|
| 1.4                                     | <b>OBJETIVOS</b> .....                                       | 12        |
|   | 1.4.1 <i>Objetivo General</i> .....                          | 12        |
|   | 1.4.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....                     | 12        |
| 1.5                                     | <b>ALCANCE</b> .....   | 13        |
| 1.6                                     | <b>VARIABLES</b> .....                                       | 13        |
|   | 1.6.1 <i>Variables Independientes:</i> .....                 | 13        |
|   | 1.6.2 <i>Variables Dependientes:</i> .....                   | 13        |
| <b>CAPÍTULO II: MARCO TEORICO</b> ..... |  | <b>14</b> |
| 2.1.                                    | <b>SISTEMA DE ALCANTARILLADO</b> .....                       | 14        |
| 2.2.                                    | <b>TIPOS DE ALCANTARILLADO</b> .....                         | 14        |
|   | 2.2.1 <i>Sistema convencional</i> .....                      | 15        |
|   | 2.2.2 <i>Sistema no convencional</i> .....                   | 16        |
| 2.3.                                    | <b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b> .....                        | 17        |
|   | 2.3.1 <i>Componentes del alcantarillado sanitario.</i> ..... | 18        |
|   | 2.3.2 <i>Bases de diseño</i> .....                           | 21        |
|   | 2.3.3 <i>Topografía</i> .....                                | 21        |
|   | 2.3.4 <i>Período de diseño</i> .....                         | 22        |
|   | 2.3.5 <i>Población Futura</i> .....                          | 22        |
|   | 2.3.6 <i>Dotación</i> .....                                  | 26        |
|   | 2.3.7 <i>Densidad Poblacional</i> .....                      | 27        |
|   | 2.3.8 <i>Áreas de aportación</i> .....                       | 28        |
|   | 2.3.9 <i>Caudales de aguas residuales</i> .....              | 28        |
|   | 2.3.10 <i>Cálculo Hidráulico</i> .....                       | 31        |
|   | 2.3.11 <i>Parámetros Hidráulicos</i> .....                   | 35        |
| 2.4.                                    | <b>ALCANTARILLADO PLUVIAL</b> .....                          | 37        |
|   | 2.4.1 <i>Componentes del Alcantarillado Pluvial</i> .....    | 38        |



|  |   |           |
|--|---|-----------|
| 2.4.2                                  | <i>Topografía</i> .....                             | 39        |
| 2.4.3                                  | <i>Período de diseño</i> .....                      | 39        |
| 2.4.4                                  | <i>Población Futura</i> .....                       | 39        |
| 2.4.5                                  | <i>Áreas de aportación</i> .....                    | 39        |
| 2.4.6                                  | <i>Caudales de aguas lluvias</i> .....              | 40        |
| 2.4.7                                  | <i>Método Racional</i> .....                        | 40        |
| 2.4.8                                  | <i>Cálculo Hidráulico</i> .....                     | 45        |
| 2.4.9                                  | <i>Parámetro Hidráulicos</i> .....                  | 48        |
| 2.5.                                   | <b>TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b> .....        | 49        |
| 2.5.1                                  | <i>Normas para diseño</i> .....                     | 50        |
| 2.6.                                   | <b>TRATAMIENTOS SECUNDARIOS</b> .....               | 51        |
| 2.7.                                   | <b>LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN</b> .....              | 52        |
| 2.7.1                                  | <i>Clasificación</i> .....                          | 52        |
| 2.7.2                                  | <i>Ubicación</i> .....                              | 53        |
| 2.7.3                                  | <i>Ventajas y Desventajas</i> .....                 | 53        |
| 2.8.                                   | <b>LAGUNAS ANAEROBIAS</b> .....                     | 54        |
| 2.8.1.                                 | <i>Aspectos generales</i> .....                     | 54        |
| 2.8.2.                                 | <i>Métodos de diseño</i> .....                      | 55        |
| 2.9.                                   | <b>LAGUNAS FACULTATIVAS</b> .....                   | 57        |
| 2.9.1.                                 | <i>Método de diseño</i> .....                       | 58        |
| <b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA</b> ..... |   | <b>62</b> |
| 3.1                                    | <b>TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN</b> .....          | 62        |
| 3.1.1                                  | <i>Tipo</i> .....                                   | 62        |
| 3.1.2                                  | <i>Nivel</i> .....                                  | 62        |
| 3.2                                    | <b>MÉTODO, ENFOQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</b> |           |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 3.2.1  | <i>Método</i> .....  | 62 |
| 3.2.2  | <i>Enfoque</i> .....   | 63 |
| 3.2.3  | <i>Diseño</i> .....  | 63 |
| 3.3    | <b>POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO</b> .....   | 63 |
| 3.3.1  | <i>Población</i> .....   | 63 |
| 3.3.2  | <i>Muestra</i> .....   | 63 |
| 3.3.3  | <i>Muestreo</i> .....  | 64 |
| 3.4    | <b>METODOLOGIA DEL OE.1: REALIZAR UN<br/>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA ZONA DE ESTUDIO<br/>Y RECOPIRAR INFORMACIÓN DE LA COMUNA TUGADUAJA.</b><br>65   |    |
| 3.4.1  | <i>Levantamiento Topográfico</i> .....   | 65 |
| 3.5    | <b>METODOLOGIA DEL OE.2: DISEÑAR EL SISTEMA DE<br/>ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL APLICANDO LOS<br/>CRITERIOS TÉCNICOS DE LA NORMATIVA SANITARIA.</b> .....                                      | 66 |
| 3.6    | <b>METODOLOGIA DEL OE.3: DISEÑAR UNA LAGUNA<br/>ESTABILIZADORA PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO<br/>SANITARIO APLICANDO LOS CRITERIOS TÉCNICOS QUE<br/>CUMPLA CON LA NORMATIVA SANITARIA.</b> ..... | 67 |
| 3.7    | <b>METODOLOGIA DEL OE.4: ELABORAR UN<br/>PRESUPUESTO REFERENCIAL INCLUIDO EL CRONOGRAMA<br/>VALORADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO.</b> .....  | 67 |
| 3.8    | <b>OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES</b> .....   | 68 |
|        | <b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....   | 70 |
| 4.1.   | <b>CÁLCULO DE LAS BASES DE DISEÑO</b> .....  | 70 |
| 4.1.1. | <i>Población Futura</i> .....  | 70 |
| 4.1.2. | <i>Dotación</i> .....  | 72 |
| 4.1.3. | <i>Áreas de Aportación</i> .....   | 73 |
| 4.1.4. | <i>Densidad Poblacional</i> .....  | 74 |

|   |                       |
|---|-----------------------|
| <b>4.2. CÁLCULO DEL SISTEMA DE ALCANATRILLADO<br/>SANITARIO .....</b> | <b>74</b>             |
| 4.2.1. <i>Caudal medio</i> .....                                      | 74                    |
| 4.2.2. <i>Caudal máximo horario</i> .....                             | 75                    |
| 4.2.3. <i>Caudal de infiltración</i> .....                            | 75                    |
| 4.2.4. <i>Caudal de conexiones erradas</i> .....                      | 76                    |
| 4.2.5. <i>Caudal de diseño</i> .....                                  | 76                    |
| <b>4.3. CÁLCULO DEL SISTEMA DE ALCANATRILLADO<br/>PLUVIAL .....</b>   | <b>77</b>             |
| 4.3.1. <i>Áreas de Aportación</i> .....                               | 77                    |
| 4.3.2. <i>Coefficiente de Escurrimiento</i> .....                     | 78                    |
| 4.3.3. <i>Intensidad de lluvia</i> .....                              | 78                    |
| 4.3.4. <i>Caudal de diseño</i> .....                                  | 79                    |
| <b>4.4. CÁLCULOS DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN .....</b>               | <b>79</b>             |
| 4.4.1. <i>Determinación del DBO</i> .....                             | 80                    |
| 4.4.2. <i>Cálculo de laguna anaerobia</i> .....                       | 81                    |
| 4.4.3. <i>Cálculo de laguna facultativa</i> .....                     | 84                    |
| <b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>               | <b>89</b>             |
| <b>5.1. CONCLUSIONES .....</b>  | <b>89</b>             |
| <b>5.2. RECOMENDACIONES .....</b>                                     | <b>91</b>             |
| <b>REFERENCIAS .....</b>  | <b>92</b>             |
|   | <b>BIBLIOGRÁFICAS</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>   | <b>96</b>             |

# LISTA DE FIGURAS

|                       | <b>Pág.</b> |
|-----------------------|-------------|
| <b>Figura 1</b> ..... | 10          |
| <b>Figura 2</b> ..... | 15          |
| <b>Figura 3</b> ..... | 32          |
| <b>Figura 4</b> ..... | 43          |
| <b>Figura 5</b> ..... | 43          |
| <b>Figura 6</b> ..... | 59          |

# LISTA DE TABLAS

|                       | <b>Pág.</b> |
|-----------------------|-------------|
| <b>Tabla 1</b> .....  | 20          |
| <b>Tabla 2</b> .....  | 23          |
| <b>Tabla 3</b> .....  | 27          |
| <b>Tabla 4</b> .....  | 33          |
| <b>Tabla 5</b> .....  | 36          |
| <b>Tabla 6</b> .....  | 37          |
| <b>Tabla 7</b> .....  | 42          |
| <b>Tabla 8</b> .....  | 44          |
| <b>Tabla 9</b> .....  | 45          |
| <b>Tabla 10</b> ..... | 47          |
| <b>Tabla 11</b> ..... | 49          |
| <b>Tabla 12</b> ..... | 50          |
| <b>Tabla 13</b> ..... | 56          |
| <b>Tabla 14</b> ..... | 68          |
| <b>Tabla 15</b> ..... | 69          |
| <b>Tabla 16</b> ..... | 70          |
| <b>Tabla 17</b> ..... | 71          |
| <b>Tabla 18</b> ..... | 71          |
| <b>Tabla 19</b> ..... | 72          |
| <b>Tabla 20</b> ..... | 73          |
| <b>Tabla 21</b> ..... | 73          |
| <b>Tabla 22</b> ..... | 77          |
| <b>Tabla 23</b> ..... | 78          |
| <b>Tabla 24</b> ..... | 80          |
| <b>Tabla 25</b> ..... | 81          |
| <b>Tabla 26</b> ..... | 84          |
| <b>Tabla 27</b> ..... | 84          |

|                       |    |
|-----------------------|----|
| <b>Tabla 28</b> ..... | 87 |
| <b>Tabla 29</b> ..... | 88 |

“DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL INCLUIDO EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON LAGUNA ESTABILIZADORA DE LA COMUNA TUGADUAJA, PARROQUIA CHANDUY, CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA”.

**Autor(es):** Gómez Tomalá Dave Anthony

Chóez Franco Johnny José

**Tutor:** Ing. Richard Iván Ramírez Palma

## RESUMEN

El proyecto de titulación tiene como objetivo general diseñar el sistema de alcantarillado sanitario, pluvial y tratamiento de aguas residuales con laguna estabilizadora para los barrios Bellavista, Central, 2 de Noviembre y Joffre Jiménez pertenecientes a la comuna Tugaduaja, de la parroquia Chanduy, Provincia de Santa Elena con el fin de mejorar la calidad de vida de los pobladores beneficiados dentro del proyecto, estableciendo en este estudio técnico beneficios para la salud humana y medio ambiente. Teniendo un alcance de 289 viviendas y 480 familias que tendrán virtud de usos cotidianos y agrícolas. Este estudio parte de una recopilación de datos básicos necesarios favorecidos por la autoridad principal de la comuna para el procesamiento del proyecto y del estudio del área en general para el levantamiento topográfico. Aplicando las bases, criterios, cálculos hidráulicos y diseños técnicos con rigurosidad, así como las normas vigentes en el Ecuador, obteniéndose como fin las conclusiones y recomendaciones conforme a los resultados alcanzados en el proyecto.

**PALABRAS CLAVE:** Alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial, tratamiento de aguas residuales.

"DESIGN OF SANITARY AND RAIN SEWERAGE INCLUDING WASTEWATER TREATMENT WITH STABILIZING LAGOON OF THE TUGADUAJA MUNICIPALITY, CHANDUY PARISH, SANTA ELENA CANTON, SANTA ELENA PROVINCE".

**Authors:** Gómez Tomalá Dave Anthony

Chóez Franco Johnny José

**Tutor:** Ing. Richard Iván Ramírez Palma

## **ABSTRACT**

The general objective of the titling project is to design the sanitary and storm sewerage system and wastewater treatment with stabilizing lagoon for the Bellavista, Central, 2 de Noviembre and Joffre Jiménez neighborhoods belonging to the Tugaduaja commune, in the Chanduy parish, Santa Elena Province, in order to improve the quality of life of the beneficiaries of the project, establishing in this technical study benefits for human health and the environment. This technical study establishes the benefits for human health and the environment. It will cover 289 homes and 480 families that will benefit from daily and agricultural uses. This study starts with a compilation of basic data required by the main authority of the commune for the processing of the project and the study of the area in general for the topographic survey. Applying the bases, criteria, hydraulic calculations and technical designs with rigor, as well as the norms in force in Ecuador, obtaining as an end the conclusions and recommendations according to the results reached in the project.

**KEY WORDS:** Sanitary sewerage, storm sewerage, wastewater treatment.



# CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Herdoíza Dávila (2010, p. 1), el desarrollo demográfico en el país implica la obligación de proveer un plan eficaz de saneamiento para el crecimiento idóneo y organizado de las sociedades urbanas y rurales que afloran a partir del aumento poblacional. La cobertura del servicio de alcantarillado en el país ha incrementado en los últimos años, sin embargo, aún existe gran déficit de obras de saneamiento en localidades medianas y pequeñas de zonas rurales y urbanas, que, como lo indican (Guale Villao & Veliz Franco, 2018), es importante su aportación, ya que la calidad de vida de los habitantes es afectada por problemas de insalubridad debido al manejo inadecuado de aguas residuales y excreta.

Por otra parte como opina (Orrala Soriano, 2017, p. 1) el agua, como recurso indispensable para todo ser vivo, incorporado al desarrollo de las ciudades y caracterizada por una progresiva demanda en actividades de consumo, está acarreado una mayor explotación a uno de los recursos naturales más usados y el peor tratado en la actualidad. Ante tal situación la instalación de plantas de tratamiento de aguas residuales resulta pertinente (Vidal-Álvarez, 2019, p. 42).

La comuna Tugaduaja de la parroquia Chanduy ubicada en la costa ecuatoriana, dispone de servicios básicos tales como agua potable (Aguapen), energía eléctrica y servicio telefónico pero carece de un sistema de alcantarillado necesario para recolectar y transportar las aguas residuales y pluviales del lugar, para que las mismas sean posteriormente tratadas, Como expresan (Zúñiga Pico & Zambrano Burgos, 2020, p. 12 y 14), el mal tratamiento de estas aguas, causa que la población esté expuesta a contaminación y enfermedades como diarrea, cólera u otras infecciones. Por tal motivo, el enfoque de la presente investigación es diseñar un sistema de alcantarillado sanitario y pluvial incluyendo el tratamiento de aguas residuales con la aplicación de principios y normas sanitarias que favorezcan las condiciones de

vida de la zona de estudio de la comuna Tugaduaja, parroquia Chanduy, cantón Santa Elena,

El diseño del sistema de alcantarillado está basado principalmente en estudios relacionados a la situación poblacional y climática de los barrios Bellavista, Central, 2 de Noviembre y Joffre Jiménez de la comuna Tugaduaja, además de requerir la topografía del lugar, usando el método taquimétrico y conservación de azimut para tener claridad de los factores y características de componentes como son las tuberías de conexiones domiciliarias, cámaras de inspección y finalmente, proveer un diseño más adecuado para el sistema de alcantarillado.

El estudio estará comprendido por cinco capítulos, en los que se detallará lo siguiente: capítulo I, la introducción que presenta el interés de la investigación, la base de su problemática, antecedentes locales, nacionales e internacionales que ha tenido el estudio, hipótesis, objetivos, alcances y variables que dan enfoque al tema planteado. En el capítulo II, se detalla la teoría que enmarca la investigación. Capítulo III, la metodología utilizada para el diseño óptimo de sistema de redes de alcantarillado. Capítulo IV, el análisis y evaluación de los resultados obtenidos, así también una comparación a las investigaciones que anteceden al tema y finalmente en el capítulo V, se describen las conclusiones y recomendaciones que obtenidas a través de la investigación.

## **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La población de la comuna Tugaduaja posee servicios de energía eléctrica, agua potable, telecomunicación, vías de comunicación terrestre, unidad de salud, centros escolares y demás servicios sociales; sin embargo, no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario y pluvial incluido el tratamiento de aguas residuales, provocando malos olores, deterioro de terreno y procreación de insectos, que son causantes de proliferación de enfermedades de origen de este mismo estancamiento. En condiciones extremas los olores desagradables pueden conducir al deterioro de la dignidad personal - comunitaria e inferir en las relaciones humanas, desanimar

las inversiones de capital y hacer descender el nivel socioeconómico. (Panchana Lindao, 2011)

En el Ecuador, la tercera parte de la población no posee de sistemas de alcantarillado ni cuenta con pozo ciego. Una cuarta parte de la población usa el pozo ciego, que fueron construidos sin las correspondientes normativas sanitarias y estructurales, lo cual conlleva a la contaminación en la sociedad, perjudicando de forma considerada a los sectores urbano-marginales (Lagua Pilco, 2014).

Citando a (Peña, Mayorga, & Montoya, 2018, p. 18) mencionan que, el 80% de la población rural y el 40% del área urbana tienen parásitos, en donde los más afectados son los niños, y cierta incidencia es por carencia de servicios básicos. En muchas ciudades se tiene la dificultad de recolección y conducción de aguas servidas, los cuales han generado problemas sanitarios que tienen nuestros cantones, el mismo que provoca la contaminación del entorno ocasionando un peligro severo para la sanidad pública.

(Arborea, Giannoccaro, De Gennaro, Iacobellis, & Piccinni, 2017) destacan que todas las aguas servidas necesitan ser depuradas previo a la eliminación en cuerpos de agua naturales. Sin embargo, antes de que las aguas residuales tratadas puedan usarse directamente en la agricultura, se requiere un tratamiento de desinfección adicional para convertirlas en aguas residuales recuperadas. La principal ventaja de un tratamiento mejorado es que reduce la cantidad de contaminantes liberados, especialmente en los cuerpos de aguas superficiales.

Si se permite la acumulación y estancamiento de agua residual, la descomposición de la materia orgánica que contiene puede conducir a la generación de grandes cantidades de gases malolientes, a bajas concentraciones, la influencia de los olores sobre el normal desarrollo de la vida humana tiene más importancia por la atención psicológica que genera que por el daño que puede producir al organismo. (Pinzón de la Rosa, 2019, p. 8)

Desde el punto de vista de (Córdova Barrios, Córdova Mendoza, Barrios Mendoza, García Espinoza, & Huayta Arroyo, 2019) en la obligación de acatar las normativas

del tratamiento de las aguas servidas, la inquietud por la salud pública y el ecosistema está cumpliendo un rol cada vez más esencial en la decisión del diseño tanto de la red de alcantarillado como de las plantas de tratamiento de aguas residuales.

Se están empleando técnicas nuevas para medir el desarrollo y movimiento de los olores que provienen de las estructuras asociadas con las aguas servidas, para lo cual se están diseñando instalaciones que logren minimizar y contener en gran parte el desarrollo de olores y que dispongan de eficaces tratamientos para su construcción. (Negrete Ramos, 2001)

Según (Peláez Ruiz, 2018), se pueden presentar malestares tales como la acumulación de las aguas lluvias en las vías y calles, a causa de las usuales precipitaciones en la época invernal. Exponiéndose así la población a enfermedades relacionadas con la acumulación de las aguas pluviales. De acuerdo con el Ministerio de Salud Pública (M/P), la falta de estos servicios aumenta los problemas de insalubridad y la proliferación de enfermedades transmitidas por el mosquito y la mosca.

### ***1.1.1 Formulación del problema***

A partir del problema general de la investigación, se incluye la siguiente interrogante general: ¿Por qué es importante diseñar el sistema del alcantarillado sanitario y pluvial, incluido el tratamiento de aguas residuales con laguna estabilizador para los barrios Bellavista, Central, 2 de Noviembre y Joffre Giménez pertenecientes a la comuna Tugaduaja?, de la cual se logran desglosar cuatro problemas específicos: ¿Cómo se obtendrá información de la zona de estudio y la comuna Tugaduaja?, ¿Cuáles son los criterios técnicos que se emplearán en el sistema de alcantarillado sanitario y pluvial?, ¿Cuáles son los criterios técnicos que se emplearán en las lagunas estabilizadoras para el sistema de alcantarillado sanitario? Y ¿Cómo se obtendrá el presupuesto para la construcción del proyecto?

## **1.2 ANTEDECENTES**

El tratamiento de las aguas residuales es relativamente reciente. Su inicio data de fines de 1800 y principios del actual siglo y coincide con la época de la higiene. Esto se desarrolló como consecuencia de la relación entre contaminación de los cursos y cuerpos de agua y las enfermedades de origen hídrico. (CERECEDA SILVA, 2018)

En cuanto al crecimiento poblacional trae como consecuencias que las reservas de agua para consumo humano reduzcan progresivamente, por consiguiente, es fundamental tratar las aguas residuales, y de esta manera aplacar la escasez de este recurso; se deben depurar todas las aguas usadas; ya que actualmente, es preciso que al agua potable se le trascienda un uso eficiente, para así aprovecharlas al máximo. (Parrales Matute, 2017, p. 8)

Como señalan (Carrasco Cobos & Cayambe Yambay, 2017, p. 17), los sistemas de alcantarillado pluvial y sanitario con su respectivo tratamiento de aguas residuales forman parte de los servicios básicos más importantes dentro de una población, ya que garantizan el bienestar y una mejora de condiciones de vida, además de ayudar a la reducción del impacto ambiental al permitir que las aguas residuales tengan un adecuado procedimiento para la reutilización de las mismas. Para el presente estudio podemos citar los siguientes temas de investigación desarrollados a nivel internacional, nacional y local.

### ***1.2.1 Internacional.***

En el contexto internacional se puede aludir al trabajo de titulación de (Barriga Ruiz & Sánchez Lumba, 2018) “Modelamiento hidráulico de sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales domésticas del centro poblado Samne - Otuzco - La Libertad, aplicando la normatividad del CEPIS”, tuvo como principal objetivo realizar el modelamiento hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento, determinando los parámetros de diseños, cálculos y el diseño de la red aplicando las recomendaciones

del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) para luego efectuar una evaluación primaria del impacto ambiental. La metodología aplicada en este proyecto es inductiva, puesto a que se usa la técnica de toma y registro de datos, en tanto que para los cálculos hidráulicos se aplica la fórmula de Manning, implementando el uso de los softwares Microsoft Excel y AutoCAD. En este trabajo se diseñó un sistema de alcantarillado para un período de 20 años y una población futura de 1134 personas, mientras para la demanda se establece una dotación de 120 lt/hab/días basados en el Reglamento Nacional de Construcción (RNC). Los cálculos proyectan un resultado en el caudal de contribución para la red de alcantarillado de 2.52 l/seg, con una tubería PVC de 6", pero se opta por una tubería PVC de 8" para una mejor limpieza de la red. Se diseña un tanque Imhoff adoptando una longitud  $L=4.40\text{m}$ , un ancho  $B=3.40\text{m}$  y una altura total  $H=9.00\text{m}$ . Para complementar el tratamiento se diseña una cámara de sedimentación con un ancho de 1.10m y una altura de 2.35m, y una cámara de digestión con una profundidad de 5.85m. En el Impacto Ambiental, la evaluación primaria demanda un impacto en el nivel socioeconómico, generando empleo y alteración temporal vehicular, la cual no tiene repercusión en el medio ambiente. Los autores llegan a la conclusión de que la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales domésticas formará un impacto positivo en la zona estudiada, mejorando la calidad de vida de los habitantes y ecosistema.

Citando a (Hernández Miculax, 2016), en su estudio "Diseño de un sistema de alcantarillado sanitario y un sistema de alcantarillado pluvial para la comunidad el Durazno, Chimaltenango", tuvo como propósito el diseño de alcantarillado sanitario y pluvial para abastecer a una población de 42 habitantes con un periodo de diseño de 30 años, considerando el uso de tuberías de cemento y PVC. Para el diseño de fosas de tratamiento de aguas residuales se consideraron 216 viviendas y 5 años de periodo de retención de lodos. Mediante cálculos se determinó la construcción de 4 fosas con dimensiones de 11,10m de largo, 5,55 m de ancho y 2,80 m de altura. Los presupuestos determinados fueron los siguientes: 1 905 959,40 \$ en alcantarillado sanitario, 5 338 068,70 \$ en alcantarillado pluvial. El autor concluye que en la comunidad El Durazno del municipio de Chimaltenango, debido al incremento de la población y a las necesidades que enfrenta, el diseño del sistema de alcantarillado sanitario les ofrecerá una mejor condición de evacuar las

aguas residuales que corren por las calles, debido a que inducen a una contaminación visual y ambiental, asimismo como enfermedades a la población. Por otro lado la obra de un sistema de alcantarillado pluvial no solamente favorece a la colectividad sino al ecosistema, puesto que de este modo el agua de lluvia consigue ser recogida y transportada hacia un desfogue adecuado, impidiendo así su contaminación al momento de ser introducida a un sistema de alcantarillado sanitario, como es habitual realizarlo en las comunidades actuales.

### ***1.2.2 Nacional.***

En estudios nacionales se puede citar a (Carrera Orbe, 2011) en el estudio “Diseño de alcantarillado sanitario y pluvial y tratamiento de aguas servidas del sector de Tinguichaca, del cantón Morona, de la provincia de Morona Santiago”, tuvo como objetivo diseñar el sistema de alcantarillado sanitario y pluvial y tratamiento de aguas del sector de Tinguichaca, de la provincia de Morona Santiago, para beneficio de la comunidad brindándoles un mejor estilo de vida; y a la vez, analizar los posibles riesgos de impacto ambiental que pudieran presentarse durante el proyecto. Este proyecto se realizó para una zona rural, la red de alcantarillado sanitario y pluvial tuvo un periodo de diseño de 20 años, se consideró una población inicial de 1000 habitantes y uso de tuberías de PVC, para parámetros de diseño se hace uso de las normas CPE INEN, mientras para el cálculo hidráulico se usa la fórmula de Manning, para el cálculo del caudal de aguas lluvias se usa el Método Racional. El alcantarillado pluvial se diseñó para un periodo de retorno de 5 años, pues a pesar de que es una localidad de menor importancia, se tomó en cuenta que las construcciones de la localidad fueron realizadas sin ninguna supervisión técnica y ante la presentación de inundaciones. Los resultados lanzan un Caudal Sanitario total de 1.048 lt/s, se diseña un Tanque Séptico el cual tiene un ancho de 1.6m, ancho del tabique divisor de 0.15m, largo total del tanque de 3.35m y una altura total del tanque de 1.92m. El tanque se diseñó con dos comportamientos, el primero se llama cámara de digestión que tendrá  $\frac{2}{3}$  del volumen del tanque y el segundo se llama cámara de pulimiento que tendrá el volumen restante de  $\frac{1}{3}$  del tanque total. Se concluye que se adopta un sistema de alcantarillado separado con la finalidad de evitar riesgos de saturación en la tubería,

puesto que, al trabajar cada alcantarillado como un sistema independiente, cada diseño trasladará sus respectivas aguas, tanto negras como lluvias, logrando obtener la capacidad suficiente de soportar un incremento de caudal en cada una de ellas. Se optó por una planta de tratamiento debido a la ubicación que este iba a tener y al espacio que se utilizaría. Finalmente, el impacto ambiental del proyecto señala que las alteraciones en el ambiente tienen mayor incidencia si no se ejecuta el proyecto, debido a que está siendo afectado principalmente la calidad del agua y del aire por la evacuación directa de las aguas residuales hacia el río Upano.

También, se puede resaltar la tesis de (Pico Trujillo, 2021): “Propuesta de diseño del sistema de alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial y repotenciación de la estación de bombeo existente, en las cooperativas Andrés Quiñónez y vencer o morir de la isla trinitaria en la ciudad de Guayaquil”, el estudio parte de una recopilación de información necesaria para el diseño y se presentan los estudios geotécnicos y topográficos, además de complementarse con encuestas y visitas técnicas realizadas en el sector. Con la información obtenida se diseña la red alcantarillado sanitario para un área de 13 Has aproximadamente, que finalmente descarga a una estación de bombeo cercana, la cual se analiza con el fin de verificar si está apta para recibir el nuevo caudal de aportación del sistema. Para el diseño de la red de alcantarillado pluvial se solicitó información al MI Municipio de Guayaquil para poder definir las cotas de diseño en función de un plan de desarrollo vial del sector. El sistema de alcantarillado pluvial finalmente descarga al estero salado que rodea la zona. El presupuesto referencial del proyecto del sistema del alcantarillado pluvial está valorado en \$374,488.58 USD. Mientras que la red de alcantarillado sanitario tiene un costo aproximado de \$ 1,635,352.057 USD. Los autores concluyen que el sistema utilizado en la actualidad para descargar aguas residuales es de pozos sépticos. Por otro lado, la zona se inunda durante la época lluviosa por la falta de una red de drenaje pluvial, sumado a la falta de pavimentación, ocasiona molestias y afectaciones materiales a los habitantes del sector. Posteriormente se puede descargar a por medio de un sistema a gravedad las aguas residuales del sector de intervención.



### **1.2.3 Local.**

A nivel local se consideró el estudio de (RÍOS HUACÓN & SALTOS CATUTO, 2015) con el tema “Diseño del sistema de alcantarillado pluvial y sanitario para las ciudadelas CICA y los Laureles del cantón Santa Elena”, cuyo objetivo consiste en diseñar el sistema de alcantarillado de las ciudadelas mencionadas con sus debidas especificaciones técnicas de construcción y materiales. El área estudiada fue de 8.8 hectáreas, beneficiando a 122 habitantes y diseñado a un periodo de 20 años. En este proyecto se consideró que el sistema de alcantarillado sanitario se incorporaría a una red existente y que el sistema de alcantarillado pluvial estaría dirigido a drenajes naturales cercanos a la zona de estudio. El diámetro mínimo de los resultados obtenidos para el diseño de alcantarillado de aguas lluvias fue de 250mm y el máximo es de 650mm con una velocidad de 1.95 m/s, por otro lado, el diámetro a usarse en el alcantarillado sanitario es el mínimo de 200mm con una velocidad a 1.62 m/s. El presupuesto referencial de la obra dio como resultado el valor de \$468.644,08. Los autores concluyen que el proyecto mejorará la estética de las ciudadelas, eliminando múltiples focos de infección y minimizando el peligro de contraer enfermedades en las personas beneficiadas.

Asimismo, se cita le tesis ejecutada por (Baquerizo Figueroa, 2018), “Elaboración de un estudio técnico para la reutilización de aguas residuales mediante un sistema de tratamientos de aguas residuales casero del sector Santa Rosa, cantón Salinas, provincia de Santa Elena”, donde el objetivo del proyecto es diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas alternativo y su reutilización, utilizando tecnología de punta, para las viviendas del sector estudiado. Para el proyecto se usaron las especificaciones generales de construcción, estipuladas por la Cámara de Construcción de Guayaquil, de acuerdo con estas especificaciones se hallan todas las medidas de diseño que se precisó como parte metodológica de la investigación a la problemática de las aguas residuales. Acorde con los resultados obtenidos en la caracterización de las aguas residuales se consiguió un valor de 1800 mg/l en términos de DBO, siendo el parámetro primordial en consideración para el dimensionamiento del tratamiento

planteado, se diseñó un tratamiento de aguas residuales domésticas que consta de un canal, rejillas, regleta, dos tanques Imhoff ubicados en serie, dos lechos de secado, dos filtros anaerobios de flujo ascendente y últimamente un sistema de aireación por cascadas. Se llega a la conclusión de que la eficiencia de depuración del tratamiento de aguas residuales domesticas diseñado admite remover alrededor de: 70% de turbiedad, 87.8% de solidos sedimentables, 88.4% de solidos suspendidos, 91% de aceites y grasas, 80.5% de DBO y 80.5% de DQO, obedeciendo con los límites establecidos por la normativa ambiental TULAS y resguardando la calidad del agua del mar en la zona costera de la parroquia de Santa Rosa al minimizar en gran porcentaje la cantidad de la carga contaminante.

#### ***1.2.4 Situación geográfica***

El proyecto incluye los barrios Bellavista, Central, 2 de Noviembre y Joffre Giménez pertenecientes a la comuna Tugaduaja.

La comuna Tugaduaja está ubicada en la parroquia Chanduy a 42.3 km de distancia del cantón Santa Elena, proveniente de la provincia de Santa Elena y a 30 km aproximadamente de la vía Guayaquil - Salinas. Se puede ingresar a la comuna por el km 80 Engunga -Tugaduaja, o por el km 100 Cruce Los Caballos - Chanduy - Tugaduaja situada a 7 km, de la Parroquia Chanduy. (Panchana Lindao, 2011)

La comuna de Tugaduaja en la actualidad limita al:

NORTE: Comuna Zapotal.

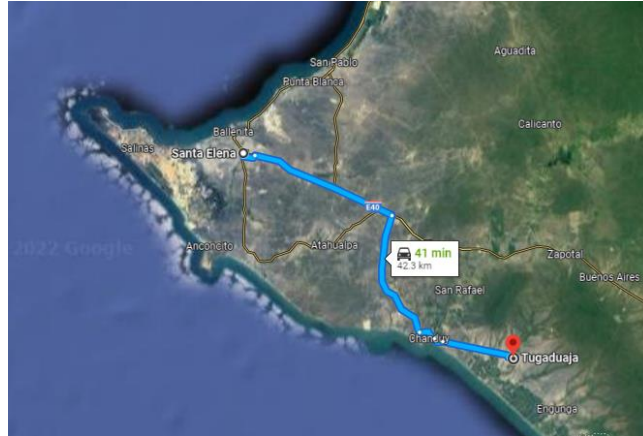
SUR: Océano Pacífico.

ESTE: Engunga y Villingota.

OESTE: Chanduy y Santa Elena. (Panchana Lindao, 2011)

#### **Figura 1**

*Ubicación Geográfica*



*Nota.* Google Earth.

## 1.3 HIPÓTESIS

### 1.3.1 *Hipótesis General*

El diseño de alcantarillado sanitario y pluvial incluido el tratamiento de aguas residuales domésticas para los barrios Bellavista, Central, 2 de Noviembre y Joffre Giménez pertenecientes a la comuna Tugadujaja permitirá mejorar la calidad de vida de la población beneficiaria.

### 1.3.2 *Hipótesis Específicos*

- La topografía de la zona de estudio y la recopilación de información de la comuna Tugadujaja permitirá obtener los datos necesarios para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial incluido el tratamiento de las aguas residuales.
  
- El diseño del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial estarán aplicados a los criterios técnicos de las normativas vigentes sanitarias del país que garantizarán de manera significativa su estabilidad, con la utilización de materiales adecuados y los procesos de óptima calidad.

- El diseño de lagunas estabilizadoras para el sistema de alcantarillado sanitario estará aplicadas a los criterios técnicos de la normativa vigente sanitaria y evitará la contaminación en sitios cercanos al momento de descarga.
- La elaboración del presupuesto permitirá referenciar el costo de la construcción del proyecto.

## **1.4 OBJETIVOS**

### ***1.4.1 Objetivo General***

Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario, pluvial y tratamiento de aguas residuales con laguna estabilizadora para los barrios Bellavista, Central, 2 de Noviembre y Joffre Giménez pertenecientes a la comuna Tugaduaja, de la parroquia Chanduy, Provincia de Santa Elena.

### ***1.4.2 Objetivos Específicos***

- Realizar el levantamiento topográfico de la zona de estudio y recopilar información de la comuna Tugaduaja.
- Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario y pluvial aplicando los criterios técnicos de la normativa sanitaria.
- Diseñar lagunas estabilizadoras para el sistema de alcantarillado sanitario aplicando los criterios técnicos que cumpla con la normativa sanitaria.
- Elaborar un presupuesto referencial para la construcción del proyecto.

## **1.5 ALCANCE**

El presente tema de investigación proporcionará a la población de la comuna Tugaduaja tener una alternativa de diseño de alcantarillado sanitario y pluvial incluido el tratamiento de aguas residuales domésticas que les permitirá mejorar sus condiciones de vida. En el cual se dispondrá inicialmente de los cálculos hidráulicos con bases de diseño, según las normas técnicas vigentes en el país. Los estudios de campo ayudarán a identificar las deficiencias de la zona y los atributos de esta, con el fin de realizar un diseño óptimo, es por eso que se detallará las mejores alternativas para la recolección y distribución de aguas residuales y aguas lluvias, así mismo, se evaluará el mejor diseño de planta de tratamiento para mitigar el impacto ambiental.

Su ejecución estará basada en el estudio de la zona, en las características propias de la localidad, con datos hidrológicos actualizados, información general acerca de la población, con el fin de establecer pautas sobre la construcción del proyecto como la elaboración del presupuesto requerido.

## **1.6 VARIABLES**

### ***1.6.1 Variables Independientes:***

Densidad poblacional, dotación, criterios de diseño, área de estudio.

### ***1.6.2 Variables Dependientes:***

Diseño del alcantarillado sanitario, diseño del alcantarillado pluvial, diseño de lagunas estabilizadoras.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEORICO**

### **2.1. SISTEMA DE ALCANTARILLADO**

Los sistemas de alcantarillado son aquellas que se encargan de transportar aguas residuales y aguas lluvias, los sistemas de alcantarillado en la actualidad son generalmente separados (Rengifo Alayo & Safora Herrera, 2017).

Actualmente los seres humanos en sociedades urbanas como rurales les resultan dificultoso desarrollarse con normalidad sin la presencia del sistema de expulsión de aguas negras, cuando se habla de aguas negras se está describiendo al sistema de redes de alcantarillado que son principalmente estructuras hidráulicas que funcionan a presión atmosférica.

Las obras de alcantarillado deberán principalmente ser útil a lo largo de un período de diseño predeterminado, conforme al incremento de la población, la vida útil de los equipos, materiales y de las funciones que cada uno de los elementos ejerce dentro del sistema.

Para generar una red de alcantarillado, se requiere información sobre (a) la elevación, (b) el uso del suelo y (c) la población, que define el entorno urbano para calcular los volúmenes de aguas negras con base en las normativas locales de planificación (por ejemplo, densidad poblacional, dotación de agua) (Duque, Bach, Scholten, Fappiano, & Maurer, 2022).

### **2.2. TIPOS DE ALCANTARILLADO**

Los sistemas de alcantarillado pueden ser de tipo convencionales o de tipo no convencionales.

## 2.2.1 Sistema convencional

Los sistemas de alcantarillado de tipo convencionales se clasifican en:

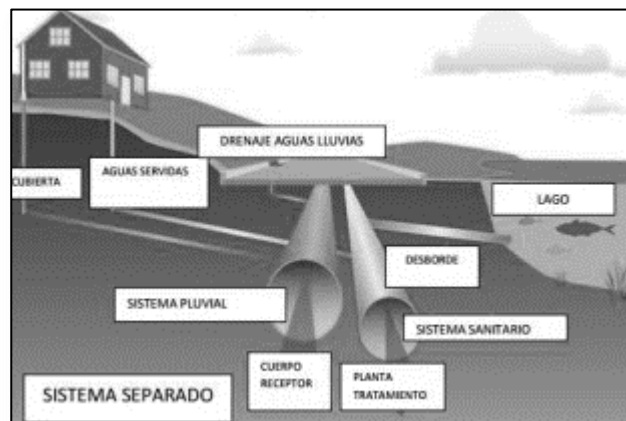
### 2.2.1.1 Sistema de alcantarillado separado

Los sistemas de alcantarillado separados consisten en dos redes independientes la primera, para recoger exclusivamente aguas residuales domésticas y efluentes industriales pretratados; y, la segunda, para recoger aguas de escorrentía pluvial (CPE-INEN, 1992, p. 183 y 184).

- a) **Alcantarillado Sanitario:** Sistema de alcantarillado para la recolección de aguas residuales de cualquier origen.
- b) **Alcantarillado Pluvial:** Sistema de alcantarillado destinado a la recolección de aguas lluvias (CPE-INEN, 1992, p. 183 y 184).

### Figura 2

*Sistema de alcantarillado sanitario separado.*



*Nota:* Alcantarillado Sanitario y Pluvial libro Siapa.

### **2.2.1.2 Sistema de alcantarillado combinado**

Los sistemas de alcantarillado combinado transportan todas las aguas negras producidas por una zona urbana y, simultáneamente, las aguas de escorrentía pluvial (CPE-INEN, 1992, p. 184).

### **2.2.1.3 Sistema de alcantarillado mixto**

Los sistemas de alcantarillado mixtos son una mezcla de los dos anteriores dentro de una misma área urbana; esto es significa que, una zona posee alcantarillado separado y otra, combinado (CPE-INEN, 1992, p. 184).

## **2.2.2 Sistema no convencional**

Los sistemas de alcantarillado de tipo no convencionales se clasifican según el tipo de tecnología aplicada y generalmente se limita a la deposición de las aguas servidas. (CONAGUA, 2015)

### **2.2.2.1 Alcantarillado simplificado**

Una red de alcantarillado sanitario simplificado se traza con los mismos lineamientos de un alcantarillado convencional, tomando en consideración la posibilidad de disminuir diámetros y distancias entre pozos de revisión al contar con mejores equipos de mantenimiento (CONAGUA, 2015, p. 1).

### **2.2.2.2 Alcantarillado condominial**

Son los alcantarillados que recogen las aguas residuales de un pequeño grupo de viviendas o manzana de viviendas, y las conduce a un sistema de alcantarillado convencional (CONAGUA, 2015, p. 1).



### **2.2.2.3 Alcantarillado no convencional**

Entre estos se destacan el alcantarillado por vacío (SAV); Sistema de alcantarillado por presión (SAP) y Sistema de alcantarillado sin arrastres de sólidos (SASAS); son sistemas en los cuales se conservan los sólidos de las salidas de las viviendas mediante una cámara colectora o un tanque séptico; el agua es transportada a un alcantarillado convencional o sistema de tratamiento a través de tuberías de diámetro pequeño (con respecto al del alcantarillado convencional) y son redes que trabajan a presión (CONAGUA, 2015, p. 1).

## **2.3. ALCANTARILLADO SANITARIO**

Es un sistema conformado por colectores, cajas de revisión, cámaras o pozos de inspección que recolectan o trasladan las aguas servidas a un sistema de tratamiento (Guale Villao & Veliz Franco, 2018).

El Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA, 2014) afirma que la principal prioridad en toda planificación urbana es el suministro de agua potable, pero una vez cumplida esta necesidad se atraviesa el problema del desalojo de las aguas negras. Por consiguiente, se exige el diseño y construcción de un sistema de alcantarillado sanitario para suprimir las aguas residuales que originan los habitantes de una sociedad urbana abarcando al comercio y a la industria.

En las obras para alcantarillado sanitario sólo se necesitará proyectar e instalar tuberías que aseguren la hermeticidad de la línea, calidad y tiempo de vida útil de los materiales, siendo la que se recomienda: el PVC especial para alcantarillado sanitario. Solo se acudirá a otro tipo de tubería previo análisis del material a utilizar y de la indagación del subsuelo del área que indique la existencia de estratos impermeables, y previa autorización de este Organismo. Además, el sistema de

descargas domiciliarias deberá ser de material homogéneo y conciliable, de forma que no ocasione inconvenientes a la tubería, pudiendo combinarse tuberías de diferente material en el caso de requerirse "madrinas" o líneas auxiliares. (SIAPA, 2014)

En el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario se debe tomar en cuenta la infraestructura existente del área y garantizar que, en las intersecciones con la red de agua potable, la tubería del alcantarillado siempre se localice por debajo. (SIAPA, 2014)

### ***2.3.1 Componentes del alcantarillado sanitario.***

Los componentes que conforman un sistema de alcantarillado sanitario son:

#### ***2.3.1.1 Colectores e Interceptores***

Los colectores son tuberías que recogen las aguas servidas de la red; pueden finalizar en un interceptor, en un emisor o en una planta depuradora. Los interceptores son tuberías que interceptan las contribuciones de aguas negras de los colectores y finalizan en un emisor o en una planta depuradora. En consideración con la economía, los colectores e interceptores necesitan tender a ser una réplica subterránea del drenaje superficial natural. Los colectores se clasifican en: (CONAGUA, 2015)

- a) Colectores terciarios:** son tuberías de pequeño diámetro, con un diámetro interno de 150 - 250 mm que se pueden instalar bajo las aceras a los cuales se conectan las acometidas domiciliarias.
- b) Colectores secundarios:** son las tuberías que recogen las aguas de los terciarios y las conectan a los colectores principales. Se sitúan bajo las vías públicas.

- c) **Colectores principales:** son tuberías de gran diámetro situadas generalmente en las partes más bajas de la ciudad y transportan las aguas servidas hasta su destino final. Recoge el caudal de dos o más colectores secundarios.
- d) **Vertido final de las aguas tratadas:** la descarga final del agua tratada puede desviarse a un río, verterse al mar en proximidad de la costa, reutilizarse para riego y otras necesidades relacionadas. (Carvajal Orrala & Zárate Salvatierra, 2022)

### **2.3.1.2    *Conexión domiciliaria***

La descarga domiciliaria o sea una tubería que permite el desalojo de las aguas servidas, de las edificaciones a la atarjea. El diámetro del albañal en la mayoría de los casos es de 150 mm, siendo éste el mínimo recomendable, y el registro una profundidad mínima de 600 mm. La unión entre albañal y la red debe ser hermética y la tubería de interconexión deberá de tener una pendiente mínima del 1 por ciento. En caso de que el diámetro del albañal sea de 100 mm, se debe considerar una pendiente de 2 por ciento. (CONAGUA, 2015)

### **2.3.1.3    *Caja domiciliaria***

La conexión domiciliaria se iniciará con una estructura, denominada caja de revisión o caja domiciliaria, a la cual llegará la conexión intradomiciliaria. La finalidad de la caja domiciliaria es posibilitar las acciones de limpieza de la conexión domiciliaria. La sección mínima de una caja domiciliaria será de 0,6 x 0,6 m. y su profundidad será acorde a la topografía del área. (Tapia Avila & Orozco Daqui, 2017)

### **2.3.1.4    *Pozos de inspección.***

Los pozos de inspección son estructuras edificadas sobre las tuberías, a cuyo interior se podrá ingresar por la superficie de la calle. Su principal función es

la inspección, limpieza y ventilación de las tuberías. Atendiendo al diámetro interior de las tuberías de llegada y /o salida. (CONAGUA, 2015)

La distancia máxima entre los pozos de revisión es de 100 m para diámetros menores de 350 mm; para diámetros comprendidos entre 400 mm y 800 mm es de 150 m; y, 200 m para diámetros mayores de 800 mm. Las distancias pueden ser mayores en los colectores dependiendo de las condiciones de topografía del proyecto. (CPE-INEN, 1992)

Los pozos de revisión del sistema de aguas residuales deberán ubicarse de tal manera que evite el flujo de escorrentía pluvial hacia ellos. La abertura del pozo será de 0.6m como mínimo. El diámetro del cuerpo del pozo dependerá del diámetro de la tubería máxima conectada al mismo, de acuerdo con la siguiente tabla: (Carvajal Orrala & Zárate Salvatierra, 2022)

**Tabla 1**

*Diámetros recomendados para los pozos de revisión.*

| <b>Diámetros de la tubería (mm)</b> | <b>Diámetro del pozo (m)</b> |
|-------------------------------------|------------------------------|
| <b>Menor o igual a 550</b>          | 0.90                         |
| <b>Mayor o igual a 550</b>          | Diseño especial              |

*Nota.* Tomada de Secretaria del Agua (1992)

### **2.3.1.5 Estación de bombeo de aguas residuales**

Las estaciones de bombeo son instalaciones integradas por infraestructura civil y electromecánica, con la función de transferir volúmenes de aguas servidas crudas o tratadas de un punto determinado a otro ordinariamente ubicado a una mayor cota o elevación, para atender ciertas necesidades (CONAGUA, 2015).

La ubicación de la estación de bombeo (en caso de existir) dependerá del tipo de esta. La elevación del piso de acceso principal de la estación de bombeo debe estar como mínimo 0,5 m. sobre el nivel de la máxima inundación. (CPE-INEN, 1992)

En caso de estaciones de bombeo para aguas servidas, cuando el compartimiento de bombas se encuentre ubicado por debajo de la superficie del terreno, es preciso una ventilación mecánica, tanto para la cámara de bombas, como para el pozo de succión. Estas cámaras serán independientes, sin interconexión de ambientes. Asimismo, es idóneo la instalación de entradas y salidas múltiples de aire, adecuadamente aseguradas, con el fin de evitar el ingreso de insectos, roedores y otros animales dañinos. (CPE-INEN, 1992)

### ***2.3.2 Bases de diseño***

Es ineludible realizar un periodo de diseño para la cual una obra logre funcionar con un rendimiento óptimo, el cual se establece mediante la vida útil de los materiales que actúan en el sistema y el crecimiento poblacional, considerando el modo en que se desarrolla el sector comercial e industrial de la zona correspondiente. Se considera que a una tasa de crecimiento con niveles bajos se adopten periodos de diseño máximos y si la tasa de crecimiento se considera alta se prioriza escoger periodos de diseños bajos.

### ***2.3.3 Topografía***

La topografía de la zona de estudio es uno de los aspectos importantes que se debe analizar al momento de diseñar una red de alcantarillado, ya que esto sirve para definir si el sistema puede funcionar totalmente a gravedad o si en algún

momento se necesite que la circulación del agua sea a presión. (Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado, 2014)

#### ***2.3.4 Período de diseño***

El período de diseño accede a precisar el tamaño del proyecto en relación con la población en necesidad del servicio. Si el período es corto, el sistema requerirá una inversión menor, pero consecuentemente requerirá inversiones mayores de acuerdo con el crecimiento poblacional.

El (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 2005, p. 17) indica que los proyectos de alcantarillado en el medio rural se recomienda asumir periodos de diseño relativamente cortos, del orden de 20 años, considerando la construcción por etapas, con la finalidad de reducir al mínimo y se puedan enmendar los posibles errores en las apreciaciones del crecimiento poblacional y su consumo de agua.

#### ***2.3.5 Población Futura***

Es preciso establecer las demandas futuras de una población para prever en el diseño las exigencias, de las fuentes de abastecimiento, líneas de conducción, redes de distribución, equipo de bombeo, planta de potabilización y futuras extensiones del servicio. Por lo tanto, es necesario prever la población futura para un número de años, que estará fijada por los períodos económicos del diseño. (Tapia Avila & Orozco Daqui, 2017)

En el cálculo de la población futura se harán las proyecciones de crecimiento utilizando por lo menos tres métodos conocidos (proyección aritmética, geométrica, logarítmica). Para el cálculo de la tasa de crecimiento poblacional, se

tomarán como base los datos estadísticos proporcionados por los censos nacionales y recuentos sanitarios.

**Tabla 2**

*Tasa de crecimiento poblacional*

| Provincia   | Cantón      | Parroquia | Tasa de Crecimiento |
|-------------|-------------|-----------|---------------------|
| Santa Elena | Santa Elena | Chanduy   | 2,8                 |

*Nota.* Tomado del PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA RURAL CHANDUY – 2020-2024

### 2.3.5.1 *Proyección Aritmética*

El modo de este método para proyectar la población posee ciertas implicancias. Desde el punto de vista analítico involucra incrementos absolutos constante lo que demográficamente no ocurren, ya que por lo general las poblaciones no crecen numéricamente sus efectivos en la misma magnitud a lo largo del tiempo. Generalmente, este modelo se usa para proporciones en plazos de tiempo muy cortos, fundamentalmente para conseguir estimaciones de población a mitad de año. (Gallardo Piedra, 2018)

Como plantea (Ricardo Alfredo López Cualla, 1995) el método aritmético o lineal está dado por la siguiente ecuación:

$$k_a = \frac{P_{uc} - P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

$k_a$  = pendiente de la recta

$P_{uc}$  = población de último censo

$T_{uc}$  = año de último censo

$P_{ci}$  = población de censo inicial

$T_{ci}$  = año de censo inicial

Se considera un de  $k_a$  entre el primer censo y el último censo disponible o un valor de  $k_a$  promedio entre los censos. La población proyectada tendrá la siguiente ecuación(Ricardo Alfredo López Cualla, 1995):

$$P_f = P_{uc} + k_a(T_f - T_{uc}) \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

$P_f$  = población proyectada

$T_f$  = año de la proyección

### 2.3.5.2 Proyección Geométrica

Un crecimiento de la población en forma geométrica supone que la población crece a una tasa constante, lo que significa que aumenta proporcionalmente lo mismo en cada periodo de tiempo, pero en un número absoluto, es decir el número de personas aumentan en forma creciente. (Gallardo Piedra, 2018)

De acuerdo con (Ricardo Alfredo López Cualla, 1995) el crecimiento geométrico se describe a partir de la siguiente ecuación:

$$P_f = P_{uc}(1 + r)^{(T_f - T_{uc})} \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

$r$  = tasa de crecimiento anual



$P_{uc}$  = población de último censo

$T_{uc}$  = año de último censo

$P_f$  = población proyectada

$T_f$  = año de la proyección

$P_{ci}$  = población de censo inicial

$T_{ci}$  = año de censo inicial

### 2.3.5.3 *Proyección Exponencial*

(Ricardo Alfredo López Cualla, 1995) afirma que es la función que considera un crecimiento exponencial. El crecimiento exponencial puede ser expresado como una ecuación diferencial de primer orden, así:

$$\frac{dP}{dT} = K_g; \frac{dP}{P} = K_g dT \quad \text{Ecuación 4}$$

Integrando la ecuación anterior, se consigue:

$$\ln P_2 - \ln P_1 = K_g(T_2 - T_1) \quad \text{Ecuación 5}$$

$$K_g = \frac{\ln P_{cp} - \ln P_{ca}}{T_{cp} - T_{cu}} \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde:

$cp$  = censo posterior

$ca$  = censo anterior

En este método se precisa del conocimiento de por lo menos tres censos, ya que al evaluar un kg promedio se requiere un mínimo de dos valores de kg. Considerada que debe ser una integración abierta y reemplazar el valor promedio de kg, la ecuación de la población será: (Ricardo Alfredo López Cualla, 1995)

$$P_f = P_{ca} e^{K_g(T_f - T_{ca})} \qquad \text{Ecuación 7}$$

### **2.3.6 Dotación**

Se deduce como dotación a la cantidad de agua que cada habitante tiene determinado para su consumo en donde todos los consumos se los estima como los servicios y pérdidas físicas en el sistema de alcantarillado, todo esto; en un día medio anual donde sus unidades estarán dadas en L/hab./día. (Jiménez Terán, 2013)

Empleando las palabras de (Moreno Vásquez, 2016) la dotación es el consumo diario de agua, que sirve para calcular los caudales de diseño. El consumo de agua es en función de una serie de factores inherentes a la propiedad, localidad que se abastece y varía de una ciudad a otra, los principales factores que influyen en el consumo de agua son:

- Clima
- Nivel de vida
- Calidad del agua
- Presión en la red de distribución
- Consumo industrial, comercial, publico

A falta de datos, y para estudios de factibilidad, se podrán utilizar las dotaciones indicadas en la tabla:

**Tabla 3***Dotaciones recomendadas*

| <b>POBLACIÓN<br/>(habitantes)</b> | <b>CLIMA</b>    | <b>DOTACIÓN MEDIA<br/>FUTURA (l/hab/día)</b> |
|-----------------------------------|-----------------|--|
| <b>Hasta 5000</b>                 | Frío            | 120 – 150                                    |
|                                   | Templado        | 130 – 160                                    |
|                                   | Cálido          | 170 – 200                                    |
| <b>5000 a 50000</b>               | <i>Frío</i>     | <i>180 – 200</i>                             |
|                                   | <i>Templado</i> | <i>190 – 220</i>                             |
|                                   | <i>Cálido</i>   | <i>200 – 230</i>                             |
| <b>Más de 50000</b>               | Frío            | >200   |
|                                   | Templado        | >220   |
|                                   | Cálido          | >230   |

*Nota.* Tomado de CPE INENN 5 PARTE 9-2 (1992)

Para poblaciones menores a 5 000 habitantes, se debe tomar la dotación mínima fijada (CPE-INEN, 1992, p. 42).

### ***2.3.7 Densidad Poblacional***

La densidad de población se adquiere por toda la sección del diseño por el tipo de uso del suelo se tiene diferentes densidades, para el cálculo de este diseño se utilizará la siguiente ecuación:

$$D = \frac{Pf}{A} \qquad \text{Ecuación 8}$$

Donde:

**Pf:** Población Futura

**A:** Área total del proyecto

### ***2.3.8 Áreas de aportación***

Se zonificará la ciudad en áreas de aportación esencialmente en base con la topografía del terreno, considerando las características urbanísticas determinadas en el plan regulador. Se estimará los diversos usos de suelo (CPE-INEN, 1992, p. 185).

### ***2.3.9 Caudales de aguas residuales***

Para la determinación del caudal de aguas residuales a emplearse en el diseño de los sistemas de alcantarillado, se debe tomar en cuenta los siguientes factores:

#### ***2.3.9.1 Factor de retorno (C)***

El factor o coeficiente de retorno expresa el porcentaje de la demanda unitaria de agua potable que se vacía al sistema de alcantarillado sanitario componiendo las aguas residuales domésticas. Este factor se adoptará entre los valores de 0.8 a 0.9 (INTERAGUA, 2013).

#### ***2.3.9.2 Caudal medio (doméstico)***

Este caudal será el producto de la población aportante y de las dotaciones de agua potable correspondientes al inicio y final del período de diseño, afectado por el coeficiente de retorno (C). Conforme al dimensionamiento de las obras de alcantarillado, será necesario establecer el caudal máximo horario. (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 2005)

$$Q_m = \frac{\text{Población} * \text{Dotación}}{86400}$$

***Ecuación 9***

$$Q_{max.hor} = Q_m * k * c$$

*Ecuación 10*

Donde:

K= coeficiente de flujo máximo (2)

C= coeficiente de retorno (0.85)

El coeficiente de variación del consumo máximo horario debe adoptarse en base a indagaciones en sistemas existentes, y aplicar por analogía al proyecto en estudio. Por lo contrario se recomienda usar valores entre 2 a 2,3 (CPE-INEN, 1992, p. 43).

### **2.3.9.3 Caudal de Infiltración**

Es ineludible la infiltración de aguas subsuperficiales a las redes de sistemas de alcantarillado sanitario, primariamente freáticas, por medio de grietas en las tuberías, en juntas ejecutadas defectuosamente, en la unión de tuberías con pozos de inspección y demás estructuras, y en éstos cuando no son totalmente impermeables. En sistemas existentes será necesario efectuar mediciones en sectores representativos seleccionados, a consecuencia de los niveles freáticos, impermeabilidad de la zona, calidad y estado de conservación de las tuberías, etc., con el propósito de determinar los caudales de infiltración. En cualquier caso, las estimaciones de los caudales de infiltración serán plenamente justificados por el proyectista. (Lozada Cano & Gutierrez Berrio, 2015)

$$Q_{infiltración} = \frac{14000}{86400} * \text{área}$$

*Ecuación 11*

#### **2.3.9.4 Caudal de Conexiones Erradas**

Deben considerarse las contribuciones de aguas pluviales al sistema de alcantarillado sanitario, provenientes de malas conexiones de bajantes de tejados y patios, Qce. Estos aportes son función de la validez de las medidas de control sobre la calidad de las conexiones domiciliarias y de la disponibilidad de sistemas de recolección y deposición de aguas lluvias. (Lozada Cano & Gutierrez Berrio, 2015)

La información existente en la localidad sobre conexiones erradas debe utilizarse en la estimación de los aportes correspondientes. Así mismo, en caso de ser disponibles registros de caudales efluentes en áreas de características similares, pueden ser usadas relaciones entre caudales en tiempo húmedo y caudales en tiempo seco para determinar estos aportes. (Lozada Cano & Gutierrez Berrio, 2015)

$$Q_{erradas} = \frac{80}{86400} * población \quad \text{Ecuación 12}$$

#### **2.3.9.5 Caudal de Diseño**

El caudal de diseño corresponde a la sumatoria del caudal máximo horario caudal de infiltración y caudal de conexiones erradas. Debe calcularse para las condiciones finales del proyecto (período de diseño), situación para la cual se ha de dimensionar el sistema, y para las condiciones iniciales en las que se verifican los parámetros de funcionamiento hidráulico del sistema previamente dimensionado. El caudal de diseño en cualquier colector no debe ser menor a 1,5 l/s. (Lozada Cano & Gutierrez Berrio, 2015)

$$Q_{diseño} = Q_{max.hor} + Q_{infiltr} + Q_{erradas} \quad \text{Ecuación 13}$$

### **2.3.10 Cálculo Hidráulico**

Las aguas servidas se transportarán desde las construcciones hacia una disposición final en donde los efectos para la sociedad y el ambiente posean el menor impacto posible. La técnica más empleada para conducir estos residuos es por medio de tuberías subterráneas.

Los conductos se trazan a modo de canales abiertos y parcialmente llenos. El líquido fluye de manera constante y uniforme, su conducción se da principalmente por gravedad.

#### **2.3.10.1 Fórmula de Continuidad**

La fórmula de continuidad para un escurrimiento continuo permanente es:

$$Q = V * A$$

**Ecuación 14**

Donde:

**Q** Es el gasto en m<sup>3</sup> /s.

**V** Es la velocidad en m/s.

**A** Es el área transversal del flujo en m<sup>2</sup>.

#### **2.3.10.2 Velocidad a tubo lleno**

El diseño hidráulico de un alcantarillado sanitario se debe establecer la velocidad del flujo en las tuberías calculando la fórmula de velocidad de Manning modelada para tuberías con flujo lleno como se muestra en la siguiente fórmula (Ricardo Alfredo López Cualla, 2003):

**Ecuación de velocidad de Manning**

$$V = \frac{1}{n} * R_h^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

*Ecuación 15*

**Radio hidráulico**

$$R_h = \frac{A}{P_m}$$

*Ecuación 16*

**Radio hidráulico para la sección llena**

$$R_h = \frac{D}{4}$$

*Ecuación 17*

Donde:

**Q** es el caudal a flujo totalmente lleno. (l/s)

**A** es el área transversal del flujo. (m<sup>2</sup>)

**V** es la velocidad de flujo totalmente lleno. (m/s)

**n** es el coeficiente de rugosidad.

**R<sub>h</sub>** es el radio hidráulico. (m)

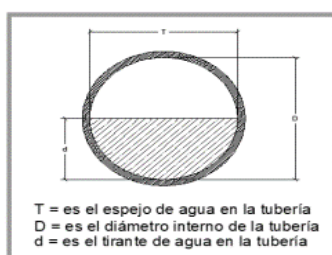
**S** es el gradiente de energía. (m)

**P<sub>m</sub>** es el perímetro mojado. (m)

**Figura 3**

*Parámetros de tuberías*





*Nota.* Elaborado por Guale Karina – Vélez Jairo (2018)

### 2.3.10.3 Coeficiente de rugosidad

Es un valor obtenido mediante pruebas referentes al flujo que pasa a través de un tubo, en ellas se evidencia la rugosidad interna de las paredes de dicho tubo, la misma que no posee dimensiones.

En la siguiente tabla se muestran los siguientes valores para diferentes materiales: (CPE-INEN, 1992)

**Tabla 4**

*Coefficientes de rugosidad recomendadas*

| <b>Material</b>        | <b>n (Manning)</b> |
|------------------------|--------------------|
| <b>Asbesto cemento</b> | 0,01               |
| <b>Concreto liso</b>   | 0,012              |
| <b>Concreto áspero</b> | 0,016              |
| <b>Cemento pulido</b>  | 0,011              |
| <b>Mortero</b>         | 0,013              |
| <b>Piedra</b>          | 0,025              |
| <b>PVC</b>             | 0,009              |

*Nota.* Tomado de INTERAGUA (2013)

#### 2.3.10.4 Diámetro de tubería

El diámetro de la tubería se lo establece por medio de la ecuación de Manning expresada en términos de diámetro y caudal que establece (Ricardo Alfredo López Cualla, 2003):

$$D = 1,548 \left( \frac{n * Q}{S^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}} \quad \text{Ecuación 18}$$

Donde:

**D** es el diámetro teórico de la tubería. (m)

**Q** es el caudal de diseño del alcantarillado. (l/s)

**n** es el coeficiente de rugosidad.

**S** es el gradiente de energía. (m)

#### 2.3.10.5 Caudal a tubo lleno

El cálculo del caudal a tubo lleno refleja uno de los parámetros importantes para calcular la velocidad en la tubería. De tal forma que en la velocidad, el caudal a tubo lleno se lo puede hallar por medio de la ecuación de Manning que establece lo siguiente: (Ricardo Alfredo López Cualla, 2003)

#### Ecuación de Manning en términos de caudal

$$Q = 0,312 \left( \frac{D^{\frac{8}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n} \right) \quad \text{Ecuación 19}$$

Donde:

***Q*** es el caudal a flujo totalmente lleno. (l/s)

***n*** es el coeficiente de rugosidad.

***S*** es el gradiente de energía. (m)

***D*** es el diámetro teórico de la tubería. (m)

### ***2.3.11 Parámetros Hidráulicos***

#### ***2.3.11.1 Velocidades***

- a) **Velocidad mínima:** Si las aguas residuales fluyen por un período largo a bajas velocidades, los sólidos transportados pueden depositarse dentro de las tuberías. En consecuencia, se debe disponer regularmente de una velocidad suficiente para lavar los sólidos depositados durante periodos de caudal bajo. Para lograr esto, se establece la velocidad mínima como criterio de diseño. (CPE-INEN, 1992)

La velocidad del líquido en los colectores, sean estos primarios, secundarios o terciarios, bajo condiciones de caudal máximo instantáneo, en cualquier año del período de diseño, no sea menor que 0,45 m/s y que preferiblemente sea mayor que 0,6 m/s, para impedir la acumulación de gas sulfhídrico en el líquido. (SENAGUA, 1992)

- b) **Velocidad máxima:** Los valores máximos permisibles para la velocidad media en las tuberías por gravedad dependen del material, en función de su sensibilidad a la abrasión. Los valores adoptados deben estar plenamente justificados en términos de características de los materiales, de las características abrasivas de las aguas residuales, de la turbulencia del flujo y de los empotramientos de las tuberías. Deben hacerse las previsiones

necesarias de ataque del colector. En general, la velocidad máxima real no debe sobrepasar los **5 m/s**. Valores mayores deben justificarse apropiadamente para ser aceptados por la Empresa prestadora del servicio. (Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable, 2009)

En la siguiente tabla se muestran valores recomendados por los fabricantes.

**Tabla 5**

*Velocidades máximas recomendadas*

| <b>Material</b>        | <b>Velocidad máxima (m/s)</b> |
|------------------------|-------------------------------|
| <b>Hormigón simple</b> | 4                             |
| <b>PVC</b>             | 4,5 o 5                       |
| <b>Asbesto cemento</b> | 5                             |

*Nota.* Tomado de CPE INENN 5 PARTE 9-2 (1992)

### **2.3.11.2 Diámetros**

Los criterios de diseño de las redes de alcantarillado especifican que el diámetro mínimo de las alcantarillas será 200 mm (8"). Excepcionalmente y sólo en conexiones domiciliarias podrá utilizarse tuberías de 160 mm de diámetro; siempre y cuando su necesidad se sustente en mejores condiciones hidráulicas de funcionamiento o por su ubicación en zonas con accesos angostos, pero de fuertes pendientes. (CPE-INEN, 1992)

### **2.3.11.3 Pendientes**

La pendiente de las tuberías secundarias y de colectores, se adoptará igual a la del terreno natural mientras se cumplan los criterios respecto a velocidades máximas y mínimas. Al comienzo de la red si es posible la pendiente deberá ser 5/1000. (INTERAGUA, 2013)

**Tabla 6***Pendientes Mínimas*

| <b>DIÁMETRO (mm)</b> | <b>MATERIAL</b> | <b>PENDIENTE MÍNIMA %</b> |
|----------------------|-----------------|---------------------------|
| <b>150</b>           | PVC             | 0.33                      |
| <b>200</b>           | PVC             | 0.30                      |
| <b>250</b>           | PVC             | 0.24                      |
| <b>300</b>           | PVC             | 0.20                      |
| <b>350</b>           | PVC             | 0.16                      |
| <b>400</b>           | PVC             | 0.14                      |
| <b>450</b>           | PVC             | 0.13                      |
| <b>500</b>           | PVC             | 0.12                      |
| <b>600</b>           | PVC U HORMIGÓN  | 0.11                      |

*Nota.* Tomado de INTERAGUA.

## **2.4. ALCANTARILLADO PLUVIAL**

El sistema de alcantarillado pluvial es un sistema que está compuesto por conductos, tuberías, cunetas, sumideros, estas funcionan a gravedad y tiene conexión directa a los pozos de visita, con la finalidad de recolectar sus aguas superficiales, debido a las intensas lluvias, para luego ser transportadas a un punto de descarga. (Muñoz Pita & Tumbaco Muñoz, 2022)

El drenaje pluvial urbano, tiene como función la captación y desalojo de las aguas de lluvia hasta sitios donde se descarguen en los cuerpos de agua, de tal forma que se reduzcan los daños e inconvenientes a los habitantes donde llegan o cruzan los escurrimientos o que puedan afectar a otras cercanas. Está constituido por una red

de conductos e instalaciones complementarias, que permiten el desalojo de las aguas de lluvia y que requieren de su mantenimiento para su correcta operación. (CONAGUA, 2015)

### ***2.4.1 Componentes del Alcantarillado Pluvial***

Los principales componentes de un sistema de alcantarillado pluvial según su función son los siguientes:

- a) **Cunetas:** Las cunetas recogen y concentran las aguas pluviales de las vías y de los terrenos colindantes.
- b) **Sumideros:** Son estructuras verticales que permiten la entrada del agua de lluvia a los colectores, reteniendo parte importante del material sólido transportado.
- c) **Colectores secundarios:** Son las tuberías que recogen las aguas de lluvia desde las bocas de tormenta y las conducen a los colectores principales. Se sitúan enterradas, bajo las vías públicas.
- d) **Colectores principales:** Son tuberías de gran diámetro, conductos de sección rectangular o canales abiertos, situados generalmente en las partes más bajas de las ciudades, y transportan las aguas servidas hasta su destino final.
- e) **Pozos de inspección:** Son cámaras verticales que permiten el acceso a los colectores, para facilitar su mantenimiento.
- f) **Arcas de expansión:** Estas estructuras se utilizan en ciertos casos, donde es necesario laminar las avenidas producidas, generalmente, por grandes tormentas.
- g) **Vertido final de las aguas lluvias:** Son estructuras destinadas a evitar la erosión en los puntos en que las aguas de lluvia recogidas se vierten en cauces naturales de ríos, arroyos o mares. (Tapia Avila & Orozco Daqui, 2017)

### ***2.4.2 Topografía***

El diseño de la red de pluvial debe adecuarse a la topografía de la localidad. La topografía de la zona de estudio es un punto importante que se debe considerar al momento de diseñar una red de alcantarillado, ya que esto sirve para definir si el sistema puede funcionar totalmente a gravedad o si en algún momento se necesite que la circulación del agua sea a presión.

### ***2.4.3 Período de diseño***

El periodo de diseño de un sistema de alcantarillado pluvial o aguas lluvias constituye un factor esencial para la ejecución de un proyecto de alcantarillado de esta rama de la ingeniería. Este parámetro se lo establece de igual forma como se determina para el alcantarillado sanitario, por tanto, si se tiene un diseño de alcantarillado sanitario ya previsto el periodo de diseño del alcantarillado pluvial va a ser el mismo que se utilizó para el diseño sanitario. (Guale Villao & Veliz Franco, 2018)

### ***2.4.4 Población Futura***

Tal como en el sistema de alcantarillado sanitario, la población de diseño se la calculará de la misma forma, realizando proyecciones hasta el periodo de diseño que se haya determinado de la población futura por los métodos antes mencionados. (Guale Villao & Veliz Franco, 2018)

### ***2.4.5 Áreas de aportación***

Las áreas de aportación son áreas que contribuyen al escurrimiento de las aguas residuales o de aguas pluviales, según lo establecido en las normas se establecerá las áreas tributarias según la topografía que presente la ciudad de estudio. (Guale Villao & Veliz Franco, 2018)

#### ***2.4.6 Caudales 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 (CPE-INEN, 1992):

- a) El método racional se utilizará para la estimación del escurrimiento superficial en cuencas tributarias con una superficie inferior a 100 ha (CPE-INEN, 1992).
- b) 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 (CPE-INEN, 1992).
- c) Para estimar las descargas de cursos de agua importantes, cuya área de contribución sea superior a 25 km<sup>2</sup>, 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. (CPE-INEN, 1992)

#### ***2.4.7 Método Racional***



El método Racional es uno de los aplicados para el cálculo de caudales máximos con relación a determinada lluvia de diseño. El (CPE-INEN, 1992) afirma que este modelo establece que el caudal superficial producido por una precipitación es:

$$Q = 0,00278 * C * I * A \qquad \text{Ecuación 20}$$

En donde:

**Q** = Caudal superficial (m<sup>3</sup>/seg)

**C** = Coeficiente de escorrentía (adimensional)

**I** = Intensidad de lluvia para una duración de lluvias, igual al tiempo de concentración de la cuenca en estudio, (mm/h)

**A** = Área de drenaje (ha)

#### **2.4.7.1**    *Área de drenaje (A)*

Para determinar el área de drenaje dentro de la ciudad, se procede de manera similar a como se determinaron las áreas para el diseño del alcantarillado sanitario, en base a las manzanas y planimetrando las respectivas áreas aferentes a cada colector. (CPE-INEN, 1992)

#### **2.4.7.2**    *Intensidad de la lluvia (I)*

Para las frecuencias de diseño de los diversos componentes del sistema de drenaje pluvial se considerará el sistema de drenaje como constituido por dos sistemas diferentes. El sistema de drenaje inicial o de micro drenaje compuesto por pavimentos, cunetas, sumideros y colectores y el de macro drenaje, constituido por grandes colectores (canales, esteros y ríos). (CPE-INEN, 1992)

- a) El sistema de micro drenaje se dimensionará para el escurrimiento cuya ocurrencia tenga un período de retorno entre 2 y 10 años, seleccionándose la frecuencia de diseño en función de la importancia del sector y de los daños y molestias que puedan ocasionar las inundaciones periódicas. (CPE-INEN, 1992)
- b) Los sistemas de macro drenajes se diseñarán para escurrimientos de frecuencias superiores a los 50 años. La selección de la frecuencia de diseño será el resultado de un análisis de los daños a propiedades y vidas humanas que puedan ocasionar escurrimientos de frecuencias superiores. (CPE-INEN, 1992)
- c) (INTERAGUA, 2013) sugiere que para los proyectos de alcantarillado de aguas lluvias se apliquen los siguientes períodos de retornos establecidos en la tabla presentada a continuación:

**Tabla 7**

*Período de retorno de aguas lluvias*

| <b>Período de Retorno (años)</b> | <b>Tipo de Proyecto</b>   |
|----------------------------------|---|
| <b>3</b>                         | -Colectores locales de zonas residenciales situadas en terrenos cuya pendiente sea de 2,5% o mayor.                                 |
| <b>3</b>                         | -Colectores locales de zonas residenciales situadas en terrenos cuya pendiente sea menor del 2,5%                                   |
| <b>5</b>                         | -Colectores principales que involucren el desagüe de grandes áreas  |
| <b>5</b>                         | -Urbanizaciones industriales depósitos de materias primas situadas en terrenos planos y de difícil desagüe (Pendiente menor del 1%) |
| <b>5</b>                         | -Estaciones de bombeo.  |
| <b>30</b>                        | -Canales abiertos, tajeas bajo autopistas y grandes avenidas.   |

*Nota.* Tomada de INTERAGUA (2013)

La intensidad de la lluvia se la calculará a partir de las relaciones de intensidad, duración y frecuencia, obtenidos conforme a lo expresado:

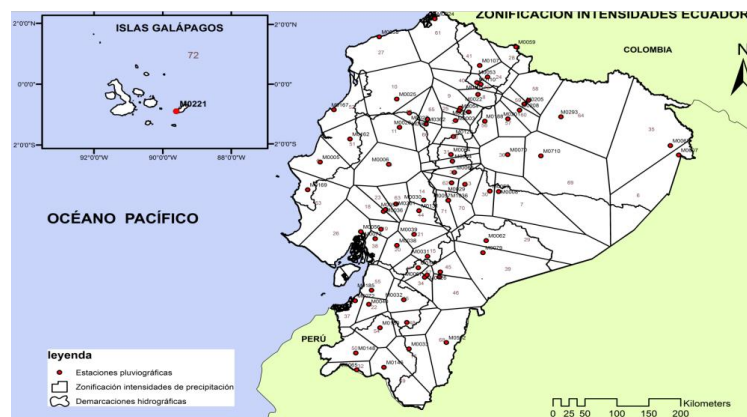
- a) Para la aplicación del método racional y del hidrograma unitario sintético, es necesario disponer de las curvas, intensidad, duración y frecuencia. Estas relaciones serán deducidas de observaciones de los registros de lluvia en el área de estudio, durante un período lo suficientemente grande para poder aceptar las frecuencias como probabilidades. (CPE-INEN, 1992)

(Hidrología, 2019) propone las ecuaciones de Intensidades máximas para una determinada estación pluviográfica.

- a) Zonificación de Intensidades en el Ecuador.

#### Figura 4

*Zonificación de Intensidades de Precipitación.*

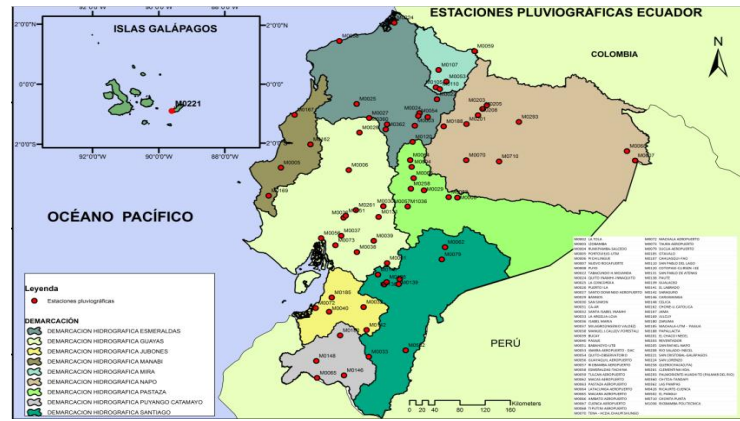


*Nota.* Tomada de Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

- b) Estaciones pluviométricas del Ecuador.

#### Figura 5

*Estaciones Pluviográficas del Ecuador*



Nota. Tomada de Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

c) Escoger la ecuación IDF para la zona requerida.

**Tabla 8**

*Intensidad, duración, frecuencia (Estación M0056 GUAYAQUIL AEROPUERTO)*

| ESTACION<br>CODIGO | ESTACION<br>NOMBRE      | INTERVALO<br>DE TIEMPO<br>(minutos) | ECUACIONES                                  | R      | R <sup>2</sup> |
|--------------------|-------------------------|-------------------------------------|---|--------|----------------|
| M0056              | GUAYAQUIL<br>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         |

Nota. Tomada de Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

Donde:

I = Intensidad de lluvia (mm/h)

T = Período de retorno (años)

t = tiempo de concentración (min)

### 2.4.7.3 Coeficiente de escurrimiento (C)

El coeficiente de escurrimiento se selecciona en relación entre los volúmenes totales de los escurrimientos superficiales y los volúmenes de precipitaciones

durante la temporada de lluvia. Se debe considerar: las pérdidas por infiltración, tipos de suelo, construcción, intercepción por la vegetación, etc. (CPE-INEN, 1992)

**Tabla 9**

*Valores del coeficiente de escurrimiento*

| <b>TIPO DE ZONA</b>  | <b>VALORES DE C</b> |
|--|---------------------|
| <b>Zonas centrales densamente construidas, con vías y calzadas pavimentadas.</b>         | 0,7 – 0,9           |
| <b>Zonas adyacentes al centro de menor densidad poblacional con calles pavimentadas.</b> | 0,7                 |
| <b>Zonas residenciales medianamente pobladas</b>   | 0,55 – 0,65         |
| <b>Zonas residenciales con baja densidad</b>   | 0,35 – 0,55         |
| <b>Parques, campos de deporte</b>  | 0,1 – 0,2           |

*Nota.* Tomada de INTERAGUA (2013)

### **2.4.8 Cálculo Hidráulico**

Las aguas lluvias o escorrentía se transportarán desde las construcciones hacia un drenaje final en donde los efectos para la sociedad y el ambiente conserven el menor impacto posible. Al igual que en el alcantarillado sanitario, se emplearán las mismas fórmulas detalladas a continuación:

#### **2.4.8.1 Velocidad a tubo lleno**

**Ecuación de velocidad de Manning**

$$V = \frac{1}{n} * R_h^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

*Ecuación 15*

### Radio hidráulico

$$R_h = \frac{A}{P_m}$$

*Ecuación 16*

### Radio hidráulico para la sección llena

$$R_h = \frac{D}{4}$$

*Ecuación 17*

Donde:

**Q** es el caudal a flujo totalmente lleno. (l/s)

**A** es el área transversal del flujo. (m<sup>2</sup>)

**V** es la velocidad de flujo totalmente lleno. (m/s)

**n** es el coeficiente de rugosidad.

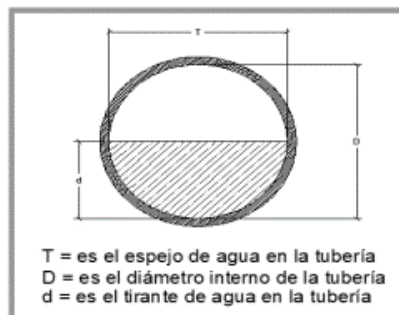
**R<sub>h</sub>** es el radio hidráulico. (m)

**S** es el gradiente de energía. (m)

**P<sub>m</sub>** es el perímetro mojado. (m)

### Figura 3

*Parámetros de tuberías*



*Nota.* Elaborado por Guale Karina – Vélez Jairo (2018)

#### 2.4.8.2 *Coefficiente de rugosidad*

En la siguiente tabla se muestran los siguientes valores para diferentes materiales (CPE-INEN, 1992):

**Tabla 10**

*Coefficientes de rugosidad recomendadas*

| <b>Material</b>        | <b>n (Manning)</b> |
|------------------------|--------------------|
| <b>Hormigón simple</b> | 0,013              |
| <b>PVC 0,011</b>       | 0,011              |
| <b>Asbesto cemento</b> | 0,011              |

*Nota.* Tomado de CPE INENN 5 PARTE 9-2 (1992)

#### 2.4.8.3 *Diámetro de tubería*

El diámetro de la tubería se lo establece por medio de la ecuación de Manning expresada en términos de diámetro y caudal que establece (Ricardo Alfredo López Cualla, 2003):

$$D = 1,548 \left( \frac{n * Q}{S^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}} \quad \text{Ecuación 18}$$

Donde:

**D** es el diámetro teórico de la tubería. (m)

$Q$  es el caudal de diseño del alcantarillado. (l/s)

$n$  es el coeficiente de rugosidad.

$S$  es el gradiente de energía. (m)

#### **2.4.8.4 Caudal a tubo lleno**

De tal forma que en la velocidad, el caudal a tubo lleno se lo puede hallar por medio de la ecuación de Manning que establece lo siguiente (Ricardo Alfredo López Cualla, 2003):

$$Q = 0,312 \left( \frac{D^{\frac{8}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n} \right) \quad \text{Ecuación 19}$$

Donde:

$Q$  es el caudal a flujo totalmente lleno. (l/s)

$n$  es el coeficiente de rugosidad.

$S$  es el gradiente de energía. (m)

$D$  es el diámetro teórico de la tubería. (m)

### **2.4.9 Parámetro Hidráulicos**

#### **2.4.9.1 Velocidades**

- a) La velocidad mínima para utilizarse en sistemas combinados será de 0,9 m/s a tubo lleno. Se deberá verificar el funcionamiento hidráulico del conducto utilizando el caudal medio diario de aguas servidas, al principio del período de diseño, en época seca (es decir, sin el caudal de escorrentía pluvial). Para alcanzar velocidades de auto limpieza bajo estas



condiciones, se puede recurrir a secciones transversales apropiadas. (CPE-INEN, 1992)

- b) La velocidad máxima para el diseño se ajustará a lo descrito en la tabla 11, así mismo para los coeficientes de rugosidad correspondientes a cada material (CPE-INEN, 1992).

**Tabla 11**

*Velocidades máximas a tubo lleno y coeficientes de rugosidad*

| <b>Material</b>   | <b>Velocidad máxima (m/s)</b> | <b>Coefficiente de rugosidad</b> |
|---|-------------------------------|----------------------------------|
| <b>Hormigón simple con uniones de mortero</b>                           | 4                             | 0,013                            |
| <b>Hormigón simple con uniones de neopreno para nivel freático alto</b> | 3,5 – 4                       | 0,013                            |
| <b>Asbesto cemento</b>  | 4,5 – 5                       | 0,011                            |
| <b>Plástico</b>   | 4,5                           | 0,011                            |

*Nota.* Tomada del SENAGUA (2005)

#### **2.4.9.2 Diámetros**

- a) El diámetro mínimo que deben tener las tuberías en los colectores de la red de alcantarillado pluvial es de 250 mm y en los tirantes debe ser como mínimo una tubería de 250 mm (CPE-INEN, 1992).

#### **2.4.9.3 Pendiente**

Las tuberías ya se de ramales, tirantes y colectores tienen que seguir en general, la pendiente del terreno natural para que así la red de alcantarillado pueda trabajar a gravedad. (Ricardo Alfredo López Cualla, 2003)

## **2.5. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

Vera Aquino (2021) señala que el tratamiento de las aguas residuales consiste en reducir del agua residual los contaminantes presentes, un método natural consiste

en utilizar lagunas de estabilización en el que se aplica los procesos físicos, químicos y biológicos, que culminan con la reducción de todos los contaminantes que se presentan en las aguas residuales de manera eficiente.

El tratamiento mínimo que deberán recibir las aguas residuales domésticas antes de su descarga a ríos es lagunas de estabilización y en caso de ser más económico, tratamiento primario. (CPE-INEN, 1992)

### 2.5.1 Normas para diseño

Para sociedades sin sistema de alcantarillado sanitario, la evaluación de las características debe ejecutarse primero calculando las masas de los parámetros más importantes, a partir de los aportes per cápita según se indica en la tabla (SENAGUA, 1992):

**Tabla 12**

*Aportes per cápita para aguas residuales domésticas*

| PARAMETRO                             | INTERVALO                              | VALOR SUGERIDO     |
|---------------------------------------|--|--------------------|
| DBO 5 días, 20°C, g/ (Hab.d)          | 36 - 78                                | 50                 |
| Solidos en suspensión, g/ (Hab.d)     | 60 - 115                               | 90                 |
| NH <sub>3</sub> -N como N, g/ (Hab.d) | 7.4 - 11                               | 8.4                |
| N Kjeldahl total como N, g/ (Hab.d)   | 9.3 - 13.7                             | 12.0               |
| Coliformes totales, NMP/ (Hab.d)      | 2x10 <sup>8</sup> - 2x10 <sup>11</sup> | 2x10 <sup>11</sup> |
| Salmonella Sp, #/ (Hab.d)             |  | 10 <sup>8</sup>    |
| Nematodos intestinales, #/ (Hab.d)    |  | 4x10 <sup>11</sup> |

*Nota.* Tomada de la Secretaria Nacional del Agua (SENAGUA)

Con la información recolectada se procederá a determinar las bases de diseño de la planta de tratamiento de aguas servidas. Generalmente se considerará un horizonte de diseño (período de diseño) entre 20 y 30 años. Las bases de diseño consisten en

establecerse para condiciones actuales y futuras (final del período de diseño) e intermedias (cada cinco años) los valores de los siguientes parámetros: (SENAGUA, 1992)

- Población total y servida por el sistema
- Caudales medios de origen doméstico, industrial y de infiltración al sistema de alcantarillado
- Caudales máximo y mínimo horarios
- Aportes per cápita de aguas residuales domésticas
- Aportes per cápita de: DBO, nitrógeno y sólidos en suspensión
- Masas de descarga de contaminantes como: DBO, nitrógeno y sólidos
- Concentraciones de contaminantes como: DBO, DQO, sólidos en suspensión y coliformes, en el agua residual. (CPE-INEN, 1992)

El período de diseño de la planta de tratamiento debe estar comprendido entre 20 y 30 años, con etapas de implementación de alrededor de 10 años (CPE-INEN, 1992).

## **2.6. TRATAMIENTOS SECUNDARIOS**

Para aguas residuales domésticas se considerarán como tratamientos secundarios los procesos biológicos con una eficiencia de remoción de DBO por encima del 82% por: lagunas de estabilización, lodos activados, filtros biológicos, módulos rotatorios de contacto y lechos anaeróbicos fluidizados. (SENAGUA, 1992)

Los tratamientos secundarios para diseñarse en el Ecuador serán preferiblemente de tipo biológico. Entre ellos se pueden seleccionar aquellos que utilicen biomasa en suspensión y aquellos que utilicen biomasa adherida (SENAGUA, 1992).

Entre los métodos de tratamiento biológico con biomasa en suspensión se priorizarán aquellos que sean de fácil ejecución, mantenimiento y que minimicen el uso de equipos mecánicos dificultosos o que no puedan ser restaurados localmente. Entre estos métodos están las lagunas, los sistemas de lagunas de

estabilización y las zanjas de oxidación de operación intermitente y continua. (SENAGUA, 1992)

## **2.7. LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN**

Una laguna de estabilización es básicamente el método de tratamiento extensivo del agua residual, que consiste en el almacenamiento del agua por medio de la actividad bacteriana con acciones simbióticas de las algas y otros organismos. (Manual de Agua Potable, 2007)

El principal objetivo de las lagunas de estabilización de aguas residuales es la de originar un efluente que se pueda reutilizar en el ambiente. Estas se encargan de remover y reducir la materia orgánica y los organismos patógenos que son un peligro grave a la salud. (Vera Aquino, 2021)

### ***2.7.1 Clasificación***

- a) Aerobias.** Donde la estabilización de la materia orgánica soluble y la conversión de los nutrientes se realiza en presencia de oxígeno disuelto, el cual se suministra en forma natural o artificial (Manual de Agua Potable, 2007).
- b) Anaerobias.** La depuración se realiza en ausencia de oxígeno libre (condiciones aerobias) y/o combinado (anaerobia) (Manual de Agua Potable, 2007).
- c) Facultativas.** La estabilización de la materia orgánica se lleva a cabo tanto en condiciones aerobias como anaerobias. Las primeras se mantienen en el estrato superior de la laguna, mientras que en el inferior, se realiza la degradación anaerobia en ausencia de oxígeno. (Manual de Agua Potable, 2007)

## **2.7.2 Ubicación**

La ubicación del sitio para un sistema de lagunas debe escogerse aguas abajo de la cuenca hidrográfica, en un área suficientemente extensa y fuera de la influencia de cauces sujetos a torrentes y avenidas, y en el caso de no ser posible se deberán proyectar obras de protección. El área deberá estar lo más alejada posible de urbanizaciones con viviendas ya existentes, recomendándose las siguientes distancias: (CPE-INEN, 1992)

- 1 000 m como mínimo para lagunas anaeróbicas.
- 500 m como mínimo para lagunas facultativas y
- 100 m como mínimo para sistemas con lagunas aireadas.

## **2.7.3 Ventajas y Desventajas**

### **2.7.3.1 Ventajas**

Tratamiento totalmente natural; bajo impacto y gran integración en el medio ambiente; bajos costos en energía instalada; facilidad de explotación y de mantenimiento; tanto los caudales como las cargas pueden tener un gran margen de fluctuación sin que el proceso se resienta; no requieren equipos de alta tecnología y, por tanto, no es necesario personal calificado para estas labores; gran estabilización en los fangos producidos, y producción baja que se retira en intervalos de tiempo muy separados; elevada reducción de microorganismos patógenos; puede utilizarse en el tratamiento de aguas residuales industriales con elevada cantidad de materias biodegradables; admite gran variabilidad estacional por su facilidad para poner en marcha lagunas en reserva, o variando la profundidad con vertederos regulados. (Lopera Sossa, 2018)

### **2.7.3.2 Desventajas**

Altos requerimientos de áreas; efluente con elevado contenido de algas que al ser descargados en los cuerpos de agua es objetado, generando grandes controversias por su calidad proteica sin embargo, pueden, si se requieren

removerse fácilmente con filtro o lagunas de hidrófitas; su funcionamiento depende de las condiciones ambientales tales como la temperatura, la irradiación solar, la velocidad del viento, entre otras, que son propiedades aleatorias; generación de olores desagradables y deterioro de la calidad del efluente por sobrecargas de contaminantes, bajo ciertas condiciones climáticas; pérdidas de agua debido a la evaporación e infiltración, que en zonas de escasez pueden ser importantes, desarrollo de mosquitos u otros insectos en sus proximidades. (Lopera Sossa, 2018)

## **2.8. LAGUNAS ANAEROBIAS**

Son las que reciben el agua bruta y por lo tanto las de mayor carga orgánica. La mayor parte del agua se encuentra en condiciones anaerobias y son las bacterias las encargadas de actuar en la digestión del fango acumulado. El objeto de estas lagunas es retener la mayor carga orgánica posible.

Es importante que las lagunas anaerobias estén aisladas porque contienen productos altamente tóxicos que pueden contaminar los suelos y acuíferos subterráneos. Por ello, es recomendable que se ubiquen a 1km de la población de estudio. (Lopera Sossa, 2018)

### ***2.8.1. Aspectos generales***

- a) Las lagunas anaeróbicas son lagunas con carga orgánica tan altas que no poseen zona aeróbica, excepto, posiblemente en su superficie. Típicamente son usadas como lagunas primarias para aguas residuales domésticas y municipales, así como para el tratamiento de aguas residuales industriales. (Lopera Sossa, 2018)
  
- b) (SENAGUA, 1992) sostiene que no existe un criterio generalizado para dimensionamiento de lagunas anaeróbicas, debido a que los criterios de diseño varían considerablemente, por lo cual el proyectista está en libertad de seleccionar uno de los métodos o correlaciones reportadas. Alternativamente se pueden usar las siguientes recomendaciones para temperaturas de alrededor de 20 °C:

- Carga orgánica volumétrica: 300 g DBO/ (m<sup>3</sup>. d), si el factor de olores no es de consideración se podrá incrementar a 400 g DBO/(m<sup>3</sup> .d),
  - Período de retención nominal alrededor de 5 d.
  - Profundidad entre 2,5 m y 5 m.
  - Eficiencia de remoción de DBO: 50%. (SENAGUA, 1992)
- c) Se deberán diseñar un número mínimo de dos unidades en paralelo para permitir la operación en una de las unidades mientras se remueve el lodo de la otra (SENAGUA, 1992).
- d) La acumulación de lodo se calculará con un aporte de 40 l/(Hab.año), determinándose el año de limpieza de las lagunas, al alcanzar el 50% del tirante de agua (SENAGUA, 1992).
- e) Alternativamente se podrá determinar la reducción bacteriana considerando mezcla completa y los siguientes coeficientes de mortalidad global (SENAGUA, 1992):

### 2.8.2. Métodos de diseño

Citando a (Mara, 2003), las lagunas anaeróbicas pueden diseñarse satisfactoriamente, sin riesgo de emisión de olores, sobre la base de la carga volumétrica de DBO ( $\lambda v$ , g/m<sup>3</sup> d), que viene dada por:

$$\lambda v = \frac{L_i * Q}{V_a} \qquad \text{Ecuación 21}$$

Donde:

$L_i$  = DBO afluente (g/m<sup>3</sup>)

$Q$  = Caudal (m<sup>3</sup>/día)

$V_a$  = Volumen de la laguna anaerobia (m<sup>3</sup>)

El valor permisible de diseño de Cv se incrementa con la temperatura, pero existen pocos datos que permiten el desarrollo de una adecuada ecuación de diseño. No obstante, las recomendaciones generales de Mara y Pearson en 1998, las cuales se muestran en la Tabla 11; estas recomendaciones se basaron en las de Meiring de que  $\lambda_v$  debe estar entre 100 y 400 g/m<sup>3</sup> día, la primera para mantener las condiciones anaeróbicas y la segunda para evitar la liberación de olores. (Mara, 2003)

**Tabla 13**

*Valores de diseño para cargas volumétricas permisibles en función de la temperatura.*

| Temperatura, °C | Carga Volumétrica, g/m <sup>3</sup> d | Remoción de DBO, % |
|-----------------|---------------------------------------|--------------------|
| <10             | 100                                   | 40                 |
| 10 – 20         | 20T-100                               | 2T+20              |
| 20-25           | 10T+100                               | 2T+20              |
| > 20            | 350                                   | 70                 |

*Nota.* Tomado del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (2007)

Una vez que se ha seleccionado un valor de  $\lambda_v$ , el volumen del estanque anaeróbico se procede a calcular a partir de la ecuación 19. El tiempo medio de retención hidráulica en el estanque ( $\theta_a$ , d) se determina a partir de: (Mara, 2003)

$$\theta_a = \frac{V_a}{Q} \qquad \text{Ecuación 22}$$

No se deben utilizar tiempos de retención en estanques anaeróbicos superiores a 1 día. Si la ecuación 20 da un valor de  $\theta_a < 1$  día, se debe adoptar el valor mayor a 1 día. (Mara, 2003).



Los estanques anaerobios suelen tener una profundidad de 2 a 5 m, y normalmente se asume un valor de 3 m para el diseño del proceso. El área de la laguna anaeróbica (A, m<sup>2</sup>) viene dada por (Mara, 2003):

$$A = \frac{Q * \theta_a}{D} \qquad \text{Ecuación 23}$$

Donde:

**D** es la profundidad adoptada (m)

## 2.9. LAGUNAS FACULTATIVAS

Los estanques facultativos son de dos tipos: estanques facultativos primarios que reciben aguas residuales crudas (después del tratamiento preliminar), y estanques facultativos secundarios que reciben aguas residuales sedimentadas (generalmente el efluente de estanques anaeróbicos). Están diseñados para la eliminación de DBO (demanda bioquímica de oxígeno) sobre la base de una carga de DBO superficial relativamente baja en el rango de 100 a 400 kg/ha por día para permitir el desarrollo de una población saludable de algas, ya que el oxígeno y la eliminación de DBO por parte de las bacterias del estanque es generada principalmente por la fotosíntesis de las algas. (Mara, 2003)

La carga máxima que se puede aplicar a una laguna facultativa sin que se torne anaeróbica, se podrá estimar, mediante la siguiente correlación (SENAGUA, 1992):

$$CS_m = 400,6 * 1,0993^{T_{ai}-20} \qquad \text{Ecuación 24}$$

En donde:

**CS<sub>m</sub>** carga superficial máxima en kg DBO/(Ha. d), y

**T<sub>ai</sub>** temperatura del aire del mes más frío, en °C.

Para evitar el crecimiento de plantas acuáticas con raíces en el fondo, la profundidad de las lagunas debe estar por encima de 1,2 m. La profundidad varía entre 1,5 m y 2,5 m, la profundidad mínima recomendada es de 1,5 m. (SENAGUA, 1992)

### 2.9.1. Método de diseño

(Mara, 2003) sugiere que las lagunas facultativas se diseñan mejor sobre la base de la carga de DBO en la superficie ( $\lambda_s$ . kg/ha día), que viene dada por:

$$\lambda_s = \frac{10 * L_i * Q}{A_f} \qquad \text{Ecuación 25}$$

**L<sub>i</sub>** es la DBO afluente (g(m<sup>3</sup>))

**Q** es el caudal (m<sup>3</sup>/día)

**A<sub>f</sub>** es el área de la laguna facultativa (m<sup>2</sup>)

La carga de superficie se usa para estanques facultativos, en lugar de la carga volumétrica, porque la luz necesaria para la fotosíntesis de las algas llega del sol a la superficie del estanque. Por lo tanto, la producción de oxígeno de las algas es una función del área, por lo que la carga de DBO (que es una demanda de oxígeno) también debe ser una función del área. (Mara, 2003)

El valor de diseño permisible de  $\lambda_s$  aumenta con la temperatura (T, °C), que es esencialmente un indicador del clima. La relación más antigua entre  $\lambda_s$  y T es la dada por McGarry y Pescod (1970), pero su valor de  $\lambda_s$  es el máximo que se puede aplicar a un estanque facultativo antes de que falle (es decir, se vuelva anaeróbico). Su relación, que es por tanto una envolvente de fracaso, es: (Mara, 2003)

$$\lambda_s = 60 * 1,099 * T$$

*Ecuación 26*

La **Ecuación 26** no se puede utilizar para el diseño ya que no incorpora un factor de seguridad. Mara (1987) da la siguiente ecuación de diseño global:

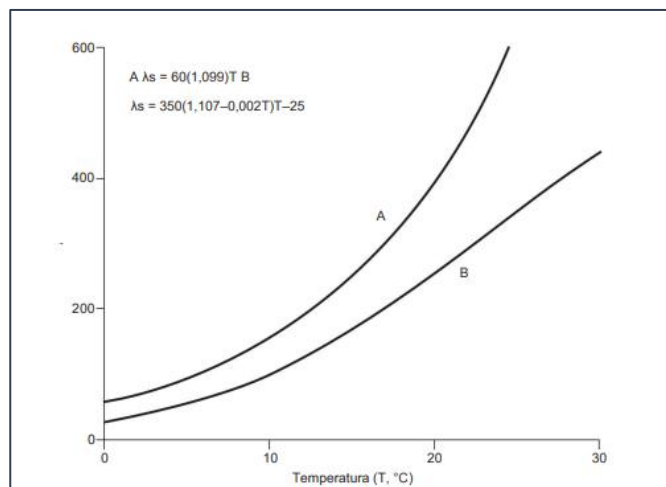
$$\lambda_s = 350 * (1,107 - 0,002T)^{T-25}$$

*Ecuación 27*

La Ecuación 27 se basa en una carga de 80 kg/ha día a  $\leq 8$  °C en los inviernos europeos, una carga de 350 kg/ha día a 25 °C en el noreste de Brasil y una carga arbitraria de 500 kg/ha día a 35 °C. Note que la temperatura de referencia en la ecuación 27 es 25°C. Las ecuaciones Ecuación 26 y Ecuación 27 se muestran gráficamente en la figura siguiente. (Mara, 2003)

### Figura 6

*Variación de la carga de DBO superficial en estanques facultativos con temperatura según las ecuaciones 26 y 27.*



*Nota.* Tomada de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas en Países en Desarrollo.

Una vez que se ha seleccionado un valor adecuado de  $\lambda_s$ , el área del estanque se calcula a partir de la ecuación 23 y su tiempo de retención ( $\theta$ , días) a partir de (Mara, 2003):

$$\theta = \frac{A_f * D}{Q} \quad \text{Ecuación 28}$$

Donde:

**D** es la profundidad del estanque, m (normalmente 1,5 m, pero véase a continuación); y

**Q** es el caudal medio, m<sup>3</sup>/día

Se debe adoptar un valor mínimo de  $\theta$  de 5 días para temperaturas  $> 20^\circ\text{C}$  y de 4 días para temperaturas  $\geq 20^\circ\text{C}$ . Esto es para minimizar los cortocircuitos hidráulicos y dar a las algas tiempo suficiente para multiplicarse (es decir, para evitar el lavado de algas). (Mara, 2003)

Eliminación de DBO del efluente del estanque facultativo se puede estimar a partir de la ecuación:

$$L_e = \frac{L_i}{1 + K_1 * \theta} \quad \text{Ecuación 29}$$

donde:

**L<sub>i</sub>** es la DBO de las aguas residuales sin tratar en el caso de estanques facultativos primarios, o del efluente del estanque anaeróbico en el caso de estanques facultativos secundarios, mg/l; y

**k<sub>1</sub>** es la constante de velocidad de primer orden para la eliminación de DBO, día<sup>-1</sup>, dada por la ecuación:

$$K_{1(T)} = K_{1(20)} * 1,05^{T-20} \quad \text{Ecuación 30}$$

Los valores de diseño para  $k_1(20)$  son 0,3 día<sup>-1</sup> para estanques facultativos primarios y 0,1 día<sup>-1</sup> para estanques facultativos secundarios (el valor para el último es mucho menor que el del primero ya que esencialmente toda la eliminación de DBO por sedimentación ocurre en la laguna anaeróbica precedente). (Mara, 2003)

El término  $L_e$  es la DBO sin filtrar que incluye la DBO de las algas presentes en el efluente del estanque facultativo. Esta 'DBO de algas' representa ~70-90 por ciento de la DBO total (es decir, sin filtrar) del efluente. Por lo tanto, la relación entre DBO filtrada y sin filtrar (es decir, DBO total y no proveniente de algas) es:

$$L_e(\text{filtrada}) = F_{na} [L_e(\text{infiltrada})] \quad \text{Ecuación 31}$$

Donde:

**F<sub>na</sub>** es la fracción no algal de la DBO total (alrededor de 0,1-0,3, con un valor de diseño habitual de 0,3).

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

#### ***3.1.1 Tipo***

Este presente proyecto de investigación es de tipo aplicativo, pues ésta se enfoca en la generación de conocimiento con atención directa en la solución de un problema inmediato, presenta elementos para aplicaciones tecnológicas o para toma de decisiones (Rodríguez & Cabrera, 2007).

#### ***3.1.2 Nivel***

El nivel del proyecto es explicativo, como afirma (Torres, 2019) son estudios altamente estructurados que pretenden determinar: las causas de los eventos y fenómenos de cualquier índole, establecen relaciones de causalidad entre conceptos, variables, hechos o fenómenos en un contexto concreto, y generan un sentido de entendimiento de los fenómenos y problemas que examinan.

### **3.2 MÉTODO, ENFOQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### ***3.2.1 Método***

El método del presente proyecto es hipotético deductivo. Teniendo en cuenta a (Parrales Plua & Quirumbay Vera, 2022) señalan que se trata de una teoría fundamentado en el desempeño de las cosas y proviene de ella hipótesis comprobables; es una forma de razonamiento deductivo, porque parte de principios generales, suposiciones e ideas a declaraciones más específicas sobre cómo se ve y

actúa el mundo. Por consiguiente, la hipótesis se prueba mediante la recopilación y el análisis de datos, y los resultados confirman o refutan la teoría.

### ***3.2.2 Enfoque***

El enfoque de la investigación será cuantitativo debido a que vincula conteos numéricos y métodos matemáticos. Representa un conjunto de métodos organizados de modo secuencial para confirmar ciertas suposiciones. Cada fase antecede a la siguiente y no podemos eludir pasos, el orden es riguroso, pese a que, podemos redefinir alguna etapa. (Torres, 2019)

### ***3.2.3 Diseño***

El método de investigación es experimental, como opina (Parrales Matute, 2017) en este método se agrupan la observación y la medición para dar un paso hacia la investigación científica, en el que se incorporan nuevos elementos verificadores del objeto, estos pueden ser físicos, químicos o biológicos. Hay que mencionar, además se vincula con la teórica, para poner en marcha la práctica, buscando interrogantes y dando conclusiones para responder a problemáticas definidas en la observación.

## **3.3 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO**

### ***3.3.1 Población***

Actualmente la población que abarca los barrios Bellavista, Central, 2 de Noviembre y Joffre Giménez pertenecientes a la comuna Tugaduaaja posee un total de 989 habitantes de acuerdo con el censo realizado en el área de estudiado.

### ***3.3.2 Muestra***

(Parrales Plua & Quirumbay Vera, 2022) describe que la muestra es la parte representativa de la población, la cual es importante delimitarlo correctamente

respecto al proyecto de investigación, con las mismas características generales de la población. En relación con lo anterior, la muestra que se obtuvo en el proyecto es de 266 encuestados con la fórmula aplicada en el apartado 3.3.3.

### **3.3.3 Muestreo**

Es un procedimiento de elección de un grupo de personas que se consideran característicos del grupo al que conciernen, con el propósito de estudiar o establecer las características del grupo. Para el cálculo del total de encuestados se usó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * \sigma^2 * Z^2}{N - 1 * e^2 + \sigma^2 * Z^2} \qquad \text{Ecuación 32}$$

Dónde:

**n** = El tamaño de la muestra.

**N** = Tamaño de la población.

**$\sigma$**  = Desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0,5.

**Z** = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, si no se tiene su valor, se lo toma con relación al 95% de confianza que equivale a 1,96 (como más usual) o en relación con el 99% de confianza que equivale a 2,58, valor que queda a criterio del investigador.

**e** = Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09), valor que queda a criterio del encuestador. (Carrasco Cobos & Cayambe Yambay, 2017)

De acuerdo con los parámetros mencionados, escogimos los siguientes valores para el cálculo:

**N** = 000



$$\sigma = 0,5$$

$$Z = 1,96$$

$$e = 0,05$$

Quedando la ecuación de la siguiente forma:

$$n = \frac{1051 * 0,5^2 * 1,96^2}{857 - 1 * 0,05^2 + 0,5^2 * 1,96^2}$$

$$n = 282 \text{ encuestados}$$

El total de los habitantes encuestados fueron de mucha importancia al recolectar información inmersos a la zona de estudio de la investigación del proyecto.

### **3.4 METODOLOGIA DEL OE.1: REALIZAR UN LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA ZONA DE ESTUDIO Y RECOPIRAR INFORMACIÓN DE LA COMUNA TUGADUAJA.**

#### ***3.4.1 Levantamiento Topográfico***

Se realiza como uno de los objetivos principales para iniciar este proyecto de investigación el levantamiento topográfico mediante el uso del equipo RTK (Real Time Kinematic), **posicionamiento cinemático en tiempo real**, para la zona que abarca el estudio, que son los barrios Bellavista, Central, 2 de Noviembre y Joffre Jiménez pertenecientes a la comuna Tugaduaja.

El uso del equipo RTK brinda un método rápido, cómodo y capaz de dar la precisión requerida para el trabajo, el cual se utiliza para levantar puntos de control como: terreno natural, vías, postes, aceras, medidores de agua, líneas de fábrica, muros de alas, entre otros puntos que se pueden encontrar en el área de trabajo; para así proporcionar un sistema de coordenadas que nos servirán en el post proceso para determinar la geometría, altimetría, cálculo de áreas, longitudes, curvas de nivel y

pendientes mediante la intervención del software AutoCAD. De ahí que se pueda aplicar como finalidad el cálculo hidráulico para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial incluido el tratamiento de aguas residuales con laguna estabilizadora para la zona estudiada.

Para la recopilación de información se hace uso la encuesta, debido a que es una técnica segura y que es la más conveniente para conseguir el número de viviendas, número de familias, número de familias por vivienda, la población total y las necesidades de la población que concierne al estudio.

### **3.5 METODOLOGIA DEL OE.2: DISEÑAR EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL APLICANDO LOS CRITERIOS TÉCNICOS DE LA NORMATIVA SANITARIA.**

Este proyecto de investigación tiene como segundo objetivo específico el diseño de alcantarillado sanitario y pluvial aplicando las normativas sanitarias como: SENAGUA, CODIGO DE PRÁCTICA ECUATORIANO – INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (CPE INEN) y CODIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN.

En el Capítulo II de este proyecto de investigación, se detalla con precisión la aplicación de estas normas como: las bases, períodos y parámetros de diseño; como así también los cálculos hidráulicos. Cabe recalcar que se hace el uso también de la norma del INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA para el cálculo del parámetro de Intensidades usada para el diseño del alcantarillado pluvial.

En consecuencia, estas normas resultan fundamental para llegar al diseño del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial para los barrios Bellavista, Central, 2 de Noviembre y Joffre Jiménez pertenecientes a la comuna Tugaduaja.

### **3.6 METODOLOGIA DEL OE.3: DISEÑAR UNA LAGUNA ESTABILIZADORA PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO APLICANDO LOS CRITERIOS TÉCNICOS QUE CUMPLA CON LA NORMATIVA SANITARIA.**

El tercer objetivo específico de este proyecto de investigación es diseñar lagunas estabilizadoras para el sistema de alcantarillado sanitario, al igual que el objetivo anterior, se hace uso a las normativas sanitarias detalladas en el SENAGUA, CODIGO DE PRÁCTICA ECUATORIANO – INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (CPE INEN) y CODIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN.

Así mismo, el Capítulo II precisa más a detalle los parámetros y métodos de diseño que se emplearán en el tratamiento de las aguas residuales como el diseño de las lagunas estabilizadoras que beneficiarán la calidad de vida de los habitantes y del ecosistema que comprende la zona de estudio.

### **3.7 METODOLOGIA DEL OE.4: ELABORAR UN PRESUPUESTO REFERENCIAL INCLUIDO EL CRONOGRAMA VALORADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO.**

El presupuesto referencial incluidos sus costos unitarios fueron determinados utilizando la base de datos de la Prefectura de Santa Elena, mientras que las cantidades de obra se efectuaron en base a los planos realizados y cálculos hidráulicos obtenidos en este sistema de AA.SS. y AA.LL. El cuadro de cálculos para obtener el presupuesto referencial del proyecto se encuentra en el **Anexo 6** del actual proyecto.

### 3.8 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 14**

*Variables Independientes.*

| <b>Variabes</b>             | <b>Definición Conceptual</b>  | <b>Definición Operacional</b>   | <b>Dimensiones</b>            | <b>Indicadores</b>   | <b>Escala</b>                 |
|-----------------------------|---|---|-------------------------------|--|-------------------------------|
| <b>Densidad Poblacional</b> | La densidad poblacional o también llamada población relativa, es un indicador que mide la cantidad de personas que habitan en una extensión territorial (Ivette, 2021). | Para el cálculo de la densidad poblacional estimaremos la fórmula estándar, es decir, la división del total de la población para el total de un área determinada. | Fórmula estándar              | Cantidad de habitantes. Total, de un área determinada.                                 | Hab/ha                        |
| <b>Dotación</b>             | Se deduce como dotación a la cantidad de agua que cada habitante tiene determinado para su consumo, todo esto; en un día medio anual. (Jiménez Terán, 2013)             | La dotación para estudios de factibilidad, se podrán utilizar las dotaciones indicadas en el CPE INEN 5 PARTE 9-2.  | Dotación por el tipo de Clima | Cantidad de habitantes. Clima en la comuna Tugaduaja.                                  | l/hab/día                     |
| <b>Criterios de diseño</b>  | Reglas, requisitos e información que se deben tener en cuenta para alcanzar el objetivo o satisfacer una necesidad.   | Los criterios de diseño en el presente proyecto de investigación estarán aplicados en base a las normativas sanitarias del país.                                  | SENAGUA<br>CPE INEN           | Período de diseño. Poblacional futura. Coeficientes de variación de consumo. Dotación. | Años<br>Hab<br>-<br>l/hab/día |
| <b>Área de estudio</b>      | Lugar, o lugares donde se trabajará la investigación en términos de toma y procesamiento de muestras.   | Se zonificará la ciudad en áreas tributarias fundamentalmente en base a la topografía, teniendo en cuenta los aspectos urbanísticos en el plan regulador.         | Comuna Tugaduaja.             | Barrios Bellavista, Central, 2 de Noviembre y Joffre Giménez.                          | Ha.                           |

**Tabla 15**

*Variables Dependientes.*

| <b>Variables</b>                           | <b>Definición Conceptual</b>  | <b>Definición Operacional</b>  | <b>Dimensiones</b>   | <b>Indicadores</b>  | <b>Escala</b>                       |
|--|---|--|--|---|-------------------------------------|
| <b>Diseño del Alcantarillado Sanitario</b> | Sistema de alcantarillado para la recolección de aguas residuales de cualquier origen (CPE-INEN, 1992).   | Es un sistema que está compuesto por colectores, cajas de acera, cámaras de inspección que colectan o transportan las aguas residuales a un sistema de tratamiento.  | Tuberías.<br>Colectores.<br>Cajas de revisión.<br>Cámaras de inspección. | Topografía.<br>Cálculo Hidráulico.<br>Parámetros de Diseño. | Caudal de aguas residuales<br>l/seg |
| <b>Diseño del Alcantarillado Pluvial</b>   | Sistema de alcantarillado destinado a la recolección de aguas lluvias (CPE-INEN, 1992).   | El sistema de alcantarillado pluvial es un sistema que está compuesto por conductos, tuberías, cunetas, sumideros, con la finalidad de recolectar sus aguas superficiales, para luego ser transportadas a un punto de descarga. (Muñoz Pita & Tumbaco Muñoz, 2022) | Tuberías<br>Cunetas<br>Sumideros<br>Cajas de revisión                    | Topografía.<br>Cálculo Hidráulico.<br>Parámetros de diseño. | Caudal de aguas lluvias<br>l/seg    |
| <b>Diseño de Laguna Estabilizadora</b>     | Las lagunas estabilizadoras son cuerpos de agua construidas artificialmente por el hombre. Pueden utilizarse de forma individual o vincularse en serie para un mejor tratamiento. | Las lagunas de estabilización de aguas residuales son las que se encargan de originar un efluente que se pueda reutilizar en el ambiente. Estas se encargan de remover y reducir la materia orgánica y los organismos patógenos (Vera Aquino 2021).                | Laguna Anaerobia.<br>Laguna Facultativa                                  | Topografía.<br>Cálculos de diseño.<br>Parámetros de diseño. | Volumen<br>m <sup>3</sup>           |

# CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

## 4.1. CÁLCULO DE LAS BASES DE DISEÑO

### 4.1.1. Población Futura

Los métodos de evaluación de poblaciones futuras requieren como información mínima dos registros censales en la población de estudio, para el estudio se tomaron en cuenta los censos del 2014 y 2022 proporcionados por el presidente de la comuna Tugaduaja. Seguidamente se procedió a calcular la población futura mediante un promedio de los siguientes tres métodos: aritmético, geométrico y logarítmico, donde se obtuvo el resultado de 2226 habitantes para un período de diseño de 25 años.

**Tabla 16**

*Población Futura a 25 años*

| Método      | 2022 | 2027 | 2032 | 2037 | 2042 | 2047 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|
| Aritmético  | 989  | 1166 | 1343 | 1519 | 1696 | 1872 |
| Geométrico  | 989  | 1136 | 1304 | 1497 | 1719 | 1973 |
| Logarítmico | 989  | 1221 | 1506 | 1859 | 2294 | 2831 |
| Promedio    | 989  | 1174 | 1384 | 1625 | 1903 | 2226 |

### 1) Método Aritmético

Este método se obtiene usando los siguientes datos y ecuaciones:

| DATOS      |      |
|------------|------|
| <b>Puc</b> | 989  |
| <b>Tuc</b> | 2022 |
| <b>Pci</b> | 707  |
| <b>Tci</b> | 2014 |

**Tabla 17**

*Ecuaciones para determinar población futura a 25 años de proyección usando el Método Aritmético.*

|                   |   |                        |
|-------------------|---|------------------------|
| <b>Ecuación 1</b> | $k_a = \frac{P_{uc} - P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}}$ | <b>35,33</b>           |
| <b>Ecuación 2</b> | $P_f = P_{uc} + k_a(T_f - T_{uc})$              | <b>1872 habitantes</b> |

### 2) Método Geométrico

En el método geométrico se usan los datos y ecuaciones mostradas a continuación:

| DATOS      |       |
|------------|-------|
| <b>Puc</b> | 989   |
| <b>Tuc</b> | 2022  |
| <b>Pci</b> | 707   |
| <b>Tci</b> | 2014  |
| <b>r</b>   | 0,028 |

**Tabla 18**

*Ecuaciones para determinar población futura a 25 años de proyección usando el Método Geométrico*

---

**Ecuación 3**

---

$$P_f = P_{uc}(1+r)^{(T_f-T_{uc})}$$

**1973 habitantes**

---

### 3) Método Logarítmico

Se utiliza los siguientes datos y ecuaciones:

| DATOS |       |
|-------|-------|
| Pcp   | 989   |
| Pca   | 707   |
| Tcp   | 2022  |
| Tca   | 2014  |
| e     | 2,718 |

**Tabla 19**

*Ecuaciones para determinar población futura a 25 años de proyección usando el Método Logarítmico*

---

|                   |   |                        |
|-------------------|---|------------------------|
| <b>Ecuación 6</b> | $K_g = \frac{\ln P_{cp} - \ln P_{ca}}{T_{cp} - T_{ca}}$ | <b>0,042</b>           |
| <b>Ecuación 7</b> | $P_f = P_{ca} e^{K_g(T_f - T_{ca})}$                    | <b>1831 habitantes</b> |

---

#### 4.1.2. Dotación

En base a la **Tabla 3** de dotaciones recomendadas de acuerdo con el tipo de clima (Cálido) y para una población de hasta 5000 habitantes, se adoptó una dotación media futura de **200 l/hab/día**, tomando en cuenta que los habitantes de la



comuna Tugadua se dedican a la ganadería, es por esto por lo que demandan un poco más el consumo de agua.

### 4.1.3. Áreas de Aportación

El área tributaria total dentro del proyecto en estudio es de 12,50 hectáreas. A continuación, se detalla el número de áreas tributarias con su respectiva hectárea y finalmente la sumatoria de cada una de ella.

**Tabla 20**

*Área de aportación por tramos – primarios.*

| <b>COLECTOR PRIMARIO</b> | <b>TRAMO</b>    | <b>Ha PROPIA</b> | <b>Ha ACUM.</b> |
|--------------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| <b>PRIMARIO C</b>        | C1 - C2         | 1.83             | 1.83            |
|                          | C2 - C3         | 0.00             | 1.83            |
|                          | C3 - C4         | 0.00             | 1.83            |
|                          | C4 - C5         | 0.79             | 5.43            |
|                          | C5 - C6         | 0.00             | 5.43            |
|                          | C6 - C7         | 2.71             | 9.87            |
|                          | C7 - C8         | 0.74             | 12.49           |
|                          | C8 - C9         | 0.00             | 12.49           |
|                          | C9 - C10        | 1.45             | 16.41           |
|                          | C10 - EST. BOM. | 1.04             | 18.29           |

**Tabla 21**

*Área de aportación por tramos – secundarios.*

| <b>COLECTORES SECUNDARIOS</b> | <b>TRAMO</b> | <b>Ha PROPIA</b> | <b>Ha ACUM.</b> |
|-------------------------------|--------------|------------------|-----------------|
| <b>SECUNDARIO C4.1</b>        | C4.1 - C4.2  | 1.29             | 1.29            |
|                               | C4.2 - C4.3  | 0.91             | 2.20            |
|                               | C4.3 - C4    | 0.60             | 2.81            |
| <b>SECUNDARIO C6.1</b>        | C6.1 - C6.2  | 1.73             | 1.73            |
|                               | C6.2 - C6    | 0.00             | 1.73            |
| <b>SECUNDARIO C7.1</b>        | C7.1 - C7    | 1.88             | 1.88            |

|                         |               |      |      |
|-------------------------|---------------|------|------|
| <b>SECUNDARIO C9.1</b>  | C9.1 - C9.2   | 1.43 | 1.43 |
|                         | C9.2 - C9.3   | 0.00 | 1.43 |
|                         | C9.3 - C9     | 1.04 | 2.47 |
| <b>SECUNDARIO C10.1</b> | C10.1 - C10.2 | 0.65 | 0.65 |
|                         | C10.2 - C10   | 0.19 | 0.84 |

#### **4.1.4. Densidad Poblacional**

Teniendo los datos de población futura y para un área de aportación por manzanas de 11,14 ha, se procede a calcular la densidad poblacional mediante la fórmula de la **Ecuación 8**.

$$D = \frac{Pf}{A}$$

$$D = \frac{1573}{11,14} = 200 \text{ hab/ha}$$

## **4.2. CÁLCULO DEL SISTEMA DE ALCANATRILLADO SANITARIO**

### **4.2.1. Caudal medio**

Hallamos la población multiplicando el área aportación del tramo respectivo a trabajar por la densidad poblacional; teniendo así:

$$\text{Población} = (\text{área propia} + \text{área acumulada}) * \text{densidad poblacional} \quad \text{Ecuación 33}$$

$$Población_{tramo\ 10-estación\ bombeo} = 18,29\ ha * 200\ hab/ha$$

$$Población_{tramo\ 10-estación\ bombeo} = 3658\ hab$$

Obteniendo los datos anteriores, procedemos a hallar el caudal medio mediante la **Ecuación 9**.

$$Q_m = \frac{Población * Dotación}{86400}$$

$$Q_m\ tramo\ 10-estación\ bombeo = \frac{3658 * 200}{86400} = 8,47\ l/seg$$

#### **4.2.2. Caudal máximo horario**

Por noma, asumimos un coeficiente de flujo máximo de 2 y un coeficiente de retorno de 0,85. Con estos datos podemos calcular el caudal máximo horario expresado por la **Ecuación 10**:

$$Q_{max.hor} = Q_m * k * C$$

$$Q_{max.hor\ tramo\ 10-estación\ bombeo} = 8,47 * 2 * 0,85 = 14,39\ l/seg$$

#### **4.2.3. Caudal de infiltración**

Para el cálculo del caudal de infiltración se adoptó el valor de 0.4 lt/seg para luego multiplicarla por el área de aportación acumulada, es decir, considerando el

área de las calles que intervienen en el respectivo tramo, se obtiene con la siguiente **Ecuación 11.**

$$Q_{\text{infiltración}} = \frac{14000}{86400} * \text{área}$$

$$Q_{\text{infiltración tramo 10-estación bombeo}} = \frac{14000}{86400} * 18,29 = \mathbf{2,96 \text{ l/seg}}$$

#### ***4.2.4. Caudal de conexiones erradas***

Para el caudal de conexiones ilícitas se tomó en consideración 0.2 lt/seg multiplicado por el área de aportación acumulada. Procedemos a aplicar la **Ecuación 12.**

$$Q_{\text{erradas}} = \frac{80}{86400} * \text{población}$$

$$Q_{\text{erradas tramo (1-2)}} = \frac{80}{86400} * 3658 = \mathbf{3,39 \text{ l/seg}}$$

#### ***4.2.5. Caudal de diseño***

Una vez hallados los datos anteriores, procedemos a calcular el caudal de diseño, que va a ser la suma del caudal medio, caudal máximo horario, caudal de infiltración y caudal de conexiones erradas.

$$Q \text{ de diseño} = \sum Q$$

$$Q \text{ de diseño} = Q_{\text{max. hor}} + Q_{\text{infiltración}} + Q_{\text{erradas}}$$

$$Q \text{ de diseño}_{\text{tramo 10-estación bombeo}} = 14,39 + 2,96 + 3,39$$

$$Q \text{ de diseño}_{\text{tramo 10-estación bombeo}} = \mathbf{20,74 \text{ l/seg}}$$

Los resultados de los demás tramos con sus respectivos cálculos de caudales y relaciones hidráulicas se pueden evidenciar en el **Anexo 3** del presente proyecto de investigación.

### **4.3. CÁLCULO DEL SISTEMA DE ALCANATRILLADO PLUVIAL**

#### ***4.3.1 Áreas de Aportación***

Al igual que en el sistema de aguas servidas, se procede a agrupar los tramos por áreas de aportación. La tabla siguiente, muestra las áreas de aportación que intervienen en cada tramo diseñado en la red

**Tabla 22**

*Áreas de aportación de Aguas Lluvias tramos – primarios*

| <b>COLECTOR</b>   | <b>TRAMO</b> | <b>Ha. PROPIA</b> | <b>Ha. ACUM.</b> |
|-------------------|--------------|-------------------|------------------|
| <b>PRIMARIO D</b> | C1-C2        | 0,28              | 0,28             |
|                   | C2-C3        | 0,31              | 1,34             |
|                   | C3-C4        | 0,87              | 2,21             |
|                   | C4-C5        | 3,27              | 5,48             |
|                   | C5-C6        | 1,21              | 6,69             |
|                   | C6-C7        | 0,38              | 8,71             |
|                   | C7-C8        | 0,83              | 9,54             |
|                   | C8-DESCARGA  | 0,65              | 10,19            |

**Tabla 23**

*Áreas de aportación de Aguas Lluvias tramos – secundarios*

| <b>COLECTOR</b>         | <b>TRAMO</b> | <b>Ha.<br/>PROPIA</b> | <b>Ha.<br/>ACUM.</b> |
|-------------------------|--------------|-----------------------|----------------------|
| <b>SECUNDARIO D 2.1</b> | C2.1-C2      | 0,75                  | 0,75                 |
| <b>SECUNDARIO D 4.1</b> | C4.1-C4      | 0,89                  | 0,89                 |
| <b>SECUNDARIO D 6.1</b> | C6.1-C6      | 1,64                  | 1,64                 |
| <b>SECUNDARIO D 10</b>  | C10-DESCARGA | 1,81                  | 1,81                 |

### **4.3.2 Coeficiente de Escurrimiento**

De acuerdo con la **Tabla 9**, se adopta un valor de coeficiente de escurrimiento de 0,55.

### **4.3.3 Intensidad de lluvia**

- a) **Tiempo de concentración:** Según Senagua, se puede adoptar valores entre 10 a 30 minutos, para esta investigación, adoptaremos el valor de 10 minutos. Para la cuenca hidrográfica haremos uso de la **Ecuación 34** de Kirpich.

$$t = 0,02 * L^{0,77} * S^{-0,387} \qquad \text{Ecuación 34}$$

$$t = 0,02 * 2902,50^{0,77} * 0,0129^{-0,387} = 49,52 \text{ min}$$

Obteniendo un tiempo de concentración de **49,52 min.** Utilizamos los datos mostrados del **Anexo 7**

- a) **Período de retorno:** Se tomará un valor de 5 años.

Adoptados los valores anteriores, se puede calcular la intensidad de lluvia con la ayuda de las ecuaciones de la **Tabla 8**.

$$I = 135,7748 * T^{0,2169} * t^{-0,3063} \quad \text{Ecuación 35}$$

$$I = 135,7748 * 5^{0,2169} * 10^{-0,3063} = 95,09 \text{ mm/h}$$

#### **4.3.4 Caudal de diseño**

Por consiguiente, se pasará a calcular el caudal de diseño con el método Racional mediante la **Ecuación 20**.

$$Q = 0,00278 * C * I * A$$

$$Q_{C8-DESCARGA} = 0,00278 * 0,55 * 95,09 * 11,08$$

$$Q_{C8-DESCARGA} = 1611,50 \text{ l/seg}$$

Los resultados de los demás tramos con sus respectivos cálculos de caudales y relaciones hidráulicas del AA.LL. se pueden evidenciar en el **Anexo 4**.

#### **4.4. CÁLCULOS DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN**

#### 4.4.1 Determinación del DBO

**Tabla 24**

*Datos para la determinación del DBO*

| <b>Datos para determinar el DBO</b> |      |                   |
|-------------------------------------|------|-------------------|
| <b>Población futura</b>             | 2226 | <i>habitantes</i> |
| <b>Dotación</b>                     | 80   | <i>L/Hab*día</i>  |
| <b>contribución DBO</b>             | 78   | <i>g/Hab/día</i>  |

En la contribución de DBO, se asume el valor sugerido en la SENAGUA, de acuerdo con la **Tabla 12**, por tanto que en la dotación adoptamos un valor de 78 l/hab/día para llegar a un valor de DBO acorde con la realidad.

- a) Carga orgánica, la calcularemos con la siguiente fórmula:

$$C.O. = \frac{\text{Población} * DBO_5}{1000} \quad \text{Ecuación 36}$$

$$C.O. = \frac{2226 * 78}{1000} = 173,59 \text{ kg}$$

- b) Usaremos una aportación del 75% de la dotación, quedando **60 l/hab/día**.

- c) Hallamos el caudal medio, mediante la **Ecuación 9**

$$Q_m = \frac{2226 * 60}{86400} = 1,55 \text{ l/seg} = 133,53 \text{ m}^3/\text{día}$$



d) Por consiguiente, calculamos el DBO5 con la formulada mostrada a continuación:

$$DBO_5 \text{ en el influente} = \frac{C. O. * 1000}{Q_{\text{medio}}} \quad \text{Ecuación 37}$$

$$DBO_5 \text{ en el influente} = \frac{173,59 * 1000}{133,53} = 130 \text{ mg/l}$$

#### 4.4.2 Cálculo de laguna anaerobia

**Tabla 25**

*Datos para el cálculo de laguna anaerobia*

| Datos de entrada                  |          |                     |
|-----------------------------------|----------|---------------------|
| <b>Población futura</b>           | 2226     | personas            |
| <b>Prod. per cápita de AA. SS</b> | 200      | L/persona/día       |
| <b>Q de diseño</b>                | 1.792,22 | m <sup>3</sup> /día |
| <b>DBO Afluente</b>               | 0,13     | Kg/m <sup>3</sup>   |
| <b>Temperatura</b>                | 20       | °C                  |
| <b>N de unidades</b>              | 2        | unidades            |
| <b>Q de diseño cada unidad</b>    | 896,11   | m <sup>3</sup> /día |

a) **Carga orgánica volumétrica**, se usa la **Tabla 13** respecto a la temperatura del lugar de investigación en °C.

$$\text{carga orgánica volumétrica} = 20T - 100$$

$$\text{carga orgánica volumétrica} = 20(20) - 100 = 300 \text{ gDBO/m}^3 \text{ día}$$

b) El volumen, se puede hallar con la **Ecuación 21**

$$\lambda v = \frac{L_i * Q}{V_a}$$

$$V_a = \frac{896,11 * 130}{300} = 388 \text{ m}^3$$

c) **Tiempo de retención hidráulico**, este valor debe ser  $\geq 1$  día, por ende escogimos un valor de 3 días de tiempo de retención.

d) **Volumen de la laguna**, con ayuda de la **Ecuación 22**, procedemos a despejar el volumen, quedando así la siguiente ecuación.

$$V_a = \theta_a * Q \quad \text{Ecuación 38}$$

$$V_a = 3 * 896,11 = 2688 \text{ m}^3$$

e) **Requerimiento del área**, en este punto, hacemos uso de una profundidad de 3,5 m y calculamos el área con la **Ecuación 23**

$$A = \frac{Q * \theta_a}{D}$$

$$A = \frac{896,11 * 3}{3,50} = 768 \text{ m}^2$$

f) **Largo y ancho**, para efectos de cálculos, la relación largo-ancho (**r**) está en el rango de 2-3, por esto, usamos el valor de 2. Seguidamente hallamos su largo y ancho las respectivas fórmulas dadas a continuación:

$$\text{Ancho} = \left(\frac{A}{r}\right)^{\frac{1}{2}} \quad \text{Ecuación 39}$$

$$\text{Ancho} = \left(\frac{768}{2}\right)^{\frac{1}{2}} = 19,60 \text{ m} = 20 \text{ m}$$

$$\text{Largo} = \text{Ancho} * r$$

*Ecuación 40*

$$\text{Largo} = 20 * 2 = 40 \text{ m}$$

- g) **Eficiencia de remoción**, para este apartado se podría usar la **Tabla 13**, sin embargo, adoptamos el valor del 50% de remoción de DBO tal como sugiere la norma SENAGUA.
- h) **DBO efluente**, vendría a ser el 50% de la DBO afluente (130 mg/l), teniendo así un DBO efluente de **65 mg/l**.
- i) **Volumen de lodo**, el volumen del lodo vendría siendo 1/3 del volumen de la laguna (2688 m<sup>3</sup>), quedándonos de esta forma un volumen de lodo de 896 m<sup>3</sup>.
- j) **Altura de lodo**, procedemos a efectuar la ecuación siguiente:

$$\text{Altura} = \frac{\text{Volumen}}{\text{Área}}$$

*Ecuación 41*

$$\text{Altura} = \frac{896 \text{ m}^3}{768 \text{ m}^2} = 1,20 \text{ m}$$

- k) **Volumen de lodo por año**, teniendo la población futura de 2226 habitantes y estableciendo una tasa de acumulación de 0,04 m<sup>3</sup>/persona año citado en el libro Duncan Mara, podemos hallar el volumen de lodo por año con esta ecuación.

$$V_{\text{lodo por año}} = \text{Población} * \text{Tasa de acumulación} \quad \text{Ecuación 42}$$

$$V_{\text{lodo por año}} = 2226 * 0,04 = 89,02 \text{ m}^3/\text{año}$$

l) **Frecuencia máxima de deslode**, este paso se obtiene siguiendo la siguiente ecuación.

$$\text{Frecuencia de deslode} = \frac{V_{\text{lodo}}}{V_{\text{lodo por año}}} \quad \text{Ecuación 43}$$

$$\text{Frecuencia de deslode} = \frac{896}{89,02} = 10 \text{ años}$$

Con este resultado se puede deducir que cada 6 años, se realizará la limpieza o deslode de la laguna anaerobia.

m) **Dimensiones de laguna anaerobia.**

**Tabla 26**

*Dimensiones de laguna anaerobia*

| DIMENSIONES LAGUNA ANAEROBIA |     |   |
|------------------------------|-----|---|
| LARGO                        | 40  | m |
| ANCHO                        | 20  | m |
| PROFUNDIDAD                  | 3,5 | m |

#### 4.4.3 Cálculo de laguna facultativa

**Tabla 27**

*Datos para el cálculo de laguna facultativa.*

| Datos de entrada |                              |
|------------------|------------------------------|
| Q de diseño      | 1.792,22 m <sup>3</sup> /día |

|                           |        |                          |
|---------------------------|--------|--------------------------|
| <b>DBO Afluente</b>       | 0,065  | <i>Kg/m<sup>3</sup></i>  |
| <b>Temperatura</b>        | 20     | <i>°C</i>                |
| <b>Número de unidades</b> | 2      | <i>unidad</i>            |
| <b>Q de diseño</b>        | 896,11 | <i>m<sup>3</sup>/día</i> |

a) **Carga orgánica superficial;** como primer paso se haya la carga orgánica superficial con ayuda de la **Ecuación 27.**

$$\lambda_s = 350 * (1,107 - 0,002T)^{T-25}$$

$$\lambda_s = 350 * (1,107 - 0,002(20))^{20-25} = 253 \text{ kg/ha.día}$$

b) **Área;** el área requerida a utilizar se da mediante la siguiente ecuación.

$$A_f = \frac{10 * Q * DBO_{afluente}}{\lambda_s} \quad \text{Ecuación 44}$$

$$A_f = \frac{10 * 65 * 896,11}{253} = 2302 \text{ m}^2$$

c) **Profundidad;** la profundidad se puede tomar valores en el rango de 1 m -2,50 m, para este caso se adoptará una profundidad de 2,00 m.

d) **Tiempo de retención;** se efectuará este cálculo mediante la **Ecuación 28**

$$\theta = \frac{A_f * D}{Q}$$

$$\theta = \frac{2302 * 2}{896,11} = 5,14 \text{ días} = 5 \text{ días}$$

- e) **Largo y Ancho**; se adoptará una relación largo-ancho (**r**) de 2, con este valor, se calculará el largo y el ancho con las ecuaciones **Ecuación 39** y **Ecuación 40**.

$$\text{Ancho} = \left(\frac{2302}{2}\right)^{\frac{1}{2}} = 33,90 \text{ m} = \mathbf{34 \text{ m}}$$

Se adopta un valor de 21 m para mantener el ancho de la laguna anaerobia.

$$\text{Largo} = 34 * 2 = \mathbf{68 \text{ m}}$$

- f) **Eficiencia de remoción**; la ecuación de la eficiencia de remoción está dada por una constante de descomposición **k**, la cual se adoptará un valor de 0,10 días<sup>-1</sup>. El siguiente paso será calcular **k** corregida a temperatura local usando la **Ecuación 30**.

$$K_{1(T)} = K_{1(20)} * 1,05^{T-20}$$

$$K_{1(20)} = 0,10 * 1,05^{20-20} = \mathbf{0,10 \text{ día}^{-1}}$$

Después de haber calculado la **k** corregida, procedemos a calcular la eficiencia de remoción con la **Ecuación 29**

$$L_e = \frac{L_i}{1 + K_1 * \theta}$$

$$L_e = \frac{65}{1 + 0,10 * 5,14} = \mathbf{42,94 \text{ mg/l}}$$

- g) **DBO filtrada;** se obtiene mediante la **Ecuación 31**. Para este cálculo usamos una fracción de algas del 0,70.

$$L_e(\text{filtrada}) = F_{na} [L_e(\text{infiltrada})]$$

$$L_e(\text{filtrada}) = (1 - 0,70) * (42,94) = 13 \text{ mg/l}$$

- h) **Dimensiones de laguna facultativa.**

**Tabla 28**

*Dimensiones de laguna facultativa*

| DIMENSIONES LAGUNA FACULTATIVA |    |   |
|--------------------------------|----|---|
| LARGO                          | 68 | m |
| ANCHO                          | 34 | m |
| PROFUNDIDAD                    | 2  | m |

- i) **Filtro de piedra;** se usarán piedras alrededor de 40 mm a 100 mm con un tiempo de retención de 1 día y una altura adoptada entre 0,60 m a 1 m, para efecto de cálculo se adoptará un valor de 0,60 m. Usando la siguiente ecuación, se despejará el área, obteniendo así el resultado mostrado a continuación.

$$Q = \frac{v}{T} \quad \text{Ecuación 45}$$

$$Q = \frac{A * H}{T} \quad \text{Ecuación 46}$$

$$A = \frac{Q * T}{H} \quad \text{Ecuación 47}$$

$$A = \frac{896,11 * 0,30}{0,60} = 448 \text{ m}^2$$

Una vez calculado el área, por simple deducción se obtiene el largo del filtro dividiendo el área para el ancho, el cual seguirá el mismo ancho de la laguna facultativa (34 m). Obteniendo el ancho de la siguiente forma.

$$\text{Largo} = \frac{A}{\text{Ancho}} \quad \text{Ecuación 48}$$

$$\text{Largo} = \frac{448}{34} = 13 \text{ m}$$

**j) Dimensiones del filtro de piedra.**

**Tabla 29**

*Dimensiones del filtro de piedra.*

| <b>DIMENSIONES FILTRO DE PIEDRA (40mm - 100mm)</b> |      |   |
|--|------|---|
| <b>LARGO</b>                                       | 13   | m |
| <b>ANCHO</b>                                       | 34   | m |
| <b>PROFUNDIDAD</b>                                 | 0,60 | m |



# **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5.1. CONCLUSIONES**

- En base a los datos recopilados y otorgados por el presidente de la Comuna Tugaduaja, Sr. Euclides Cruz, en el mes de julio del año 2022, se obtuvo un total de habitantes de 989 dentro del área de proyecto que incluye los barrios Bellavista, Central, 2 de Noviembre y Joffre Giménez, con la cual se consiguió calcular una población futura a 25 años de 2226 habitantes, una dotación de agua futura de 200 l/hab/día y una densidad poblacional futura de 200 hab/ha. El levantamiento topográfico se efectuó en el mes de septiembre del año 2022 mediante el equipo GPS RTK, se usaron dos hitos con placa # 8 y # 9 proporcionadas por la Prefectura de Santa Elena ubicadas dentro del polígono del reciente puente construido, con coordenadas UTM E: 544013.075, N:9732570.817 en la base y E:543908.169, N:9732664.795 en la referencia.
  
- El diseño de alcantarillado sanitario y pluvial se llevó a cabo en base al amanzanamiento y solarización de la comuna, levantamiento topográfico, hojas topográficas IGM, normativa EX – SENAGUA de la dirección de agua potable y saneamiento vigentes del país en los barrios Bellavista, Central, 2 de Noviembre y Joffre Giménez, pertenecientes a la comuna Tugaduaja. El sistema de alcantarillado sanitario se consideró un área total de aportación de 18.30 hectáreas, el sistema consta de un Colector principal C con una longitud L=635m y colectores secundarios colector C 4.1, C 6.1, C 7.1, C 9.1 y C 10.1 con L=268.10m, L=143.45m, L=62.75m, L=169.15m, y L=206.20m respectivamente. El caudal de diseño resultó en Qd =20,74 l/seg, mientras que el diámetro del colector principal y secundarios no es

mayor a  $d = 200$  mm con velocidades reales mayores a  $v = 0.45$  m/seg. Profundidad mínima  $h=1.20$ m y máxima  $h=3.65$  m.

- En el sistema de alcantarillado pluvial se consideró un área de aportación propia del área de proyecto  $A= 20.60$  hectáreas y un área adicional exterior de la cabecera  $A= 69$  hectáreas de la cuenca hidrográfica que descarga en las alcantarillas del área de proyecto, el sistema de alcantarillado pluvial consta de dos colectores principales D con una  $L = 604.20$  m y cuatro colectores secundarios D 2.1, D 4.1, D 6.1 y D 10 con longitudes  $L = 57$ m,  $L=77$ ,  $L = 62$ m y  $L = 84$ m respectivamente. Los caudales de cada uno de los colectores principales y secundarios son los siguientes:  $Q_D = 1611$  l/seg,  $Q_{D\ 2.1} = 109,04$  l/seg,  $Q_{D\ 4.1} = 130$  l/seg  $Q_{D\ 6.1} = 238,4$  l/seg y  $Q_{D\ 10} = 263,6$  l/seg. Los diámetros dentro del sistema pluvial varían entre 250mm a 100mm, las velocidades son mayores a 1.20 m/seg y menor a 3.22 m/seg.
- Para el tratamiento de las aguas residuales domésticas se diseñaron dos lagunas anaerobias como primera unidad de tratamiento y dos lagunas facultativas como unidades secundarias seguidas cada una de ellas de un filtro de piedras constituidos por piedras tipo granzoncillo de 100mm de diámetro, con el fin de mejorar la calidad del efluente de las lagunas y evitar que los sólidos floten hacia la superficie. Las lagunas anaerobias por unidad tienen la siguiente dimensión: largo = 40m, ancho = 20m y profundidad = 3,5m, obteniendo un volumen total  $V = 2688$ m<sup>3</sup>, tiempo de retención  $T = 3$  días,  $DBO_{\text{afluente}} = 130$  mg/l y  $DBO_{\text{efluente}} = 65$  mg/l. Las lagunas facultativas por unidad tienen la dimensión siguiente: largo = 68m, ancho = 34m y profundidad = 2m, resultando un volumen total  $V=4613,60$ m<sup>3</sup>, tiempo de retención  $T = 5$  días, un  $DBO_{\text{afluente}} = 65$  mg/l y un  $DBO_{\text{efluente}} = 13$  mg/l. Finalmente los filtros de piedras tienen una dimensión de 68m de largo, 34m de ancho y 0.60m de profundidad.
- La ubicación de las lagunas de estabilización fue seleccionada tomando en cuenta la disponibilidad de un terreno comunal, las características de la

topografía, espacio y dirección del viento (De Noreste a Suroeste). También que su implantación está por encima de la cota de inundación con un nivel de 14.70 msnm, el Rio Tugaduaja con un nivel de 4.57 msnm con una diferencia de altura de 10.13m.

- El presupuesto referencial se ejecutó de acuerdo con los precios unitarios proporcionados por la Prefectura de Santa Elena, los cuáles determinaron el valor de \$1,094,074.95 centavos como presupuesto final del proyecto.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda a las autoridades competentes realicen de manera primordial la construcción del sistema de alcantarillado sanitario, pluvial y tratamiento de aguas servidas para los habitantes de la zona del proyecto en la comuna Tugaduaja.
- Realizar el estudio de suelo que logren determinar la cimentación de las tuberías y cámaras, además del talud de la zanja de instalación de la red del sistema de alcantarillado AA.SS. y AA.LL.
- Operar apropiadamente las lagunas de estabilización y llevar a la práctica un monitoreo permanente que permita enmendar las posibles falencias durante el proceso, realizando los mantenimientos preventivos pertinentes a fin de que las lagunas logren conseguir un buen funcionamiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arborea, S., Giannoccaro, G., De Gennaro, B. C., Iacobellis, V., & Piccinni, A. F. (2017). Cost–Benefit Analysis of Wastewater Reuse in Puglia, Southern Italy. *Water*, 9(3). doi:10.3390/w9030175
- Baquerizo Figueroa, B. G. (2018). *Elaboración de un estudio técnico para la reutilización de aguas residuales mediante un sistema de tratamientos de aguas residuales casero del sector Santa Rosa, cantón Salinas, provincia de Santa Elena, año 2017*. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena. 2018, Retrieved from <http://repositorio.upse.edu.ec:8080/jspui/handle/46000/4273>
- Barriga Ruiz, W. J., & Sánchez Lumba, H. P. (2018). Modelamiento hidráulico de sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales domésticas del centro poblado Samne-Otuzco-La Libertad, aplicando la normatividad del CEPIS.
- Carrasco Cobos, J. C., & Cayambe Yambay, B. M. (2017). *Diseño del Sistema del Alcantarillado Sanitario, Planta de Tratamiento de Aguas Residuales con Sistema Wetland Subsuperficial Horizontal para la Parroquia San Gerardo del Cantón Guano de la Provincia de Chimborazo*. Universidad Nacional de Chimborazo, 2017,
- Carrera Orbe, J. M. (2011). *Diseño de alcantarillado sanitario y pluvial y tratamiento de aguas servidas del sector de Tinguichaca, del cantón Morona, de la provincia de Morona Santiago*. PUCE, Retrieved from <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/12743>
- Carvajal Orrala, J. B., & Zárate Salvatierra, G. M. (2022). *Diseño de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios 24 de Diciembre, Santa Catalina, 6 de Enero, Alausí y El Suspiro pertenecientes a la comuna Río Verde*. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena. 2022, Retrieved from <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8444>
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, C. (2005). *GUÍAS PARA EL DISEÑO DE TECNOLOGÍAS DE ALCANTARILLADO*. In *Organización Panamericana de la Salud (OPS)* (pp. 73). Retrieved from [https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/CEPISO~1.PDF](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CEPISO~1.PDF)
- CERECEDA SILVA, B. (2018). DESARROLLO DE SISTEMA DE SOPORTE DE DECISIONES PARA EL DISEÑO DEL PRETRATAMIENTO EN UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES ASISTIDO POR WEB.
- CONAGUA. (2015). *Drenaje Pluvial Urbano*. In Vol. 1. *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento* (pp. 145). Retrieved from <http://cmx.org.mx/wp-content/uploads/MAPAS%202015/libros/SGAPDS-1-15-Libro19.pdf>
- Córdova Barrios, I. C., Córdova Mendoza, P., Barrios Mendoza, T. O., García Espinoza, A. J., & Huayta Arroyo, A. M. (2019). Diseño de un Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente a Nivel de Laboratorio Para el Tratamiento de Agua Residual Municipal en el Distrito de Guadalupe.

- CPE-INEN. (1992). *NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES*. In Vol. 5. *CÓDIGO DE PRACTICA ECUATORIANO* (pp. 1-288). Retrieved from [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe\\_inen\\_5-parte9-1.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe_inen_5-parte9-1.pdf)
- Duque, N., Bach, P. M., Scholten, L., Fappiano, F., & Maurer, M. (2022). A Simplified Sanitary Sewer System Generator for Exploratory Modelling at City-Scale. *Water Research*, 209, 117903. doi:<https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117903>
- Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable, E. (2009). Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q. 158. [https://www.ecp.ec/wp-content/uploads/2017/08/NORMAS\\_ALCANTARILLADO\\_EMAAP.pdf](https://www.ecp.ec/wp-content/uploads/2017/08/NORMAS_ALCANTARILLADO_EMAAP.pdf)
- Gallardo Piedra, Y. J. (2018). *Modelos de crecimiento poblacional de habitantes y proyecciones para el distrito de Tambogrande-Piura, 2000-2021*. Universidad Nacional de Piura, Retrieved from <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1420>
- Guale Villao, K. M., & Veliz Franco, J. W. (2018). *Diseño de alcantarillado Sanitario y Pluvial de la coop. El Descanso cantón Guayaquil provincia del Guayas*. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas ...,
- Herdoíza Dávila, F. J. (2010). *Diseño del alcantarillado sanitario y pluvial de Poaló, del cantón Latacunga*. QUITO/PUCE/2010,
- Hernández Miculax, E. E. (2016). *Diseño de un sistema de alcantarillado sanitario y un sistema de alcantarillado pluvial para la comunidad El Durazno, Chimaltenango, Chimaltenango*. (Licenciatura), Universidad de San Carlos de Guatemala, Retrieved from <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/5674>
- Hidrología, I. N. d. M. e. (2019). *Determinación de Ecuaciones para el Cálculo de Intensidades Máximas de Precipitación*. In *Actualización del Estudio de Lluvias Intensas* (pp. 7-282). Retrieved from [https://www.inamhi.gob.ec/Publicaciones/Hidrologia/ESTUDIO\\_DE\\_INTENSIDADES\\_V\\_FINAL.pdf](https://www.inamhi.gob.ec/Publicaciones/Hidrologia/ESTUDIO_DE_INTENSIDADES_V_FINAL.pdf)
- INTERAGUA. (2013). Normas y Criterios de Diseño para Acueducto y Alcantarillado en la Ciudad de Santiago de Guayaquil. In: Volumen.
- Ivette, A. (2021). Densidad de población. <https://economipedia.com/definiciones/densidad-de-poblacion.html>
- Jiménez Terán, J. M. (2013). MANUAL PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO. *Facultad de Ingeniería Civil*, 4-207. <https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-de-Diseno-para-Proyectos-de-Hidraulica.pdf>
- Lagua Pilco, B. G. (2014). *Las aguas servidas y su incidencia en la salubridad de los habitantes de la parroquia San Miguelito del cantón Pillaro, provincia de Tungurahua*. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica ..., Retrieved from <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/7450>
- Lopera Sossa, Á. (2018). Diseño y tratamiento de lagunas de estabilización Santa Rosa de Cabal. doi:<https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/17028>
- López Cualla, R. A. (1995). *Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados*. Bogotá, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.

- López Cualla, R. A. (2003). *Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados* (E. C. d. Ingeniería Ed. Segunda ed.). Bogotá, Colombia.
- Lozada Cano, Y. A., & Gutierrez Berrio, Y. Y. (2015). Propuesta económica para la implementación de una planta de tratamiento de agua residuales domesticas para viviendas aledañas al Rio Magdalena del barrio El Progreso y vereda Dos Rios de la inspección de Cambao del municipio de San Juan de Rio Seco del departamento de Cundinamarca.
- Manual de Agua Potable, A. y. S. (2007). Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales:  
*. Lagunas de Estabilización*, 169.
- Mara, D. (2003). *Tratamiento de Aguas Reisduales Domésticas en países en desarrollo*. Londres: Instituto Internacional para medio Ambiente y Desarrollo.
- Moreno Vásquez, G. P. (2016). *DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA EL BARRIO MÉXICO, CIUDAD PUYO, PROVINCIA DE PASTAZA*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, Retrieved from <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24441/1/Tesis%201075%200-%20Moreno%20V%c3%a1squez%20Germania%20Priscila.pdf>
- Muñoz Pita, K. E., & Tumbaco Muñoz, K. D. (2022). *Diseño de alcantarillado pluvial para el sector 6 de diciembre del cantón la Libertad*. Universidad de Guayaquil-Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas-Carrera ..., Retrieved from file:///C:/Users/user/Downloads/BMAT-5%20127-Ing.%20CIVIL%20-%20MU%C3%91OZ%20PITA%20KLEYNER%20EFREN%20-%20TUMBACO%20MU%C3%91OZ%20KEVIN%20DANIEL.pdf
- Negrete Ramos, A. J. (2001). Diseño de una planta piloto de discos biológicos rotatorios para aguas residuales institucionales en Barranquilla–Colombia.
- Orrala Soriano, R. M. (2017). *Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales mediante la aplicación de tecnología de bioreactores de lecho móvil (Proceso Mbbf), para minimizar el impacto Ambiental en La ciudadela la Milina, del Cantón Salinas, Provincia de Santa Elena, Año 2017*. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2017., Retrieved from <http://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/3982>
- Panchana Lindao, G. (Producer). (2011, septiembre 17). Blogger. Retrieved from <http://geomaira-panchana.blogspot.com/2011/09/limites.html>
- Parrales Matute, D. A. (2017). *Diseño de la Red de alcantarillado sanitario incluido propuesta del sistema de tratamiento de aguas residuales, parroquia La América*. JIPIJAPA-UNESUM, Retrieved from <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/827>
- Parrales Plua, E. G., & Quirumbay Vera, M. D. (2022). *Diseño de mezcla de hormigón utilizando Metacaolin para obtener una resistencia a la compresión mayor a 210 Kg/cm2*. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena. 2022, Retrieved from <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8441>
- Peláez Ruiz, K. L. (2018). *Estudios y diseños del sistema de saneamiento y alcantarillado pluvial de la comunidad La Victoria, cantón Limón Indanza*. Universidad Católica de Cuenca, Retrieved from <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/1965>
- Peña, S., Mayorga, J., & Montoya, R. (2018). Propuesta de tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de Yaguachi (Ecuador). *39(2)*, 161-167.

- Pico Trujillo, D. A. (2021). Propuesta de diseño del sistema de alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial y repotenciación de la estación de bombeo existente, en las cooperativas Andrés Quiñónez y Vencer o Morir de la Isla Trinitaria en la ciudad de Guayaquil.
- Pinzón de la Rosa, K. J. (2019). *Afectación ambiental de la calidad del agua del caño Usivar generada por la planta de tratamiento de agua residual del municipio de Yopal, departamento de Casanare*. Universidad de Manizales, Retrieved from <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/3512>
- Rengifo Alayo, D. A., & Safora Herrera, R. A. (2017). *Propuesta de diseño de un sistema de alcantarillado y/o unidades básicas de saneamiento en la localidad de Carhuacocha, distrito de Chilia–Pataz–La Libertad, 2017*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/11537/11652>
- RÍOS HUACÓN, J. E., & SALTOS CATUTO, J. E. (2015). *Diseño del sistema de alcantarillado pluvial y sanitario para las ciudadelas Cica y los Laureles del cantón Santa Elena*. Retrieved from <http://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2265>
- Rodríguez, M. C. M., & Cabrera, I. P. J. E. u. (2007). Tipos de estudio en el enfoque de investigación cuantitativa. 4(1), 35-38.
- SENAGUA. (1992). *NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES*. In *CÓDIGO DE PRÁCTICA ECUATORIANO*. Retrieved from <https://inmobiliariadja.wordpress.com/normas-sanitarias/>
- SIAPA. (2014). Criterios y Lineamientos Técnicos para Factibilidades. *Alcantarillado Sanitario, 3*, 2-38.
- Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado, S. (2014). *ALCANTARILLADO SANITARIO* In *CRITERIOS Y LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA FACTIBILIDADES* (pp. 38). Retrieved from [https://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo\\_3\\_alcantarillado\\_sanitario.pdf](https://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_3_alcantarillado_sanitario.pdf)
- Tapia Avila, J. P., & Orozco Daqui, T. C. (2017). *Diseño de un alcantarillado sanitario y pluvial para el centro parroquial Quimiag*. Universidad Nacional de Chimborazo, 2017, Retrieved from <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/3506>
- Torres, R. (2019). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. In: México, DF: McGraw-Hill Education.
- Vera Aquino, C. E. (2021). *Diagnóstico y evaluación del sistema de alcantarillado sanitario del barrio Carmen Buchelli de la parroquia Anconcito del cantón Salinas, provincia de Santa Elena*. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2021., Retrieved from <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5974>
- Vidal-Álvarez, M. J. R. (2019). Tratamiento de aguas residuales en México: problemáticas de salud pública y oportunidad de uso de ecotecnologías sustentables. 3(1-2), 41-58.
- Zúñiga Pico, C. X., & Zambrano Burgos, R. (2020). Alcantarillado sanitario y pluvial y su incidencia en la salud de la población de la ciudad de Milagro. 4(18). doi:<https://revistamapa.org/index.php/es/article/view/178>

# ANEXOS

## Anexo 1.

*Levantamiento topográfico mediante el equipo GPS RTK.*





## Anexo 2

### Puntos topográficos.

| Pto | E          | N           | Z      | CODE        |     |            |             |       |             |
|-----|------------|-------------|--------|-------------|-----|------------|-------------|-------|-------------|
| 150 | 544813.075 | 9732570.817 | 11.382 | Base        | 197 | 543673.942 | 9732765.587 | 8.471 | EJE         |
| 100 | 543908.169 | 9732664.795 | 8.657  | PLACA       | 198 | 543673.913 | 9732768.851 | 8.361 | VIA         |
| 101 | 543888.891 | 9732700.237 | 8.858  | POSTE       | 199 | 543673.762 | 9732769.975 | 8.237 | TN          |
| 102 | 543890.620 | 9732701.413 | 8.901  | TN          | 200 | 543669.038 | 9732769.233 | 8.452 | CAMARA      |
| 103 | 543891.138 | 9732703.558 | 9.097  | VIA         | 201 | 543666.487 | 9732769.557 | 8.625 | MUROALA     |
| 104 | 543891.963 | 9732706.780 | 9.213  | EJE         | 202 | 543667.819 | 9732770.893 | 7.835 | MUROALA     |
| 105 | 543891.374 | 9732712.102 | 9.293  | VIA         | 203 | 543663.453 | 9732769.789 | 8.584 | MUROALA     |
| 106 | 543891.485 | 9732715.765 | 9.293  | TN          | 204 | 543660.643 | 9732769.938 | 8.586 | MUROALA     |
| 107 | 543893.159 | 9732716.425 | 9.356  | VIA         | 205 | 543659.749 | 9732771.275 | 7.873 | MUROALA     |
| 108 | 543896.236 | 9732717.412 | 9.341  | EJE         | 206 | 543661.527 | 9732770.116 | 7.083 | INVERT      |
| 109 | 543899.932 | 9732718.537 | 9.268  | VIA         | 207 | 543662.771 | 9732770.245 | 7.075 | INVERT      |
| 110 | 543901.618 | 9732719.137 | 9.008  | TN          | 208 | 543664.072 | 9732770.121 | 7.070 | INVERT      |
| 111 | 543899.148 | 9732737.909 | 9.183  | LF          | 209 | 543665.446 | 9732769.907 | 7.307 | INVERT      |
| 112 | 543898.209 | 9732737.924 | 9.276  | MEDIDORAGUA | 210 | 543666.941 | 9732772.896 | 7.667 | TN          |
| 113 | 543897.003 | 9732737.812 | 9.187  | TN          | 211 | 543663.692 | 9732773.743 | 7.345 | CAUDAL      |
| 114 | 543896.192 | 9732737.776 | 9.241  | VIA         | 212 | 543659.108 | 9732774.029 | 8.093 | TN          |
| 115 | 543892.964 | 9732737.642 | 9.341  | EJE         | 213 | 543660.295 | 9732757.733 | 8.397 | MUROALA     |
| 116 | 543889.475 | 9732737.172 | 9.336  | VIA         | 214 | 543662.737 | 9732757.778 | 8.407 | MUROALA     |
| 117 | 543887.368 | 9732736.906 | 9.271  | TN          | 215 | 543665.427 | 9732757.790 | 8.379 | MUROALA     |
| 118 | 543880.802 | 9732737.438 | 9.339  | TN          | 216 | 543666.451 | 9732756.553 | 7.914 | MUROALA     |
| 119 | 543874.216 | 9732744.989 | 8.979  | LF          | 217 | 543664.948 | 9732757.417 | 7.162 | INVERT      |
| 120 | 543874.279 | 9732745.787 | 9.126  | MEDIDORAGUA | 218 | 543663.591 | 9732757.410 | 7.046 | INVERT      |
| 121 | 543874.184 | 9732747.864 | 8.915  | TN          | 219 | 543662.430 | 9732757.497 | 7.032 | INVERT      |
| 122 | 543874.138 | 9732748.776 | 9.032  | VIA         | 220 | 543661.252 | 9732757.500 | 7.057 | INVERT      |
| 123 | 543874.182 | 9732752.475 | 9.028  | EJE         | 221 | 543662.273 | 9732757.451 | 7.895 | LOMO        |
| 124 | 543874.115 | 9732756.420 | 9.034  | VIA         | 222 | 543659.358 | 9732756.045 | 7.660 | MUROALA     |
| 125 | 543886.655 | 9732757.959 | 9.141  | TN          | 223 | 543653.966 | 9732753.143 | 8.623 | TN          |
| 126 | 543887.898 | 9732758.160 | 9.239  | VIA         | 224 | 543660.562 | 9732752.204 | 7.101 | CAUDAL      |
| 127 | 543891.657 | 9732758.221 | 9.351  | EJE         | 225 | 543579.752 | 9732756.892 | 9.113 | BM          |
| 128 | 543894.951 | 9732758.263 | 9.263  | VIA         | 226 | 543645.240 | 9732748.881 | 8.792 | POSTE       |
| 129 | 543896.810 | 9732747.091 | 9.197  | POSTE       | 227 | 543642.385 | 9732745.332 | 8.635 | LF          |
| 130 | 543886.477 | 9732748.670 | 9.073  | VIA         | 228 | 543643.706 | 9732746.338 | 8.797 | PARQUE      |
| 131 | 543885.989 | 9732752.383 | 9.115  | EJE         | 229 | 543666.620 | 9732752.660 | 8.108 | TN          |
| 132 | 543886.060 | 9732756.233 | 9.112  | VIA         | 230 | 543671.648 | 9732745.170 | 8.313 | VIA         |
| 133 | 543882.054 | 9732758.311 | 9.115  | CANCHA      | 231 | 543668.780 | 9732745.930 | 8.255 | EJE         |
| 134 | 543881.650 | 9732776.921 | 9.157  | CANCHA      | 232 | 543666.211 | 9732745.987 | 8.104 | VIA         |
| 135 | 543865.871 | 9732776.448 | 9.080  | CANCHA      | 233 | 543671.313 | 9732730.690 | 8.653 | LF          |
| 136 | 543866.126 | 9732757.875 | 9.084  | CANCHA      | 234 | 543671.724 | 9732731.001 | 8.453 | TN          |
| 137 | 543851.667 | 9732747.664 | 8.855  | POSTE       | 235 | 543671.205 | 9732730.912 | 8.375 | VIA         |
| 138 | 543847.813 | 9732745.905 | 8.787  | MEDIDORAGUA | 236 | 543668.331 | 9732731.163 | 8.448 | EJE         |
| 139 | 543835.846 | 9732746.528 | 8.589  | LF          | 237 | 543664.841 | 9732731.165 | 8.227 | VIA         |
| 140 | 543835.608 | 9732748.039 | 8.655  | TN          | 238 | 543663.421 | 9732730.990 | 8.070 | TN          |
| 141 | 543835.667 | 9732749.125 | 8.803  | VIA         | 239 | 543656.953 | 9732730.273 | 7.227 | CAUDAL      |
| 142 | 543835.445 | 9732752.945 | 8.892  | EJE         | 240 | 543649.221 | 9732730.838 | 8.460 | TN          |
| 143 | 543835.321 | 9732756.717 | 8.869  | VIA         | 241 | 543642.838 | 9732731.427 | 8.773 | LF          |
| 144 | 543834.942 | 9732761.091 | 8.867  | TN          | 242 | 543638.734 | 9732708.095 | 8.600 | LF          |
| 145 | 543834.257 | 9732768.517 | 8.970  | TN          | 243 | 543645.321 | 9732707.970 | 8.355 | TN          |
| 146 | 543825.981 | 9732745.439 | 8.865  | MEDIDORAGUA | 244 | 543646.802 | 9732706.482 | 8.678 | MUROALA     |
| 147 | 543820.255 | 9732745.371 | 8.698  | MEDIDORAGUA | 245 | 543646.226 | 9732707.047 | 7.925 | MUROALA     |
| 148 | 543811.784 | 9732747.333 | 8.438  | POSTE       | 246 | 543649.473 | 9732706.303 | 8.698 | MUROALA     |
| 149 | 543807.883 | 9732744.849 | 8.723  | LF          | 247 | 543652.503 | 9732706.048 | 8.697 | MUROALA     |
| 151 | 543807.068 | 9732748.842 | 8.662  | TN          | 248 | 543653.725 | 9732707.539 | 7.478 | MUROALA     |
| 152 | 543807.122 | 9732749.473 | 8.768  | VIA         | 249 | 543651.948 | 9732706.734 | 7.066 | INVERT      |
| 153 | 543807.221 | 9732753.299 | 8.817  | EJE         | 250 | 543650.521 | 9732706.659 | 7.118 | INVERT      |
| 154 | 543807.364 | 9732756.859 | 8.859  | VIA         | 251 | 543649.137 | 9732706.762 | 7.100 | INVERT      |
| 155 | 543807.102 | 9732760.294 | 8.916  | TN          | 252 | 543648.015 | 9732706.779 | 7.149 | INVERT      |
| 156 | 543806.686 | 9732767.369 | 8.867  | TN          | 253 | 543650.615 | 9732707.821 | 7.199 | CAUDAL      |
| 157 | 543805.673 | 9732744.950 | 8.631  | CALLEJON    | 254 | 543658.058 | 9732708.078 | 8.449 | TN          |
| 158 | 543799.637 | 9732744.656 | 8.671  | CALLEJON    | 255 | 543664.149 | 9732708.519 | 8.450 | VIA         |
| 159 | 543796.952 | 9732744.753 | 8.805  | MEDIDORAGUA | 256 | 543667.777 | 9732708.784 | 8.527 | EJE         |
| 160 | 543796.628 | 9732744.857 | 8.767  | LF          | 257 | 543671.469 | 9732708.843 | 8.551 | VIA         |
| 161 | 543796.238 | 9732748.718 | 8.686  | TN          | 258 | 543672.150 | 9732710.338 | 8.476 | LF          |
| 162 | 543796.233 | 9732749.641 | 8.721  | VIA         | 259 | 543651.971 | 9732696.508 | 8.607 | MUROALA     |
| 163 | 543796.247 | 9732753.615 | 8.820  | EJE         | 260 | 543649.137 | 9732696.692 | 8.677 | MUROALA     |
| 164 | 543796.335 | 9732756.336 | 8.763  | VIA         | 261 | 543646.206 | 9732696.655 | 8.673 | MUROALA     |
| 165 | 543796.054 | 9732761.513 | 8.838  | TN          | 262 | 543645.059 | 9732695.746 | 7.537 | MUROALA     |
| 166 | 543795.595 | 9732766.479 | 8.740  | TN          | 263 | 543647.133 | 9732696.342 | 7.178 | INVERT      |
| 167 | 543775.323 | 9732747.775 | 8.833  | POSTE       | 264 | 543648.575 | 9732696.303 | 7.126 | INVERT      |
| 168 | 543770.160 | 9732745.150 | 8.927  | MEDIDORAGUA | 265 | 543649.856 | 9732696.132 | 7.127 | INVERT      |
| 169 | 543747.995 | 9732745.370 | 9.269  | MEDIDORAGUA | 266 | 543651.179 | 9732695.981 | 7.067 | INVERT      |
| 170 | 543747.632 | 9732744.757 | 9.114  | LF          | 267 | 543649.979 | 9732695.963 | 8.043 | LOMO        |
| 171 | 543747.486 | 9732747.849 | 8.992  | TN          | 268 | 543652.849 | 9732695.153 | 7.493 | MUROALA     |
| 172 | 543747.502 | 9732750.959 | 8.645  | VIA         | 269 | 543649.048 | 9732695.064 | 6.431 | CAUDAL      |
| 173 | 543747.291 | 9732753.833 | 8.713  | EJE         | 270 | 543624.397 | 9732693.823 | 8.581 | HIDRANTE    |
| 174 | 543747.344 | 9732757.280 | 8.715  | VIA         | 271 | 543620.106 | 9732692.422 | 8.553 | LF          |
| 175 | 543746.959 | 9732760.711 | 8.754  | TN          | 272 | 543619.626 | 9732694.761 | 8.610 | POSTE       |
| 176 | 543746.719 | 9732764.761 | 8.637  | TN          | 273 | 543619.806 | 9732695.793 | 8.516 | TN          |
| 177 | 543736.927 | 9732748.694 | 8.850  | POSTE       | 274 | 543619.639 | 9732696.577 | 8.557 | VIA         |
| 178 | 543717.842 | 9732744.949 | 8.578  | LF          | 275 | 543619.965 | 9732700.685 | 8.637 | EJE         |
| 179 | 543716.379 | 9732744.777 | 8.580  | CALLEJON    | 276 | 543619.909 | 9732703.672 | 8.593 | VIA         |
| 180 | 543713.298 | 9732745.401 | 8.597  | CALLEJON    | 277 | 543620.055 | 9732705.320 | 8.788 | ACERA       |
| 181 | 543711.699 | 9732745.069 | 8.794  | LF          | 278 | 543620.005 | 9732707.273 | 8.840 | LF          |
| 182 | 543711.532 | 9732748.975 | 8.560  | TN          | 279 | 543610.051 | 9732693.256 | 8.727 | MEDIDORAGUA |
| 183 | 543711.393 | 9732751.121 | 8.453  | VIA         | 280 | 543602.651 | 9732692.905 | 8.713 | MEDIDORAGUA |
| 184 | 543711.214 | 9732754.433 | 8.466  | EJE         | 281 | 543587.343 | 9732694.352 | 8.589 | POSTE       |
| 185 | 543711.252 | 9732758.008 | 8.481  | VIA         | 282 | 543578.849 | 9732692.315 | 8.662 | MEDIDORAGUA |
| 186 | 543711.257 | 9732761.198 | 8.465  | TN          | 283 | 543578.927 | 9732691.607 | 8.529 | LF          |
| 187 | 543711.094 | 9732763.341 | 8.395  | TN          | 284 | 543579.178 | 9732694.296 | 8.505 | TN          |
| 188 | 543695.950 | 9732748.260 | 8.535  | POSTE       | 285 | 543579.219 | 9732696.501 | 8.809 | VIA         |
| 189 | 543684.947 | 9732746.266 | 8.649  | MEDIDORAGUA | 286 | 543579.422 | 9732700.618 | 8.838 | EJE         |
| 190 | 543679.846 | 9732746.451 | 8.641  | MEDIDORAGUA | 287 | 543579.348 | 9732703.417 | 8.822 | VIA         |
| 191 | 543672.370 | 9732745.355 | 8.513  | LF          | 288 | 543579.278 | 9732704.605 | 8.796 | TN          |
| 192 | 543672.910 | 9732749.842 | 8.280  | TN          | 289 | 543580.321 | 9732709.416 | 8.860 | MEDIDORAGUA |
| 193 | 543673.212 | 9732751.769 | 8.321  | VIA         | 290 | 543580.429 | 9732708.971 | 8.824 | LF          |
| 194 | 543673.628 | 9732754.815 | 8.398  | EJE         | 291 | 543563.268 | 9732692.348 | 8.810 | MEDIDORAGUA |
| 195 | 543673.684 | 9732758.609 | 8.416  | VIA         | 292 | 543562.473 | 9732692.264 | 8.798 | MEDIDORAGUA |
| 196 | 543673.934 | 9732761.898 | 8.436  | VIA         | 293 | 543552.465 | 9732693.741 | 8.715 | POSTE       |
|     |            |             |        |             | 294 | 543537.570 | 9732691.829 | 8.620 | POSTE       |

|     |            |             |       |             |     |            |             |       |             |
|-----|------------|-------------|-------|-------------|-----|------------|-------------|-------|-------------|
| 295 | 543521.647 | 9732691.056 | 8.388 | POSTE       | 393 | 543576.423 | 9732760.727 | 9.015 | TN          |
| 296 | 543518.636 | 9732693.263 | 8.362 | POSTE       | 394 | 543577.193 | 9732768.148 | 9.061 | POSTE       |
| 297 | 543518.424 | 9732695.257 | 8.427 | TN          | 395 | 543561.375 | 9732749.103 | 8.981 | POSTE       |
| 298 | 543518.862 | 9732696.428 | 8.642 | VIA         | 396 | 543556.372 | 9732746.004 | 8.885 | LF          |
| 299 | 543519.292 | 9732699.804 | 8.660 | EJE         | 397 | 543556.106 | 9732745.902 | 8.870 | CALLEJON    |
| 300 | 543519.218 | 9732703.051 | 8.622 | VIA         | 398 | 543553.551 | 9732745.998 | 8.867 | CALLEJON    |
| 301 | 543519.392 | 9732704.979 | 8.479 | TN          | 399 | 543552.681 | 9732745.873 | 8.891 | LF          |
| 302 | 543519.294 | 9732709.023 | 8.448 | LF          | 400 | 543552.574 | 9732749.212 | 8.850 | TN          |
| 303 | 543512.693 | 9732707.694 | 8.540 | TUBO        | 401 | 543552.639 | 9732750.209 | 8.942 | VIA         |
| 304 | 543512.937 | 9732707.576 | 8.517 | TUBO        | 402 | 543552.593 | 9732754.574 | 8.967 | EJE         |
| 305 | 543513.034 | 9732707.811 | 8.104 | INVERT      | 403 | 543552.703 | 9732759.022 | 8.842 | VIA         |
| 306 | 543512.779 | 9732708.032 | 8.085 | INVERT      | 404 | 543552.620 | 9732761.029 | 8.780 | TN          |
| 307 | 543493.772 | 9732710.853 | 9.163 | MEDIDORAGUA | 405 | 543551.987 | 9732765.381 | 8.683 | TN          |
| 308 | 543462.139 | 9732710.208 | 8.778 | LF          | 406 | 543572.805 | 9732768.270 | 9.000 | CANCHA      |
| 309 | 543462.314 | 9732705.172 | 8.864 | TN          | 407 | 543538.178 | 9732746.958 | 8.868 | MEDIDORAGUA |
| 310 | 543462.239 | 9732702.990 | 8.961 | VIA         | 408 | 543527.190 | 9732747.147 | 8.787 | MEDIDORAGUA |
| 311 | 543462.548 | 9732699.223 | 9.033 | EJE         | 409 | 543512.052 | 9732749.037 | 8.439 | POSTE       |
| 312 | 543462.585 | 9732696.060 | 8.942 | VIA         | 410 | 543510.901 | 9732749.115 | 8.424 | LOMO        |
| 313 | 543462.718 | 9732695.165 | 8.856 | TN          | 411 | 543510.444 | 9732749.103 | 8.475 | LOMO        |
| 314 | 543463.450 | 9732689.579 | 8.776 | LF          | 412 | 543510.912 | 9732748.628 | 8.034 | INVERT      |
| 315 | 543472.675 | 9732691.182 | 8.730 | MEDIDORAGUA | 413 | 543510.779 | 9732748.783 | 8.073 | INVERT      |
| 316 | 543482.268 | 9732693.299 | 8.608 | POSTE       | 414 | 543509.277 | 9732746.927 | 8.672 | LF          |
| 317 | 543490.939 | 9732691.204 | 8.558 | MEDIDORAGUA | 415 | 543508.984 | 9732749.125 | 8.684 | TN          |
| 318 | 543495.890 | 9732691.270 | 8.533 | MEDIDORAGUA | 416 | 543508.905 | 9732750.421 | 8.679 | VIA         |
| 319 | 543511.538 | 9732695.509 | 8.156 | LOMO        | 417 | 543508.942 | 9732754.750 | 8.740 | EJE         |
| 320 | 543511.150 | 9732695.281 | 8.117 | LOMO        | 418 | 543508.953 | 9732759.023 | 8.684 | VIA         |
| 321 | 543511.725 | 9732695.608 | 7.780 | INVERT      | 419 | 543508.989 | 9732761.466 | 8.433 | TN          |
| 322 | 543511.338 | 9732695.595 | 7.791 | INVERT      | 420 | 543510.737 | 9732764.563 | 8.413 | POSTE       |
| 323 | 543518.474 | 9732693.874 | 8.342 | POSTE       | 421 | 543515.822 | 9732767.017 | 8.415 | CANCHA      |
| 324 | 543521.458 | 9732691.432 | 8.379 | MEDIDORAGUA | 422 | 543508.969 | 9732775.548 | 8.628 | MEDIDORAGUA |
| 325 | 543659.871 | 9732695.663 | 8.440 | POSTE       | 423 | 543507.924 | 9732771.221 | 8.460 | LF          |
| 326 | 543659.546 | 9732692.770 | 8.400 | LF          | 424 | 543508.962 | 9732789.777 | 8.553 | POSTE       |
| 327 | 543673.348 | 9732695.205 | 8.425 | MEDIDORAGUA | 425 | 543507.631 | 9732806.523 | 8.672 | LF          |
| 328 | 543673.632 | 9732693.395 | 8.408 | LF          | 426 | 543507.021 | 9732824.410 | 8.872 | POSTE       |
| 329 | 543673.349 | 9732697.159 | 8.385 | TN          | 427 | 543502.364 | 9732762.326 | 8.625 | LOMO        |
| 330 | 543673.328 | 9732698.081 | 8.484 | VIA         | 428 | 543502.122 | 9732762.365 | 8.627 | LOMO        |
| 331 | 543673.408 | 9732701.981 | 8.613 | EJE         | 429 | 543502.121 | 9732762.428 | 8.238 | INVERT      |
| 332 | 543673.409 | 9732705.038 | 8.565 | VIA         | 430 | 543501.655 | 9732762.445 | 8.218 | INVERT      |
| 333 | 543673.386 | 9732706.000 | 8.489 | TN          | 431 | 543491.599 | 9732747.540 | 8.777 | MEDIDORAGUA |
| 334 | 543683.791 | 9732695.581 | 8.431 | MEDIDORAGUA | 432 | 543483.638 | 9732746.667 | 8.745 | LF          |
| 335 | 543688.244 | 9732695.630 | 8.459 | MEDIDORAGUA | 433 | 543483.639 | 9732748.561 | 8.819 | POSTE       |
| 336 | 543699.803 | 9732695.612 | 8.503 | MEDIDORAGUA | 434 | 543483.065 | 9732749.819 | 8.714 | TN          |
| 337 | 543699.663 | 9732696.228 | 8.510 | POSTE       | 435 | 543483.194 | 9732750.715 | 8.759 | VIA         |
| 338 | 543707.763 | 9732695.487 | 8.541 | MEDIDORAGUA | 436 | 543483.670 | 9732754.998 | 8.802 | EJE         |
| 339 | 543714.168 | 9732695.203 | 8.540 | LF          | 437 | 543483.686 | 9732759.403 | 8.691 | VIA         |
| 340 | 543713.880 | 9732698.731 | 8.460 | TN          | 438 | 543483.220 | 9732761.233 | 8.455 | TN          |
| 341 | 543713.903 | 9732698.758 | 8.490 | TN          | 439 | 543483.027 | 9732770.697 | 8.528 | LF          |
| 342 | 543713.871 | 9732699.546 | 8.554 | VIA         | 440 | 543468.642 | 9732769.782 | 8.945 | MEDIDORAGUA |
| 343 | 543713.879 | 9732703.084 | 8.675 | EJE         | 441 | 543463.399 | 9732770.279 | 8.821 | LF          |

|     |            |             |       |             |     |            |             |        |             |
|-----|------------|-------------|-------|-------------|-----|------------|-------------|--------|-------------|
| 344 | 543714.044 | 9732706.178 | 8.653 | VIA         | 442 | 543464.226 | 9732762.275 | 8.726  | TN          |
| 345 | 543714.428 | 9732707.337 | 8.586 | TN          | 443 | 543462.456 | 9732762.012 | 8.953  | VIA         |
| 346 | 543711.798 | 9732710.902 | 8.702 | LF          | 444 | 543464.618 | 9732759.733 | 8.912  | VIA         |
| 347 | 543713.173 | 9732711.074 | 8.579 | CALLEJON    | 445 | 543464.565 | 9732759.654 | 8.911  | VIA         |
| 348 | 543716.840 | 9732711.060 | 8.655 | CALLEJON    | 446 | 543464.995 | 9732755.645 | 8.991  | EJE         |
| 349 | 543717.926 | 9732712.210 | 8.685 | LF          | 447 | 543464.869 | 9732751.204 | 8.921  | VIA         |
| 350 | 543730.017 | 9732711.707 | 9.004 | MEDIDORAGUA | 448 | 543465.035 | 9732750.081 | 8.709  | TN          |
| 351 | 543724.592 | 9732695.732 | 8.684 | MEDIDORAGUA | 449 | 543464.991 | 9732746.904 | 8.804  | LF          |
| 352 | 543740.511 | 9732696.543 | 8.826 | MEDIDORAGUA | 450 | 543475.922 | 9732747.677 | 8.893  | MEDIDORAGUA |
| 353 | 543740.107 | 9732697.496 | 8.641 | POSTE       | 451 | 543462.254 | 9732747.311 | 8.834  | VIA         |
| 354 | 543746.445 | 9732711.723 | 9.346 | MEDIDORAGUA | 452 | 543458.862 | 9732747.125 | 8.935  | EJE         |
| 355 | 543740.960 | 9732713.290 | 9.175 | POSTE       | 453 | 543455.294 | 9732747.206 | 9.008  | VIA         |
| 356 | 543766.387 | 9732713.525 | 9.012 | LF          | 454 | 543454.482 | 9732747.263 | 8.996  | TN          |
| 357 | 543766.323 | 9732709.052 | 9.052 | TN          | 455 | 543453.228 | 9732746.873 | 9.059  | LF          |
| 358 | 543766.147 | 9732708.158 | 9.211 | VIA         | 456 | 543453.954 | 9732733.342 | 9.445  | MEDIDORAGUA |
| 359 | 543766.290 | 9732705.037 | 9.282 | EJE         | 457 | 543453.327 | 9732733.119 | 9.020  | MEDIDORAGUA |
| 360 | 543766.272 | 9732701.266 | 9.203 | VIA         | 458 | 543453.092 | 9732711.212 | 9.016  | LF          |
| 361 | 543766.470 | 9732699.371 | 9.138 | TN          | 459 | 543454.049 | 9732710.945 | 8.921  | TN          |
| 362 | 543766.623 | 9732695.789 | 9.365 | LF          | 460 | 543454.507 | 9732710.985 | 8.884  | VIA         |
| 363 | 543776.828 | 9732697.033 | 9.391 | MEDIDORAGUA | 461 | 543457.906 | 9732710.943 | 8.866  | EJE         |
| 364 | 543779.754 | 9732698.021 | 9.272 | POSTE       | 462 | 543461.535 | 9732710.778 | 8.800  | VIA         |
| 365 | 543783.902 | 9732711.350 | 9.420 | CAMARA      | 463 | 543446.563 | 9732691.045 | 9.183  | MEDIDORAGUA |
| 366 | 543785.303 | 9732715.457 | 9.153 | MEDIDORAGUA | 464 | 543441.279 | 9732692.415 | 9.150  | POSTE       |
| 367 | 543798.031 | 9732714.863 | 8.729 | LF          | 465 | 543436.687 | 9732690.630 | 9.315  | MEDIDORAGUA |
| 368 | 543799.322 | 9732714.494 | 8.706 | CALLEJON    | 466 | 543436.359 | 9732689.372 | 9.372  | LF          |
| 369 | 543805.836 | 9732714.752 | 8.525 | CALLEJON    | 467 | 543436.365 | 9732693.997 | 9.133  | TN          |
| 370 | 543808.150 | 9732714.675 | 8.640 | LF          | 468 | 543436.256 | 9732695.522 | 9.181  | VIA         |
| 371 | 543796.288 | 9732697.844 | 9.093 | MEDIDORAGUA | 469 | 543436.076 | 9732698.700 | 9.279  | EJE         |
| 372 | 543816.465 | 9732695.294 | 8.177 | LF          | 470 | 543435.704 | 9732702.119 | 9.251  | VIA         |
| 373 | 543816.230 | 9732698.208 | 8.179 | POSTE       | 471 | 543435.571 | 9732704.416 | 9.173  | TN          |
| 374 | 543816.526 | 9732701.578 | 8.364 | TN          | 472 | 543436.279 | 9732709.904 | 9.239  | MEDIDORAGUA |
| 375 | 543816.525 | 9732702.439 | 8.516 | VIA         | 473 | 543435.992 | 9732711.009 | 9.318  | LF          |
| 376 | 543819.828 | 9732701.372 | 8.073 | LOMO        | 474 | 543421.517 | 9732709.252 | 9.606  | MEDIDORAGUA |
| 377 | 543818.070 | 9732705.932 | 8.556 | EJE         | 475 | 543415.992 | 9732690.066 | 9.528  | MEDIDORAGUA |
| 378 | 543817.650 | 9732709.488 | 8.504 | VIA         | 476 | 543413.863 | 9732690.173 | 9.477  | MEDIDORAGUA |
| 379 | 543817.675 | 9732710.735 | 8.490 | TN          | 477 | 543400.081 | 9732688.800 | 10.116 | LF          |
| 380 | 543817.366 | 9732714.816 | 8.568 | LF          | 478 | 543397.370 | 9732689.696 | 10.048 | MEDIDORAGUA |
| 381 | 543827.199 | 9732714.819 | 8.644 | MEDIDORAGUA | 479 | 543397.261 | 9732691.091 | 10.076 | POSTE       |
| 382 | 543844.050 | 9732714.036 | 8.840 | MEDIDORAGUA | 480 | 543399.563 | 9732693.008 | 9.919  | TN          |
| 383 | 543853.340 | 9732699.996 | 8.592 | POSTE       | 481 | 543399.742 | 9732694.807 | 9.855  | VIA         |
| 384 | 543889.635 | 9732697.961 | 8.998 | LF          | 482 | 543399.957 | 9732698.102 | 9.927  | EJE         |
| 385 | 543874.531 | 9732715.432 | 8.915 | LF          | 483 | 543400.239 | 9732701.932 | 9.881  | VIA         |
| 386 | 543579.151 | 9732746.042 | 9.208 | PARQUE      | 484 | 543400.342 | 9732703.730 | 9.833  | TN          |
| 387 | 543577.199 | 9732746.815 | 9.214 | MEDIDORAGUA | 485 | 543400.346 | 9732710.254 | 9.948  | LF          |
| 388 | 543577.286 | 9732746.010 | 9.154 | LF          | 486 | 543407.029 | 9732709.689 | 10.055 | MEDIDORAGUA |
| 389 | 543576.826 | 9732749.170 | 9.125 | TN          | 487 | 543399.307 | 9732710.665 | 9.921  | VIA         |
| 390 | 543576.839 | 9732749.932 | 9.149 | VIA         | 488 | 543396.013 | 9732711.107 | 9.987  | EJE         |
| 391 | 543576.408 | 9732754.712 | 9.115 | EJE         | 489 | 543392.917 | 9732710.967 | 9.990  | VIA         |
| 392 | 543576.657 | 9732758.692 | 9.083 | VIA         | 490 | 543391.588 | 9732710.916 | 10.149 | TN          |



|     |            |             |        |             |     |            |             |        |             |
|-----|------------|-------------|--------|-------------|-----|------------|-------------|--------|-------------|
| 491 | 543391.421 | 9732710.761 | 10.169 | TN          | 589 | 543209.167 | 9732777.980 | 11.349 | LF          |
| 492 | 543390.199 | 9732710.438 | 10.349 | LF          | 590 | 543208.958 | 9732791.652 | 11.171 | POSTE       |
| 493 | 543389.895 | 9732704.584 | 10.057 | TN          | 591 | 543206.694 | 9732790.125 | 11.222 | MEDIDORAGUA |
| 494 | 543390.160 | 9732701.987 | 10.197 | VIA         | 592 | 543206.701 | 9732788.682 | 11.247 | LF          |
| 495 | 543390.063 | 9732698.262 | 10.276 | EJE         | 593 | 543208.330 | 9732792.707 | 11.111 | TN          |
| 496 | 543389.766 | 9732694.921 | 10.168 | VIA         | 594 | 543208.289 | 9732793.081 | 11.156 | VIA         |
| 497 | 543389.154 | 9732692.750 | 10.099 | TN          | 595 | 543207.897 | 9732796.873 | 11.260 | EJE         |
| 498 | 543369.404 | 9732689.258 | 10.937 | MEDIDORAGUA | 596 | 543207.768 | 9732800.251 | 11.246 | VIA         |
| 499 | 543360.845 | 9732688.182 | 11.181 | LF          | 597 | 543207.717 | 9732801.434 | 11.174 | TN          |
| 500 | 543360.871 | 9732690.838 | 11.105 | POSTE       | 598 | 543206.843 | 9732804.671 | 11.166 | LF          |
| 501 | 543351.988 | 9732688.902 | 11.283 | MEDIDORAGUA | 599 | 543209.071 | 9732804.825 | 11.322 | TN          |
| 502 | 543360.071 | 9732693.440 | 11.092 | TN          | 600 | 543210.293 | 9732805.037 | 11.374 | VIA         |
| 503 | 543360.319 | 9732694.053 | 11.170 | VIA         | 601 | 543213.725 | 9732805.358 | 11.430 | EJE         |
| 504 | 543360.155 | 9732697.554 | 11.262 | EJE         | 602 | 543216.919 | 9732805.619 | 11.434 | VIA         |
| 505 | 543360.024 | 9732700.967 | 11.202 | VIA         | 603 | 543218.386 | 9732805.711 | 11.289 | TN          |
| 506 | 543359.841 | 9732702.771 | 11.129 | TN          | 604 | 543221.274 | 9732805.612 | 11.318 | LF          |
| 507 | 543358.962 | 9732709.737 | 11.013 | LF          | 605 | 543221.158 | 9732806.253 | 11.364 | HIDRANTE    |
| 508 | 543349.006 | 9732708.907 | 11.717 | MEDIDORAGUA | 606 | 543219.974 | 9732836.115 | 11.366 | LF          |
| 509 | 543340.173 | 9732703.454 | 11.705 | CAMARA      | 607 | 543217.578 | 9732836.347 | 11.434 | TN          |
| 510 | 543333.320 | 9732708.754 | 11.828 | MEDIDORAGUA | 608 | 543215.758 | 9732836.102 | 11.377 | VIA         |
| 511 | 543335.456 | 9732688.769 | 11.846 | MEDIDORAGUA | 609 | 543213.039 | 9732836.079 | 11.312 | EJE         |
| 512 | 543316.553 | 9732690.021 | 11.747 | POSTE       | 610 | 543209.096 | 9732835.900 | 11.302 | VIA         |
| 513 | 543305.899 | 9732687.987 | 11.743 | MEDIDORAGUA | 611 | 543206.197 | 9732835.911 | 10.986 | POSTE       |
| 514 | 543302.332 | 9732687.322 | 11.574 | LF          | 612 | 543203.130 | 9732838.625 | 11.083 | LF          |
| 515 | 543301.852 | 9732690.985 | 11.506 | TN          | 613 | 543203.373 | 9732843.210 | 10.936 | TN          |
| 516 | 543301.812 | 9732693.984 | 11.577 | VIA         | 614 | 543203.288 | 9732845.671 | 11.201 | VIA         |
| 517 | 543302.218 | 9732699.456 | 11.739 | EJE         | 615 | 543203.419 | 9732849.835 | 11.267 | EJE         |
| 518 | 543302.467 | 9732702.337 | 11.728 | VIA         | 616 | 543203.335 | 9732853.752 | 11.228 | VIA         |
| 519 | 543302.302 | 9732704.999 | 11.780 | TN          | 617 | 543203.147 | 9732855.523 | 11.160 | TN          |
| 520 | 543302.256 | 9732709.071 | 11.833 | LF          | 618 | 543203.740 | 9732858.105 | 11.168 | POSTE       |
| 521 | 543305.660 | 9732707.826 | 11.893 | MEDIDORAGUA | 619 | 543201.290 | 9732859.722 | 11.336 | MEDIDORAGUA |
| 522 | 543298.079 | 9732708.906 | 11.808 | TN          | 620 | 543201.356 | 9732862.090 | 11.229 | LF          |
| 523 | 543294.971 | 9732709.612 | 11.766 | VIA         | 621 | 543205.695 | 9732862.577 | 11.076 | TN          |
| 524 | 543291.665 | 9732710.382 | 11.805 | EJE         | 622 | 543207.876 | 9732862.609 | 11.432 | VIA         |
| 525 | 543288.353 | 9732711.116 | 11.766 | VIA         | 623 | 543211.199 | 9732862.673 | 11.482 | EJE         |
| 526 | 543286.294 | 9732712.049 | 11.609 | TN          | 624 | 543214.648 | 9732862.831 | 11.521 | VIA         |
| 527 | 543284.313 | 9732713.832 | 11.743 | LF          | 625 | 543216.541 | 9732862.597 | 11.472 | TN          |
| 528 | 543279.872 | 9732714.762 | 11.786 | POSTE       | 626 | 543219.304 | 9732860.896 | 11.499 | LF          |
| 529 | 543281.961 | 9732710.532 | 11.728 | TN          | 627 | 543219.461 | 9732859.175 | 11.734 | CAMARA      |
| 530 | 543281.579 | 9732709.170 | 11.818 | VIA         | 628 | 543215.664 | 9732895.541 | 12.025 | CAMARA      |
| 531 | 543280.492 | 9732706.062 | 11.833 | EJE         | 629 | 543217.675 | 9732900.469 | 11.783 | LF          |
| 532 | 543279.302 | 9732702.961 | 11.733 | VIA         | 630 | 543216.487 | 9732900.537 | 11.726 | POSTE       |
| 533 | 543278.719 | 9732701.798 | 11.604 | TN          | 631 | 543214.540 | 9732900.479 | 11.818 | TN          |
| 534 | 543278.985 | 9732700.144 | 11.682 | VIA         | 632 | 543213.362 | 9732900.359 | 11.818 | VIA         |
| 535 | 543275.361 | 9732715.647 | 11.722 | MEDIDORAGUA | 633 | 543209.987 | 9732900.409 | 11.825 | EJE         |
| 536 | 543265.234 | 9732719.179 | 11.773 | MEDIDORAGUA | 634 | 543206.961 | 9732899.970 | 11.676 | VIA         |
| 537 | 543252.668 | 9732724.388 | 11.654 | LF          | 635 | 543201.870 | 9732899.642 | 11.654 | POSTE       |
| 538 | 543251.080 | 9732722.463 | 11.544 | TN          | 636 | 543199.655 | 9732898.462 | 11.635 | LF          |
| 539 | 543250.577 | 9732719.949 | 11.667 | VIA         | 637 | 543199.149 | 9732900.960 | 11.618 | TN          |
| 540 | 543249.443 | 9732717.020 | 11.794 | EJE         | 638 | 543199.043 | 9732901.666 | 11.658 | VIA         |
| 541 | 543248.023 | 9732713.298 | 11.780 | VIA         | 639 | 543198.789 | 9732905.886 | 11.711 | EJE         |
| 542 | 543247.829 | 9732712.318 | 11.696 | TN          | 640 | 543199.260 | 9732910.109 | 11.717 | VIA         |
| 543 | 543247.527 | 9732710.641 | 11.405 | TN          | 641 | 543199.101 | 9732911.769 | 11.648 | TN          |
| 544 | 543245.956 | 9732700.757 | 11.424 | TN          | 642 | 543197.502 | 9732916.901 | 12.049 | MEDIDORAGUA |
| 545 | 543246.015 | 9732699.060 | 11.617 | VIA         | 643 | 543197.096 | 9732918.235 | 12.004 | LF          |
| 546 | 543246.481 | 9732725.658 | 11.644 | POSTE       | 644 | 543202.535 | 9732919.169 | 11.799 | TN          |
| 547 | 543246.329 | 9732725.638 | 11.618 | POSTE       | 645 | 543205.498 | 9732919.193 | 11.840 | VIA         |
| 548 | 543241.209 | 9732728.903 | 11.559 | MEDIDORAGUA | 646 | 543208.950 | 9732919.241 | 11.940 | EJE         |
| 549 | 543233.328 | 9732732.974 | 11.678 | MEDIDORAGUA | 647 | 543212.292 | 9732919.389 | 11.900 | VIA         |
| 550 | 543224.086 | 9732737.827 | 11.621 | LF          | 648 | 543214.582 | 9732919.680 | 11.681 | TN          |
| 551 | 543222.811 | 9732735.097 | 11.640 | TN          | 649 | 543223.816 | 9732920.154 | 11.805 | LF          |
| 552 | 543222.908 | 9732732.102 | 11.654 | VIA         | 650 | 543214.029 | 9732912.740 | 11.861 | VIA         |
| 553 | 543222.899 | 9732727.531 | 11.693 | EJE         | 651 | 543214.555 | 9732909.147 | 11.869 | EJE         |
| 554 | 543223.131 | 9732721.610 | 11.764 | VIA         | 652 | 543215.083 | 9732905.694 | 11.820 | VIA         |
| 555 | 543223.591 | 9732720.027 | 11.684 | TN          | 653 | 543215.368 | 9732903.871 | 11.766 | TN          |
| 556 | 543224.636 | 9732717.499 | 11.402 | TN          | 654 | 543219.006 | 9732856.280 | 11.405 | VIA         |
| 557 | 543222.132 | 9732719.574 | 11.756 | VIA         | 655 | 543218.941 | 9732853.496 | 11.506 | EJE         |
| 558 | 543218.854 | 9732719.861 | 11.739 | EJE         | 656 | 543219.212 | 9732849.416 | 11.424 | VIA         |
| 559 | 543215.754 | 9732719.845 | 11.656 | VIA         | 657 | 543219.378 | 9732847.574 | 11.390 | TN          |
| 560 | 543214.406 | 9732719.870 | 11.472 | TN          | 658 | 543219.552 | 9732841.670 | 11.454 | TN          |
| 561 | 543213.075 | 9732719.554 | 11.473 | LF          | 659 | 543223.717 | 9732836.743 | 11.472 | MEDIDORAGUA |
| 562 | 543211.757 | 9732728.859 | 11.598 | MEDIDORAGUA | 660 | 543221.880 | 9732798.940 | 11.301 | TN          |
| 563 | 543211.311 | 9732728.597 | 11.426 | LF          | 661 | 543221.813 | 9732797.406 | 11.435 | VIA         |
| 564 | 543212.891 | 9732729.584 | 11.538 | POSTE       | 662 | 543222.073 | 9732792.340 | 11.496 | EJE         |
| 565 | 543210.065 | 9732737.774 | 11.453 | TN          | 663 | 543221.425 | 9732788.741 | 11.407 | VIA         |
| 566 | 543212.847 | 9732738.126 | 11.657 | VIA         | 664 | 543221.591 | 9732785.987 | 11.255 | TN          |
| 567 | 543216.457 | 9732738.505 | 11.660 | EJE         | 665 | 543236.752 | 9732772.746 | 11.520 | LF          |
| 568 | 543219.193 | 9732738.595 | 11.492 | VIA         | 666 | 543241.484 | 9732776.735 | 11.501 | POSTE       |
| 569 | 543221.491 | 9732738.505 | 11.560 | TN          | 667 | 543239.673 | 9732778.990 | 11.488 | TN          |
| 570 | 543211.314 | 9732741.380 | 11.574 | VIA         | 668 | 543240.062 | 9732779.959 | 11.531 | VIA         |
| 571 | 543210.815 | 9732745.010 | 11.564 | EJE         | 669 | 543241.780 | 9732783.973 | 11.575 | EJE         |
| 572 | 543210.796 | 9732748.614 | 11.451 | VIA         | 670 | 543243.449 | 9732787.862 | 11.542 | VIA         |
| 573 | 543210.988 | 9732750.033 | 11.443 | TN          | 671 | 543244.352 | 9732790.096 | 11.313 | TN          |
| 574 | 543211.146 | 9732751.249 | 11.530 | POSTE       | 672 | 543248.218 | 9732798.696 | 11.287 | TN          |
| 575 | 543209.352 | 9732753.636 | 11.311 | LF          | 673 | 543247.671 | 9732772.263 | 11.657 | MEDIDORAGUA |
| 576 | 543211.408 | 9732753.965 | 11.423 | TN          | 674 | 543262.082 | 9732767.217 | 11.680 | MEDIDORAGUA |
| 577 | 543212.393 | 9732754.226 | 11.562 | VIA         | 675 | 543267.313 | 9732765.997 | 11.732 | MEDIDORAGUA |
| 578 | 543215.519 | 9732754.273 | 11.604 | EJE         | 676 | 543276.381 | 9732763.895 | 11.718 | POSTE       |
| 579 | 543219.308 | 9732754.495 | 11.550 | VIA         | 677 | 543281.164 | 9732760.663 | 11.758 | MEDIDORAGUA |
| 580 | 543220.875 | 9732754.091 | 11.550 | TN          | 678 | 543294.727 | 9732750.588 | 11.918 | POSTE       |
| 581 | 543223.907 | 9732752.923 | 11.558 | POSTE       | 679 | 543295.711 | 9732750.072 | 11.887 | LF          |
| 582 | 543225.202 | 9732752.815 | 11.587 | LF          | 680 | 543295.773 | 9732754.807 | 11.624 | TN          |
| 583 | 543227.515 | 9732775.707 | 11.517 | LF          | 681 | 543295.682 | 9732756.674 | 11.761 | VIA         |
| 584 | 543222.748 | 9732777.729 | 11.475 | TN          | 682 | 543295.627 | 9732761.325 | 11.836 | EJE         |
| 585 | 543218.583 | 9732777.710 | 11.472 | VIA         | 683 | 543295.222 | 9732766.265 | 11.711 | VIA         |
| 586 | 543215.472 | 9732777.890 | 11.474 | EJE         | 684 | 543294.659 | 9732768.083 | 11.591 | TN          |
| 587 | 543211.907 | 9732778.180 | 11.398 | VIA         | 685 | 543295.871 | 9732769.312 | 11.619 | VIA         |
| 588 | 543210.238 | 9732778.000 | 11.357 | TN          | 686 | 543299.181 | 9732768.865 | 11.740 | EJE         |

|     |            |             |        |             |     |            |             |       |             |
|-----|------------|-------------|--------|-------------|-----|------------|-------------|-------|-------------|
| 687 | 543302.582 | 9732769.079 | 11.694 | VIA         | 785 | 543459.148 | 9732863.679 | 8.904 | VIA         |
| 688 | 543304.493 | 9732769.467 | 11.741 | TN          | 786 | 543455.891 | 9732863.121 | 9.004 | EJE         |
| 689 | 543306.345 | 9732769.687 | 11.644 | LF          | 787 | 543453.173 | 9732863.133 | 8.944 | VIA         |
| 690 | 543304.749 | 9732763.251 | 11.679 | TN          | 788 | 543449.822 | 9732862.532 | 8.808 | LOMO        |
| 691 | 543305.065 | 9732762.277 | 11.754 | VIA         | 789 | 543449.758 | 9732862.845 | 8.790 | LOMO        |
| 692 | 543306.338 | 9732756.934 | 11.872 | EJE         | 790 | 543449.582 | 9732862.901 | 8.538 | INVERT      |
| 693 | 543307.117 | 9732753.519 | 11.820 | VIA         | 791 | 543449.610 | 9732862.718 | 8.429 | INVERT      |
| 694 | 543307.306 | 9732750.498 | 11.905 | POSTE       | 792 | 543449.514 | 9732865.622 | 8.945 | VIA         |
| 695 | 543305.470 | 9732750.218 | 11.786 | TN          | 793 | 543448.979 | 9732869.204 | 9.063 | EJE         |
| 696 | 543305.098 | 9732750.230 | 11.706 | VIA         | 794 | 543449.128 | 9732872.942 | 9.030 | VIA         |
| 697 | 543301.479 | 9732750.535 | 11.743 | EJE         | 795 | 543449.009 | 9732875.084 | 8.865 | TN          |
| 698 | 543297.901 | 9732751.379 | 11.782 | VIA         | 796 | 543449.166 | 9732877.036 | 8.796 | LF          |
| 699 | 543307.665 | 9732761.990 | 11.805 | ESCUELA     | 797 | 543444.998 | 9732876.814 | 8.935 | MEDIDORAGUA |
| 700 | 543321.118 | 9732748.199 | 11.900 | MEDIDORAGUA | 798 | 543452.553 | 9732873.068 | 9.045 | CAMARA      |
| 701 | 543328.932 | 9732738.734 | 11.849 | TOMAAGUA    | 799 | 543459.192 | 9732876.525 | 8.876 | POSTE       |
| 702 | 543329.300 | 9732733.642 | 11.905 | TOMAAGUA    | 800 | 543459.646 | 9732877.854 | 8.899 | MEDIDORAGUA |
| 703 | 543333.959 | 9732733.644 | 11.776 | TOMAAGUA    | 801 | 543459.332 | 9732878.409 | 8.838 | LF          |
| 704 | 543334.525 | 9732738.442 | 11.650 | TOMAAGUA    | 802 | 543460.565 | 9732874.014 | 8.976 | VIA         |
| 705 | 543351.693 | 9732748.901 | 11.873 | MEDIDORAGUA | 803 | 543460.667 | 9732870.272 | 9.069 | EJE         |
| 706 | 543351.460 | 9732747.950 | 11.828 | LF          | 804 | 543460.889 | 9732866.289 | 8.984 | VIA         |
| 707 | 543351.209 | 9732749.771 | 11.852 | POSTE       | 805 | 543461.228 | 9732864.956 | 8.699 | TN          |
| 708 | 543350.965 | 9732751.952 | 11.862 | VIA         | 806 | 543467.138 | 9732865.838 | 8.728 | LOMO        |
| 709 | 543351.335 | 9732756.047 | 11.884 | EJE         | 807 | 543467.545 | 9732865.337 | 8.730 | LOMO        |
| 710 | 543351.368 | 9732760.164 | 11.777 | VIA         | 808 | 543467.071 | 9732865.296 | 8.366 | INVERT      |
| 711 | 543351.222 | 9732761.787 | 11.641 | TN          | 809 | 543467.673 | 9732865.240 | 8.376 | INVERT      |
| 712 | 543351.211 | 9732763.971 | 11.904 | ESCUELA     | 810 | 543472.098 | 9732876.062 | 8.780 | LOMO        |
| 713 | 543351.125 | 9732764.249 | 11.608 | ESCUELA     | 811 | 543471.766 | 9732876.191 | 8.798 | LOMO        |
| 714 | 543387.935 | 9732766.663 | 11.350 | ESCUELA     | 812 | 543471.910 | 9732876.547 | 8.385 | INVERT      |
| 715 | 543388.065 | 9732763.449 | 11.023 | TN          | 813 | 543472.143 | 9732876.660 | 8.334 | INVERT      |
| 716 | 543388.377 | 9732760.056 | 11.270 | VIA         | 814 | 543483.483 | 9732879.858 | 9.051 | MEDIDORAGUA |
| 717 | 543388.232 | 9732755.733 | 11.394 | EJE         | 815 | 543491.902 | 9732880.220 | 9.198 | MEDIDORAGUA |
| 718 | 543388.343 | 9732751.690 | 11.283 | VIA         | 816 | 543497.023 | 9732879.225 | 9.004 | POSTE       |
| 719 | 543388.512 | 9732750.924 | 11.156 | TN          | 817 | 543506.269 | 9732880.801 | 9.045 | MEDIDORAGUA |
| 720 | 543391.035 | 9732747.521 | 11.005 | LF          | 818 | 543502.458 | 9732881.756 | 9.184 | LF          |
| 721 | 543392.473 | 9732749.612 | 11.077 | POSTE       | 819 | 543502.642 | 9732879.200 | 9.063 | TN          |
| 722 | 543393.082 | 9732749.452 | 11.099 | VIA         | 820 | 543502.807 | 9732877.382 | 9.127 | VIA         |
| 723 | 543396.133 | 9732749.741 | 11.068 | EJE         | 821 | 543502.953 | 9732873.155 | 9.303 | EJE         |
| 724 | 543399.501 | 9732749.857 | 10.969 | VIA         | 822 | 543503.114 | 9732869.262 | 9.142 | VIA         |
| 725 | 543400.016 | 9732747.513 | 10.848 | LF          | 823 | 543504.184 | 9732865.322 | 8.708 | TN          |
| 726 | 543401.295 | 9732749.579 | 10.893 | TN          | 824 | 543505.526 | 9732861.947 | 8.777 | POSTE       |
| 727 | 543401.490 | 9732751.293 | 11.030 | VIA         | 825 | 543510.888 | 9732859.659 | 8.641 | CANCHA      |
| 728 | 543401.897 | 9732755.475 | 11.110 | EJE         | 826 | 543504.472 | 9732839.348 | 8.716 | LF          |
| 729 | 543401.888 | 9732760.010 | 11.055 | VIA         | 827 | 543537.446 | 9732865.044 | 8.917 | LF          |
| 730 | 543401.600 | 9732761.955 | 10.829 | TN          | 828 | 543536.801 | 9732871.289 | 9.330 | VIA         |
| 731 | 543399.150 | 9732762.604 | 11.076 | VIA         | 829 | 543536.416 | 9732875.306 | 9.464 | EJE         |
| 732 | 543395.107 | 9732763.664 | 11.179 | EJE         | 830 | 543535.868 | 9732879.182 | 9.335 | VIA         |
| 733 | 543391.181 | 9732763.692 | 11.155 | VIA         | 831 | 543533.313 | 9732881.616 | 9.122 | POSTE       |
| 734 | 543403.766 | 9732768.271 | 10.773 | LF          | 832 | 543536.425 | 9732883.301 | 9.311 | MEDIDORAGUA |
| 735 | 543414.356 | 9732767.586 | 10.582 | MEDIDORAGUA | 833 | 543523.466 | 9732882.729 | 9.232 | MEDIDORAGUA |

|     |            |             |        |             |     |            |             |       |             |
|-----|------------|-------------|--------|-------------|-----|------------|-------------|-------|-------------|
| 736 | 543414.931 | 9732767.672 | 10.243 | MEDIDORAGUA | 834 | 543522.001 | 9732881.557 | 9.191 | POSTE       |
| 737 | 543408.407 | 9732748.643 | 11.000 | MEDIDORAGUA | 835 | 543539.613 | 9732883.739 | 9.251 | MEDIDORAGUA |
| 738 | 543410.489 | 9732748.496 | 10.876 | MEDIDORAGUA | 836 | 543553.566 | 9732884.333 | 9.620 | MEDIDORAGUA |
| 739 | 543412.018 | 9732748.492 | 10.978 | MEDIDORAGUA | 837 | 543563.947 | 9732885.406 | 9.683 | MEDIDORAGUA |
| 740 | 543429.687 | 9732747.066 | 9.831  | LF          | 838 | 543568.487 | 9732884.343 | 9.588 | POSTE       |
| 741 | 543430.119 | 9732749.637 | 9.849  | TN          | 839 | 543568.777 | 9732881.667 | 9.549 | VIA         |
| 742 | 543430.209 | 9732750.849 | 9.922  | VIA         | 840 | 543569.016 | 9732877.943 | 9.714 | EJE         |
| 743 | 543431.027 | 9732755.243 | 9.969  | EJE         | 841 | 543569.301 | 9732873.914 | 9.606 | VIA         |
| 744 | 543431.540 | 9732759.532 | 9.838  | VIA         | 842 | 543569.866 | 9732872.886 | 9.446 | TN          |
| 745 | 543431.914 | 9732762.069 | 9.545  | TN          | 843 | 543572.817 | 9732866.330 | 9.541 | LF          |
| 746 | 543433.266 | 9732766.843 | 9.494  | LF          | 844 | 543567.683 | 9732865.185 | 9.255 | CANCHA      |
| 747 | 543432.888 | 9732768.057 | 9.582  | MEDIDORAGUA | 845 | 543591.552 | 9732873.027 | 9.536 | LF          |
| 748 | 543438.674 | 9732749.669 | 9.523  | POSTE       | 846 | 543591.502 | 9732874.400 | 9.630 | TN          |
| 749 | 543434.936 | 9732748.312 | 9.691  | MEDIDORAGUA | 847 | 543591.387 | 9732875.276 | 9.710 | VIA         |
| 750 | 543453.064 | 9732749.703 | 9.017  | TN          | 848 | 543590.933 | 9732879.193 | 9.812 | EJE         |
| 751 | 543453.149 | 9732750.747 | 9.172  | VIA         | 849 | 543590.472 | 9732883.090 | 9.679 | VIA         |
| 752 | 543453.233 | 9732755.343 | 9.244  | EJE         | 850 | 543590.059 | 9732885.187 | 9.653 | TN          |
| 753 | 543453.157 | 9732759.212 | 9.094  | VIA         | 851 | 543589.882 | 9732888.018 | 9.715 | LF          |
| 754 | 543452.502 | 9732761.971 | 8.954  | TN          | 852 | 543584.726 | 9732887.227 | 9.804 | MEDIDORAGUA |
| 755 | 543455.514 | 9732762.840 | 9.060  | VIA         | 853 | 543600.270 | 9732888.280 | 9.826 | MEDIDORAGUA |
| 756 | 543458.807 | 9732763.076 | 9.049  | EJE         | 854 | 543603.841 | 9732888.534 | 9.828 | MEDIDORAGUA |
| 757 | 543461.838 | 9732763.269 | 8.957  | VIA         | 855 | 543604.125 | 9732887.037 | 9.712 | POSTE       |
| 758 | 543453.393 | 9732770.142 | 8.988  | LF          | 856 | 543620.458 | 9732890.135 | 9.768 | LF          |
| 759 | 543453.646 | 9732782.810 | 9.071  | MEDIDORAGUA | 857 | 543621.475 | 9732887.433 | 9.807 | TN          |
| 760 | 543454.702 | 9732786.597 | 8.960  | POSTE       | 858 | 543621.664 | 9732885.694 | 9.759 | VIA         |
| 761 | 543453.235 | 9732799.643 | 9.173  | MEDIDORAGUA | 859 | 543621.938 | 9732882.166 | 9.750 | EJE         |
| 762 | 543451.801 | 9732808.664 | 9.110  | LF          | 860 | 543622.669 | 9732878.198 | 9.606 | VIA         |
| 763 | 543451.702 | 9732809.579 | 9.088  | CALLEJON    | 861 | 543623.823 | 9732877.421 | 9.391 | TN          |
| 764 | 543451.687 | 9732812.963 | 9.237  | CALLEJON    | 862 | 543624.459 | 9732876.408 | 9.361 | LF          |
| 765 | 543451.598 | 9732814.911 | 9.093  | LF          | 863 | 543666.938 | 9732861.283 | 7.660 | LF          |
| 766 | 543453.108 | 9732813.762 | 9.114  | POSTE       | 864 | 543666.184 | 9732859.656 | 7.753 | CALLEJON    |
| 767 | 543454.460 | 9732813.920 | 9.080  | VIA         | 865 | 543667.135 | 9732854.866 | 7.712 | CALLEJON    |
| 768 | 543457.261 | 9732813.801 | 9.117  | EJE         | 866 | 543666.687 | 9732851.968 | 7.693 | LF          |
| 769 | 543460.187 | 9732813.960 | 9.010  | VIA         | 867 | 543627.984 | 9732855.342 | 9.317 | LF          |
| 770 | 543462.617 | 9732813.979 | 8.724  | TN          | 868 | 543627.636 | 9732853.851 | 9.383 | CALLEJON    |
| 771 | 543467.796 | 9732814.517 | 8.444  | TN          | 869 | 543628.100 | 9732849.182 | 9.518 | CALLEJON    |
| 772 | 543452.369 | 9732815.648 | 9.094  | MEDIDORAGUA | 870 | 543628.418 | 9732846.579 | 9.448 | LF          |
| 773 | 543451.605 | 9732832.164 | 8.868  | MEDIDORAGUA | 871 | 543611.924 | 9732852.868 | 9.442 | MEDIDORAGUA |
| 774 | 543452.532 | 9732841.120 | 8.962  | POSTE       | 872 | 543611.811 | 9732852.355 | 9.389 | POSTE       |
| 775 | 543450.729 | 9732841.310 | 8.886  | LF          | 873 | 543585.796 | 9732849.744 | 9.346 | MEDIDORAGUA |
| 776 | 543453.419 | 9732841.874 | 8.977  | VIA         | 874 | 543574.521 | 9732848.529 | 9.142 | POSTE       |
| 777 | 543456.503 | 9732841.950 | 9.035  | EJE         | 875 | 543575.579 | 9732849.516 | 9.151 | LF          |
| 778 | 543459.201 | 9732841.942 | 8.951  | VIA         | 876 | 543575.496 | 9732847.808 | 9.181 | CALLEJON    |
| 779 | 543462.396 | 9732841.816 | 8.506  | TN          | 877 | 543576.253 | 9732840.291 | 9.329 | CALLEJON    |
| 780 | 543465.865 | 9732840.071 | 8.960  | LF          | 878 | 543576.996 | 9732838.211 | 9.169 | LF          |
| 781 | 543461.444 | 9732863.154 | 8.739  | LOMO        | 879 | 543578.034 | 9732817.175 | 9.101 | HIDRANTE    |
| 782 | 543461.452 | 9732862.982 | 8.727  | LOMO        | 880 | 543579.895 | 9732816.609 | 9.073 | POSTE       |
| 783 | 543461.730 | 9732862.767 | 8.409  | INVERT      | 881 | 543580.488 | 9732818.265 | 8.981 | LF          |
| 784 | 543461.838 | 9732863.146 | 8.411  | INVERT      | 882 | 543581.446 | 9732814.534 | 8.887 | TN          |

|     |            |             |       |             |      |            |             |       |             |
|-----|------------|-------------|-------|-------------|------|------------|-------------|-------|-------------|
| 883 | 543581.629 | 9732812.404 | 9.093 | VIA         | 981  | 543709.772 | 9732574.179 | 5.371 | TN          |
| 884 | 543582.249 | 9732808.568 | 9.185 | EJE         | 982  | 543721.031 | 9732576.873 | 5.298 | TN          |
| 885 | 543582.479 | 9732804.752 | 9.105 | VIA         | 983  | 543710.182 | 9732587.649 | 5.598 | TN          |
| 886 | 543582.676 | 9732801.133 | 8.935 | TN          | 984  | 543701.089 | 9732585.923 | 5.622 | TN          |
| 887 | 543579.693 | 9732794.832 | 9.134 | PARQUE      | 985  | 543691.344 | 9732583.057 | 5.640 | TN          |
| 888 | 543608.747 | 9732794.421 | 9.096 | PARQUE      | 986  | 543686.341 | 9732595.937 | 7.150 | TN          |
| 889 | 543609.076 | 9732799.268 | 9.151 | TN          | 987  | 543691.379 | 9732599.273 | 7.305 | TN          |
| 890 | 543608.560 | 9732807.198 | 9.329 | VIA         | 988  | 543694.571 | 9732601.119 | 7.995 | TN          |
| 891 | 543608.343 | 9732811.071 | 9.474 | EJE         | 989  | 543703.211 | 9732604.103 | 8.156 | TN          |
| 892 | 543607.929 | 9732814.888 | 9.302 | VIA         | 990  | 543677.412 | 9732597.075 | 7.414 | TN          |
| 893 | 543607.703 | 9732817.571 | 9.155 | TN          | 991  | 543673.359 | 9732612.152 | 8.174 | LF          |
| 894 | 543607.069 | 9732821.512 | 9.319 | LF          | 992  | 543676.586 | 9732614.811 | 8.369 | TN          |
| 895 | 543610.358 | 9732821.467 | 9.176 | MEDIDORAGUA | 993  | 543679.591 | 9732617.116 | 8.259 | TN          |
| 896 | 543613.418 | 9732821.990 | 9.273 | MEDIDORAGUA | 994  | 543683.710 | 9732619.089 | 8.392 | TN          |
| 897 | 543612.900 | 9732820.448 | 9.151 | POSTE       | 995  | 543689.284 | 9732622.127 | 8.374 | TN          |
| 898 | 543631.080 | 9732823.998 | 9.644 | MEDIDORAGUA | 996  | 543659.775 | 9732631.714 | 8.575 | LF          |
| 899 | 543650.734 | 9732825.024 | 8.981 | POSTE       | 997  | 543661.049 | 9732632.702 | 8.617 | TN          |
| 900 | 543650.831 | 9732827.791 | 8.940 | LF          | 998  | 543664.270 | 9732635.430 | 8.547 | TN          |
| 901 | 543652.231 | 9732827.299 | 8.963 | MEDIDORAGUA | 999  | 543666.397 | 9732636.919 | 8.711 | LF          |
| 902 | 543652.895 | 9732822.382 | 8.797 | TN          | 1000 | 543662.809 | 9732634.622 | 8.573 | TN          |
| 903 | 543653.277 | 9732819.822 | 8.688 | VIA         | 1001 | 543659.529 | 9732648.762 | 8.903 | MEDIDORAGUA |
| 904 | 543653.368 | 9732816.512 | 8.724 | EJE         | 1002 | 543659.064 | 9732649.759 | 8.826 | TN          |
| 905 | 543654.155 | 9732812.389 | 8.490 | VIA         | 1003 | 543658.715 | 9732650.453 | 8.787 | VIA         |
| 906 | 543652.316 | 9732807.486 | 8.580 | LF          | 1004 | 543657.217 | 9732653.409 | 8.889 | EJE         |
| 907 | 543651.843 | 9732809.657 | 8.583 | TN          | 1005 | 543655.876 | 9732656.477 | 8.774 | VIA         |
| 908 | 543615.493 | 9732794.218 | 9.136 | CALLEJON    | 1006 | 543655.469 | 9732657.462 | 8.800 | TN          |
| 909 | 543609.184 | 9732794.119 | 9.084 | CALLEJON    | 1007 | 543651.541 | 9732656.263 | 8.743 | TN          |
| 910 | 543609.313 | 9732785.095 | 8.846 | CALLEJON    | 1008 | 543650.605 | 9732655.950 | 8.806 | VIA         |
| 911 | 543611.085 | 9732784.828 | 8.788 | CALLEJON    | 1009 | 543647.605 | 9732654.859 | 8.850 | EJE         |
| 912 | 543615.276 | 9732786.597 | 8.859 | CALLEJON    | 1010 | 543644.948 | 9732653.721 | 8.837 | VIA         |
| 913 | 543625.720 | 9732779.948 | 8.824 | CALLEJON    | 1011 | 543643.957 | 9732653.131 | 8.722 | TN          |
| 914 | 543624.410 | 9732776.737 | 8.709 | CALLEJON    | 1012 | 543640.017 | 9732653.106 | 8.667 | LF          |
| 915 | 543645.908 | 9732771.214 | 8.599 | CALLEJON    | 1013 | 543641.203 | 9732650.267 | 8.685 | TN          |
| 916 | 543645.759 | 9732767.918 | 8.577 | CALLEJON    | 1014 | 543641.655 | 9732649.277 | 8.770 | VIA         |
| 917 | 543621.972 | 9732748.664 | 8.861 | POSTE       | 1015 | 543643.234 | 9732646.362 | 8.819 | EJE         |
| 918 | 543625.930 | 9732745.626 | 8.856 | COMUNA      | 1016 | 543644.602 | 9732643.112 | 8.699 | VIA         |
| 919 | 543606.756 | 9732746.281 | 9.027 | COMUNA      | 1017 | 543645.192 | 9732642.968 | 8.648 | TN          |
| 920 | 543607.081 | 9732749.117 | 9.047 | POSTE       | 1018 | 543652.039 | 9732641.309 | 8.605 | LF          |
| 921 | 543605.706 | 9732745.775 | 9.073 | IGLESIA     | 1019 | 543649.967 | 9732649.669 | 8.854 | EJE         |
| 922 | 543593.375 | 9732745.824 | 9.183 | IGLESIA     | 1020 | 543637.347 | 9732671.470 | 8.642 | VIA         |
| 923 | 543593.230 | 9732745.403 | 9.436 | MEDIDORAGUA | 1021 | 543635.023 | 9732670.570 | 8.351 | TN          |
| 924 | 543593.069 | 9732745.678 | 9.128 | CALLEJON    | 1022 | 543640.105 | 9732673.084 | 8.716 | EJE         |
| 925 | 543591.774 | 9732745.849 | 9.132 | CALLEJON    | 1023 | 543642.756 | 9732674.176 | 8.653 | VIA         |
| 926 | 543591.304 | 9732745.926 | 9.081 | LF          | 1024 | 543645.506 | 9732674.758 | 8.729 | TN          |
| 927 | 543590.812 | 9732746.680 | 9.279 | MEDIDORAGUA | 1025 | 543514.787 | 9732877.448 | 9.231 | VERTICE R59 |
| 928 | 543628.661 | 9732689.871 | 8.559 | MUROALA     | 1026 | 543568.714 | 9732892.129 | 9.448 | CALLEJON    |
| 929 | 543627.695 | 9732689.672 | 8.327 | MUROALA     | 1027 | 543564.719 | 9732891.920 | 9.509 | CALLEJON    |
| 930 | 543629.044 | 9732688.813 | 8.553 | MUROALA     | 1028 | 543561.662 | 9732911.073 | 9.321 | CALLEJON    |
| 931 | 543629.555 | 9732687.962 | 8.568 | MUROALA     | 1029 | 543566.211 | 9732912.041 | 9.327 | CALLEJON    |

|     |            |             |       |         |      |            |             |        |             |
|-----|------------|-------------|-------|---------|------|------------|-------------|--------|-------------|
| 932 | 543629.248 | 9732687.245 | 8.312 | MUROALA | 1030 | 543557.696 | 9732929.600 | 9.262  | CALLEJON    |
| 933 | 543629.155 | 9732688.241 | 7.437 | INVERT  | 1031 | 543563.404 | 9732930.088 | 9.253  | CALLEJON    |
| 934 | 543628.854 | 9732688.917 | 7.415 | INVERT  | 1032 | 543565.749 | 9732928.236 | 9.279  | LF          |
| 935 | 543628.865 | 9732688.888 | 8.116 | LOMO    | 1033 | 543565.557 | 9732932.299 | 9.329  | VIA         |
| 936 | 543629.165 | 9732688.454 | 8.188 | LOMO    | 1034 | 543565.238 | 9732934.934 | 9.476  | EJE         |
| 937 | 543628.170 | 9732688.275 | 7.372 | TN      | 1035 | 543564.712 | 9732938.400 | 9.369  | VIA         |
| 938 | 543636.944 | 9732693.076 | 8.466 | MUROALA | 1036 | 543564.472 | 9732940.452 | 9.283  | TN          |
| 939 | 543637.837 | 9732693.499 | 8.224 | MUROALA | 1037 | 543564.662 | 9732944.007 | 9.219  | LF          |
| 940 | 543637.352 | 9732692.152 | 8.477 | MUROALA | 1038 | 543557.047 | 9732927.441 | 9.227  | LF          |
| 941 | 543637.599 | 9732691.185 | 8.427 | MUROALA | 1039 | 543556.128 | 9732931.223 | 9.264  | VIA         |
| 942 | 543638.584 | 9732690.723 | 8.230 | MUROALA | 1040 | 543555.780 | 9732934.737 | 9.414  | EJE         |
| 943 | 543637.731 | 9732691.805 | 7.288 | TN      | 1041 | 543555.230 | 9732938.224 | 9.288  | VIA         |
| 944 | 543637.418 | 9732692.504 | 7.291 | INVERT  | 1042 | 543555.159 | 9732940.485 | 9.204  | TN          |
| 945 | 543637.670 | 9732691.914 | 7.280 | INVERT  | 1043 | 543545.711 | 9732938.200 | 9.320  | LOMO        |
| 946 | 543637.699 | 9732691.844 | 7.888 | LOMO    | 1044 | 543545.671 | 9732938.598 | 8.881  | INVERT      |
| 947 | 543637.441 | 9732692.417 | 7.898 | LOMO    | 1045 | 543546.399 | 9732930.463 | 9.484  | LOMO        |
| 948 | 543638.523 | 9732692.226 | 7.309 | LOSA    | 1046 | 543546.474 | 9732930.143 | 9.095  | INVERT      |
| 949 | 543639.273 | 9732692.559 | 6.575 | TN      | 1047 | 543501.358 | 9732921.738 | 8.900  | LF          |
| 950 | 543642.173 | 9732683.606 | 7.932 | TN      | 1048 | 543501.215 | 9732924.082 | 8.887  | TN          |
| 951 | 543647.341 | 9732685.386 | 7.100 | CANAL   | 1049 | 543500.905 | 9732927.047 | 9.218  | VIA         |
| 952 | 543650.284 | 9732685.749 | 6.146 | CANAL   | 1050 | 543500.666 | 9732930.027 | 9.298  | EJE         |
| 953 | 543654.778 | 9732686.682 | 7.009 | CANAL   | 1051 | 543500.363 | 9732933.767 | 9.087  | VIA         |
| 954 | 543659.617 | 9732687.435 | 8.193 | TN      | 1052 | 543500.323 | 9732935.660 | 9.000  | TN          |
| 955 | 543660.251 | 9732687.782 | 8.291 | LF      | 1053 | 543500.006 | 9732939.277 | 9.047  | LF          |
| 956 | 543660.454 | 9732682.691 | 7.874 | LF      | 1054 | 543431.997 | 9732935.462 | 8.840  | LF          |
| 957 | 543659.470 | 9732681.014 | 7.060 | TN      | 1055 | 543431.626 | 9732929.349 | 8.890  | TN          |
| 958 | 543658.000 | 9732678.954 | 6.529 | CANAL   | 1056 | 543431.544 | 9732927.970 | 8.851  | VIA         |
| 959 | 543656.553 | 9732672.082 | 8.280 | CANAL   | 1057 | 543431.672 | 9732924.457 | 8.961  | EJE         |
| 960 | 543653.168 | 9732667.133 | 8.910 | TN      | 1058 | 543431.637 | 9732920.987 | 8.830  | VIA         |
| 961 | 543669.655 | 9732662.628 | 8.576 | TN      | 1059 | 543432.274 | 9732913.313 | 8.774  | TN          |
| 962 | 543671.780 | 9732666.117 | 7.625 | CANAL   | 1060 | 543432.102 | 9732912.480 | 8.752  | LF          |
| 963 | 543673.362 | 9732668.630 | 6.580 | CANAL   | 1061 | 543370.463 | 9732909.476 | 9.192  | LF          |
| 964 | 543679.827 | 9732674.521 | 7.198 | TN      | 1062 | 543370.108 | 9732914.943 | 9.006  | TN          |
| 965 | 543682.898 | 9732677.037 | 7.617 | LF      | 1063 | 543370.162 | 9732916.642 | 9.212  | VIA         |
| 966 | 543678.437 | 9732671.647 | 6.836 | CANAL   | 1064 | 543369.913 | 9732919.881 | 9.319  | EJE         |
| 967 | 543692.633 | 9732657.058 | 6.724 | LF      | 1065 | 543369.486 | 9732923.335 | 9.208  | VIA         |
| 968 | 543690.387 | 9732654.898 | 6.568 | TN      | 1066 | 543369.214 | 9732925.518 | 9.057  | TN          |
| 969 | 543688.594 | 9732653.758 | 6.454 | CANAL   | 1067 | 543368.671 | 9732930.533 | 9.019  | LF          |
| 970 | 543687.425 | 9732652.858 | 6.986 | CANAL   | 1068 | 543298.301 | 9732925.383 | 10.352 | LF          |
| 971 | 543683.336 | 9732648.393 | 7.359 | TN      | 1069 | 543298.894 | 9732920.262 | 10.201 | TN          |
| 972 | 543681.433 | 9732647.314 | 7.635 | LF      | 1070 | 543299.087 | 9732918.567 | 10.419 | VIA         |
| 973 | 543676.189 | 9732656.734 | 8.103 | LF      | 1071 | 543299.032 | 9732915.091 | 10.568 | EJE         |
| 974 | 543743.747 | 9732539.154 | 7.262 | TN      | 1072 | 543299.252 | 9732911.674 | 10.493 | VIA         |
| 975 | 543736.375 | 9732536.941 | 7.116 | TN      | 1073 | 543299.470 | 9732909.621 | 10.306 | TN          |
| 976 | 543723.975 | 9732534.217 | 7.326 | TN      | 1074 | 543300.138 | 9732905.287 | 10.566 | LF          |
| 977 | 543714.655 | 9732557.720 | 5.784 | TN      | 1075 | 543275.101 | 9732903.600 | 11.255 | POSTE       |
| 978 | 543723.498 | 9732559.983 | 5.829 | TN      | 1076 | 543266.242 | 9732901.514 | 11.464 | MEDIDORAGUA |
| 979 | 543734.363 | 9732562.379 | 5.994 | TN      | 1077 | 543254.233 | 9732903.204 | 11.403 | MEDIDORAGUA |
| 980 | 543702.213 | 9732571.033 | 5.339 | TN      | 1078 | 543255.134 | 9732921.147 | 11.474 | MEDIDORAGUA |



|      |            |             |        |             |      |            |             |        |             |
|------|------------|-------------|--------|-------------|------|------------|-------------|--------|-------------|
| 1079 | 543264.205 | 9732919.633 | 11.033 | MEDIDORAGUA | 1128 | 543289.149 | 9732810.264 | 11.513 | TN          |
| 1080 | 543239.500 | 9732919.273 | 11.916 | MEDIDORAGUA | 1129 | 543286.717 | 9732809.881 | 11.510 | LF          |
| 1081 | 543239.323 | 9732916.215 | 11.421 | TN          | 1130 | 543306.014 | 9732867.333 | 11.319 | HIDRANTE    |
| 1082 | 543239.138 | 9732914.420 | 11.541 | VIA         | 1131 | 543342.630 | 9732868.658 | 9.979  | POSTE       |
| 1083 | 543238.928 | 9732911.000 | 11.608 | EJE         | 1132 | 543342.709 | 9732869.709 | 9.855  | LF          |
| 1084 | 543238.784 | 9732907.589 | 11.497 | VIA         | 1133 | 543343.479 | 9732866.960 | 10.052 | TN          |
| 1085 | 543238.719 | 9732904.925 | 11.416 | TN          | 1134 | 543343.446 | 9732866.249 | 10.186 | VIA         |
| 1086 | 543238.879 | 9732901.064 | 11.820 | POSTE       | 1135 | 543343.534 | 9732862.146 | 10.381 | EJE         |
| 1087 | 543239.061 | 9732902.125 | 11.769 | LF          | 1136 | 543343.387 | 9732858.490 | 10.227 | VIA         |
| 1088 | 543230.292 | 9732919.103 | 11.856 | MEDIDORAGUA | 1137 | 543343.723 | 9732856.097 | 10.358 | TN          |
| 1089 | 543232.380 | 9732861.096 | 11.707 | MEDIDORAGUA | 1138 | 543344.181 | 9732843.707 | 10.654 | TN          |
| 1090 | 543248.947 | 9732864.654 | 11.634 | MEDIDORAGUA | 1139 | 543344.222 | 9732833.390 | 11.088 | LF          |
| 1091 | 543249.777 | 9732862.089 | 11.531 | POSTE       | 1140 | 543381.727 | 9732835.414 | 10.077 | LF ESC      |
| 1092 | 543249.974 | 9732860.259 | 11.384 | TN          | 1141 | 543383.943 | 9732835.699 | 10.084 | TN          |
| 1093 | 543249.981 | 9732859.088 | 11.463 | VIA         | 1142 | 543385.215 | 9732835.845 | 10.337 | VIA         |
| 1094 | 543250.171 | 9732855.518 | 11.558 | EJE         | 1143 | 543389.243 | 9732836.231 | 10.452 | EJE         |
| 1095 | 543250.387 | 9732851.652 | 11.425 | VIA         | 1144 | 543392.967 | 9732836.786 | 10.364 | VIA         |
| 1096 | 543249.725 | 9732848.036 | 11.421 | TN          | 1145 | 543394.054 | 9732837.119 | 10.029 | TN          |
| 1097 | 543241.536 | 9732838.471 | 11.432 | POSTE       | 1146 | 543395.847 | 9732839.030 | 9.762  | LF          |
| 1098 | 543247.478 | 9732836.856 | 11.626 | MEDIDORAGUA | 1147 | 543385.098 | 9732797.740 | 11.306 | LF ESC      |
| 1099 | 543247.720 | 9732837.672 | 11.449 | LF          | 1148 | 543388.028 | 9732797.130 | 11.040 | POSTE       |
| 1100 | 543252.554 | 9732837.204 | 11.564 | MEDIDORAGUA | 1149 | 543388.377 | 9732797.795 | 11.026 | TN          |
| 1101 | 543249.973 | 9732865.129 | 11.518 | LF          | 1150 | 543388.793 | 9732797.666 | 11.042 | VIA         |
| 1102 | 543265.866 | 9732864.124 | 11.898 | MEDIDORAGUA | 1151 | 543392.172 | 9732797.870 | 11.117 | EJE         |
| 1103 | 543282.066 | 9732865.668 | 11.441 | CALLEJON    | 1152 | 543396.439 | 9732798.085 | 11.008 | VIA         |
| 1104 | 543291.749 | 9732866.182 | 11.575 | VIA         | 1153 | 543398.435 | 9732798.187 | 10.779 | TN          |
| 1105 | 543287.967 | 9732864.857 | 11.470 | EJE         | 1154 | 543402.693 | 9732799.339 | 10.645 | LF          |
| 1106 | 543288.856 | 9732886.103 | 11.092 | EJE         | 1155 | 543402.089 | 9732819.113 | 10.490 | LF          |
| 1107 | 543283.312 | 9732887.085 | 11.322 | VIA         | 1156 | 543396.703 | 9732818.956 | 10.592 | LF          |
| 1108 | 543292.435 | 9732888.526 | 10.970 | VIA         | 1157 | 543391.675 | 9732861.615 | 9.367  | VIA         |
| 1109 | 543292.254 | 9732865.461 | 11.601 | POSTE       | 1158 | 543391.556 | 9732865.285 | 9.477  | EJE         |
| 1110 | 543294.116 | 9732866.861 | 11.599 | LF          | 1159 | 543391.291 | 9732869.161 | 9.352  | VIA         |
| 1111 | 543294.829 | 9732863.580 | 11.279 | TN          | 1160 | 543390.889 | 9732870.761 | 9.133  | TN          |
| 1112 | 543295.042 | 9732862.340 | 11.274 | VIA         | 1161 | 543388.392 | 9732871.595 | 9.181  | POSTE       |
| 1113 | 543295.541 | 9732858.611 | 11.358 | EJE         | 1162 | 543388.733 | 9732873.112 | 9.324  | LF          |
| 1114 | 543296.003 | 9732854.988 | 11.218 | VIA         | 1163 | 543382.832 | 9732872.477 | 9.294  | MEDIDORAGUA |
| 1115 | 543297.728 | 9732848.491 | 11.140 | TN          | 1164 | 543361.760 | 9732870.189 | 9.638  | MEDIDORAGUA |
| 1116 | 543292.300 | 9732853.720 | 11.300 | VIA         | 1165 | 543391.298 | 9732858.903 | 9.451  | VIA         |
| 1117 | 543289.334 | 9732853.547 | 11.323 | EJE         | 1166 | 543387.246 | 9732858.858 | 9.526  | EJE         |
| 1118 | 543286.119 | 9732853.268 | 11.334 | VIA         | 1167 | 543383.300 | 9732858.511 | 9.550  | VIA         |
| 1119 | 543284.715 | 9732852.482 | 11.283 | TN          | 1168 | 543396.830 | 9732873.104 | 9.179  | MEDIDORAGUA |
| 1120 | 543284.094 | 9732841.611 | 11.459 | LF          | 1169 | 543411.880 | 9732874.282 | 9.228  | MEDIDORAGUA |
| 1121 | 543279.732 | 9732842.088 | 11.454 | POSTE       | 1170 | 543427.243 | 9732875.980 | 9.202  | LF          |
| 1122 | 543301.232 | 9732812.404 | 11.261 | LF          | 1171 | 543426.729 | 9732875.325 | 9.152  | MEDIDORAGUA |
| 1123 | 543299.626 | 9732812.257 | 11.196 | POSTE       | 1172 | 543425.595 | 9732874.471 | 8.975  | POSTE       |
| 1124 | 543298.329 | 9732812.217 | 11.346 | TN          | 1173 | 543425.767 | 9732872.739 | 8.979  | TN          |
| 1125 | 543297.396 | 9732811.661 | 11.500 | VIA         | 1174 | 543425.700 | 9732871.627 | 9.128  | LF          |
| 1126 | 543294.465 | 9732811.172 | 11.603 | EJE         | 1175 | 543426.034 | 9732867.804 | 9.201  | EJE         |
| 1127 | 543291.334 | 9732810.677 | 11.566 | VIA         | 1176 | 543426.148 | 9732863.899 | 9.136  | VIA         |
|      |            |             |        |             | 1177 | 543426.279 | 9732861.196 | 8.996  | TN          |
|      |            |             |        |             | 1178 | 543425.413 | 9732853.188 | 9.044  | TN          |
|      |            |             |        |             | 1179 | 543424.861 | 9732840.299 | 9.309  | MEDIDORAGUA |
|      |            |             |        |             | 1180 | 543423.947 | 9732839.773 | 9.309  | LF          |
|      |            |             |        |             | 1181 | 543410.278 | 9732840.037 | 9.953  | POSTE       |
|      |            |             |        |             | 1182 | 543401.477 | 9732839.933 | 9.873  | MEDIDORAGUA |
|      |            |             |        |             | 1183 | 543433.203 | 9732873.804 | 8.937  | LOMO        |
|      |            |             |        |             | 1184 | 543433.588 | 9732873.847 | 8.953  | LOMO        |
|      |            |             |        |             | 1185 | 543433.432 | 9732874.142 | 8.651  | INVERT      |
|      |            |             |        |             | 1186 | 543433.085 | 9732874.017 | 8.623  | INVERT      |
|      |            |             |        |             | 1187 | 543437.331 | 9732876.380 | 9.073  | MEDIDORAGUA |

### Anexo 3

Tabla de Modulación Hidráulica del sistema de Alcantarillado Sanitario

|                                  |       |           |
|----------------------------------|-------|-----------|
| DOTACIÓN                         | 200   | l/hab/día |
| DENSIDAD POBLACIONAL             | 200   | hab/ha    |
| COEFICIENTE DE FLUJO MÁXIMO      | 2     |           |
| COEFICIENTE DE RETORNO           | 0,85  |           |
| COEFICIENTE DE RUGOSIDAD MANNING | 0,009 |           |

| COLECTOR         | TRAMO COLECTOR |                |            |      |              |            |      |          | ÁREAS DE APORTACIÓN |         |           | CAUDALES |           |            |           |         |         | PENDIENTE | DIÁMETRO | DIÁMETRO  | DIÁMETRO COMERCIAL | TUBO LLENO |         | RELACIONES HIDRÁULICAS |       |                |       | NORMA |     |
|------------------|----------------|----------------|------------|------|--------------|------------|------|----------|---------------------|---------|-----------|----------|-----------|------------|-----------|---------|---------|-----------|----------|-----------|--------------------|------------|---------|------------------------|-------|----------------|-------|-------|-----|
|                  | TRAMO          | CAMARA INICIAL |            |      | CAMARA FINAL |            |      | LONGITUD | PORPIA              | ACUMUL. | HABITANT. | Q MEDIO  | Q MAX HOR | Q INFILTR. | Q ERRADAS | Q TOTAL | Q TOTAL |           |          |           |                    | Q/Qo       | D/φ     | Tirante                | V/Vo  | VELOCIDAD REAL |       |       |     |
|                  |                | COTA TERRENO   | COTA CLAVE | H    | COTA TERRENO | COTA CLAVE | H    |          |                     |         |           |          |           |            |           |         |         |           |          |           |                    |            |         |                        |       |                | m     |       | Has |
| PRIMARIO C       | C1-C2          | 11,39          | 10,19      | 1,2  | 11,3         | 9,8        | 1,5  | 74,6     | 1,83                | 1,83    | 367       | 0,85     | 1,44      | 0,30       | 0,34      | 2,08    | 0,00208 | 0,52%     | 0,06995  | 69,95182  | 200                | 0,03429    | 1,09035 | 0,061                  | 0,166 | 3,32           | 0,550 | 0,600 | OK  |
|                  | C2-C3          | 11,3           | 9,8        | 1,5  | 9,38         | 8,18       | 1,2  | 98,05    | 0,00                | 1,83    | 367       | 0,85     | 1,44      | 0,30       | 0,34      | 2,08    | 0,00208 | 1,65%     | 0,05638  | 56,37642  | 200                | 0,06096    | 1,93838 | 0,034                  | 0,118 | 2,36           | 0,445 | 0,863 | OK  |
|                  | C3-C4          | 9,38           | 8,18       | 1,2  | 9,07         | 6,74       | 2,33 | 65,9     | 0,00                | 1,83    | 367       | 0,85     | 1,44      | 0,30       | 0,34      | 2,08    | 0,00208 | 2,15%     | 0,05350  | 53,49746  | 200                | 0,07010    | 2,22917 | 0,030                  | 0,097 | 1,94           | 0,393 | 0,876 | OK  |
|                  | C4-C5          | 9,07           | 6,74       | 2,33 | 9,05         | 6,52       | 2,53 | 54,95    | 0,79                | 5,43    | 1086      | 2,51     | 4,27      | 0,88       | 1,01      | 6,16    | 0,00616 | 0,40%     | 0,11046  | 110,45731 | 200                | 0,03001    | 0,95418 | 0,205                  | 0,303 | 6,06           | 0,780 | 0,744 | OK  |
|                  | C5-C6          | 9,05           | 6,52       | 2,53 | 9,06         | 6,25       | 2,81 | 54,95    | 0,00                | 5,43    | 1086      | 2,51     | 4,27      | 0,88       | 1,01      | 6,16    | 0,00616 | 0,49%     | 0,10630  | 106,29626 | 200                | 0,03324    | 1,05707 | 0,185                  | 0,287 | 5,74           | 0,757 | 0,800 | OK  |
|                  | C6-C7          | 9,06           | 6,25       | 2,81 | 9,03         | 5,95       | 3,08 | 59,15    | 2,71                | 9,87    | 1974      | 4,57     | 7,77      | 1,60       | 1,83      | 11,20   | 0,01120 | 0,51%     | 0,13222  | 132,22216 | 200                | 0,03377    | 1,07396 | 0,332                  | 0,396 | 7,92           | 0,898 | 0,964 | OK  |
|                  | C7-C8          | 9,03           | 5,95       | 3,08 | 8,6          | 5,54       | 3,06 | 81,9     | 0,74                | 12,49   | 2498      | 5,78     | 9,83      | 2,02       | 2,31      | 14,17   | 0,01417 | 0,50%     | 0,14478  | 144,78213 | 200                | 0,03355    | 1,06697 | 0,422                  | 0,452 | 9,04           | 0,956 | 1,020 | OK  |
|                  | C8-C9          | 8,6            | 5,54       | 3,06 | 8,19         | 5,05       | 3,14 | 82,4     | 0,00                | 12,49   | 2498      | 5,78     | 9,83      | 2,02       | 2,31      | 14,17   | 0,01417 | 0,59%     | 0,14018  | 140,18314 | 200                | 0,03657    | 1,16289 | 0,387                  | 0,428 | 8,56           | 0,932 | 1,084 | OK  |
|                  | C9-C10         | 8,19           | 5,05       | 3,14 | 8,55         | 4,9        | 3,65 | 49,65    | 1,45                | 16,41   | 3283      | 7,60     | 12,92     | 2,66       | 3,04      | 18,62   | 0,01862 | 0,30%     | 0,17632  | 176,32416 | 200                | 0,02607    | 0,82888 | 0,714                  | 0,623 | 12,46          | 1,086 | 0,900 | OK  |
|                  | C10-EST.BOMB.  | 8,55           | 4,9        | 3,65 | 8,5          | 4,86       | 3,64 | 13,42    | 1,04                | 18,29   | 3658      | 8,47     | 14,39     | 2,96       | 3,39      | 20,74   | 0,02074 | 0,30%     | 0,18408  | 184,08084 | 200                | 0,02589    | 0,82330 | 0,801                  | 0,677 | 13,54          | 1,111 | 0,915 | OK  |
| SECUNDARIO C4.1  | C4.1-C4.2      | 9              | 7,8        | 1,2  | 9,19         | 7,25       | 1,94 | 107,7    | 1,29                | 1,29    | 259       | 0,60     | 1,02      | 0,21       | 0,24      | 1,50    | 0,00150 | 0,51%     | 0,06214  | 62,13962  | 200                | 0,03389    | 1,07765 | 0,044                  | 0,136 | 2,72           | 0,486 | 0,524 | OK  |
|                  | C4.2-C4.3      | 9,19           | 7,25       | 1,94 | 9,4          | 7          | 2,4  | 52,45    | 0,91                | 2,20    | 440       | 1,02     | 1,73      | 0,36       | 0,41      | 2,50    | 0,00250 | 0,48%     | 0,07620  | 76,20066  | 200                | 0,03274    | 1,04112 | 0,076                  | 0,179 | 3,58           | 0,576 | 0,600 | OK  |
|                  | C4.3-C4        | 9,4            | 7          | 2,4  | 9,07         | 6,46       | 2,61 | 107,95   | 0,60                | 2,81    | 561       | 1,30     | 2,21      | 0,45       | 0,52      | 3,18    | 0,00318 | 0,50%     | 0,08271  | 82,70852  | 200                | 0,03354    | 1,06657 | 0,095                  | 0,203 | 4,06           | 0,621 | 0,662 | OK  |
| SECUNDARIO C6.1  | C6.1-C6.2      | 9              | 7,8        | 1,2  | 8,5          | 7,3        | 1,2  | 86,5     | 1,73                | 1,73    | 346       | 0,80     | 1,36      | 0,28       | 0,32      | 1,96    | 0,00196 | 0,58%     | 0,06713  | 67,12560  | 200                | 0,03606    | 1,14652 | 0,054                  | 0,152 | 3,04           | 0,521 | 0,597 | OK  |
|                  | C6.2-C6        | 8,5            | 7,3        | 1,2  | 9,06         | 7,02       | 2,04 | 56,95    | 0,00                | 1,73    | 346       | 0,80     | 1,36      | 0,28       | 0,32      | 1,96    | 0,00196 | 0,49%     | 0,06919  | 69,19385  | 200                | 0,03325    | 1,05739 | 0,059                  | 0,152 | 3,04           | 0,521 | 0,551 | OK  |
| SECUNDARIO C7.1  | C7.1-C7        | 10             | 8,5        | 1,5  | 9,03         | 7,83       | 1,2  | 62,75    | 1,88                | 1,88    | 376       | 0,87     | 1,48      | 0,30       | 0,35      | 2,13    | 0,00213 | 1,07%     | 0,06177  | 61,77051  | 200                | 0,04900    | 1,55824 | 0,044                  | 0,136 | 2,72           | 0,486 | 0,757 | OK  |
| SECUNDARIO C9.1  | C9.1-C9.2      | 8,6            | 7,4        | 1,2  | 8,77         | 7,05       | 1,72 | 66,35    | 1,43                | 1,43    | 286       | 0,66     | 1,13      | 0,23       | 0,26      | 1,62    | 0,00162 | 0,53%     | 0,06361  | 63,61000  | 200                | 0,03444    | 1,09526 | 0,047                  | 0,136 | 2,72           | 0,486 | 0,532 | OK  |
|                  | C9.2-C9.3      | 8,77           | 7,05       | 1,72 | 8,51         | 6,72       | 1,79 | 65,7     | 0,00                | 1,43    | 286       | 0,66     | 1,13      | 0,23       | 0,26      | 1,62    | 0,00162 | 0,50%     | 0,06420  | 64,19705  | 200                | 0,03361    | 1,06876 | 0,048                  | 0,136 | 2,72           | 0,486 | 0,519 | OK  |
|                  | C9.3-C9        | 8,51           | 5,3        | 3,21 | 8,19         | 5,05       | 3,14 | 37,1     | 1,04                | 2,47    | 494       | 1,14     | 1,94      | 0,40       | 0,46      | 2,80    | 0,00280 | 0,67%     | 0,07456  | 74,56165  | 200                | 0,03893    | 1,23790 | 0,072                  | 0,179 | 3,58           | 0,576 | 0,713 | OK  |
| SECUNDARIO C10.1 | C10.1-C10.2    | 9,7            | 8,5        | 1,2  | 8,9          | 7,7        | 1,2  | 102,6    | 0,65                | 0,65    | 129       | 0,30     | 0,51      | 0,10       | 0,12      | 1,50    | 0,00150 | 0,78%     | 0,05740  | 57,39934  | 200                | 0,04188    | 1,33161 | 0,036                  | 0,118 | 2,36           | 0,445 | 0,593 | OK  |
|                  | C10.2-C10      | 8,9            | 7,7        | 1,2  | 10           | 7,18       | 2,82 | 103,6    | 0,19                | 0,84    | 167       | 0,39     | 0,66      | 0,14       | 0,15      | 1,50    | 0,00150 | 0,50%     | 0,06234  | 62,34124  | 200                | 0,03360    | 1,06838 | 0,045                  | 0,136 | 2,72           | 0,486 | 0,519 | OK  |

## Anexo 4

Tabla de Modulación Hidráulica del sistema de Alcantarillado Pluvial

|                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| DOTACIÓN                         | 200   |
| DENSIDAD POBLACIONAL             | 200   |
| COEFICIENTE DE FLUJO MAXIMO      | 2     |
| COEFICIENTE DE RETORNO           | 0,85  |
| COEFICIENTE DE RUGOSIDAD MANNING | 0,009 |

| ESTACIÓN M0056 GUAYAQUIL      |          |
|-------------------------------|----------|
| COEFICIENTE DE ESCORRENTIA    | 0,55     |
| TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (min) | 10       |
| PERÍODO DE RETORNO (años)     | 5        |
| INTENSIDAD DE LLUVIA (mm/h)   | 135,7748 |
|                               | 0,2169   |
|                               | -0,3063  |

| ESTACIÓN |                      | INTERVALOS DE TIEMPO (minutos) | ECUACIONES  | R      | R <sup>2</sup> |
|----------|----------------------|--------------------------------|---|--------|----------------|
| M0056    | GUAYAQUIL AEROPUERTO | 5<30                           | $i = 135,7748 \cdot T^{0,2169} \cdot t^{-0,3063}$   | 0,9840 | 0,9683         |
|          |                      | 30<120                         | $i = 203,0259 \cdot T^{0,2169} \cdot t^{-0,417068}$ | 0,9944 | 0,9889         |
|          |                      | 120<1440                       | $i = 1113,4537 \cdot T^{0,2169} \cdot t^{-0,7779}$  | 0,9992 | 0,9984         |

| COLECTOR         | TRAMO        | TRAMO COLECTOR |            |      |              |            |      | ÁRES DE APORTACIÓN |        | HABITANT. | CUADAL  |         | PENDIENTE | DIÁMETRO | DIÁMETRO | DIÁMETRO COMERCIAL | TUBO LLENO |                | RELACIONES HIDRÁULICAS |       |       |          |       | NORMA |                |
|------------------|--------------|----------------|------------|------|--------------|------------|------|--------------------|--------|-----------|---------|---------|-----------|----------|----------|--------------------|------------|----------------|------------------------|-------|-------|----------|-------|-------|----------------|
|                  |              | CAMARA INICIAL |            |      | CAMARA FINAL |            |      | LONGITUD           | PORPIA |           | ACUMUL. | Q TOTAL |           |          |          |                    | Q TOTAL    | Q A TUBO LLENO | V A TUBO LLENO         | Q/Qo  | d/D   | Trirante | V/Vo  |       | VELOCIDAD REAL |
|                  |              | COTA TERRENO   | COTA CLAVE | H    | COTA TERRENO | COTA CLAVE | H    |                    |        |           |         |         |           |          |          |                    |            |                |                        |       |       |          |       |       |                |
| PRIMARIO D       | C1-C2        | 11,70          | 10,50      | 1,20 | 11,53        | 10,03      | 1,50 | 56,4               | 0,28   | 0,28      | 57      | 41,29   | 0,04129   | 0,83%    | 0,19654  | 196,53777          | 250,00     | 0,07847        | 1,59700                | 0,526 | 0,512 | 12,80    | 1,010 | 1,61  | OK             |
|                  | C2-C3        | 11,53          | 10,03      | 1,50 | 11,30        | 9,80       | 1,50 | 76,9               | 0,31   | 1,34      | 267     | 194,68  | 0,19468   | 0,30%    | 0,42594  | 425,94099          | 450,00     | 0,22551        | 1,41647                | 0,863 | 0,715 | 32,18    | 1,125 | 1,59  | OK             |
|                  | C3-C4        | 11,30          | 9,80       | 1,50 | 9,07         | 7,85       | 1,22 | 168,0              | 0,87   | 2,21      | 442     | 321,75  | 0,32175   | 1,16%    | 0,39884  | 398,83558          | 450,00     | 0,44413        | 2,78969                | 0,724 | 0,628 | 28,26    | 1,088 | 3,04  | OK             |
|                  | C4-C5        | 9,07           | 7,85       | 1,22 | 9,06         | 7,56       | 1,50 | 56,4               | 4,16   | 6,37      | 1273    | 926,71  | 0,92671   | 0,51%    | 0,69092  | 690,91544          | 710,00     | 0,99704        | 2,51575                | 0,929 | 0,756 | 53,68    | 1,135 | 2,86  | OK             |
|                  | C5-C6        | 9,06           | 7,56       | 1,50 | 9,03         | 7,20       | 1,83 | 56,6               | 1,21   | 7,58      | 1515    | 1102,63 | 1,10263   | 0,64%    | 0,70860  | 708,59628          | 710,00     | 1,10901        | 2,79827                | 0,994 | 0,811 | 57,58    | 1,140 | 3,19  | OK             |
|                  | C6-C7        | 9,03           | 7,20       | 1,83 | 8,00         | 7,00       | 1,00 | 49,2               | 0,38   | 9,60      | 1918    | 1395,74 | 1,39574   | 0,41%    | 0,84175  | 841,74550          | 900,00     | 1,66922        | 2,62120                | 0,836 | 0,696 | 62,64    | 1,118 | 2,93  | OK             |
|                  | C7-C8        | 8,00           | 7,00       | 1,00 | 8,19         | 6,55       | 1,64 | 121,9              | 0,83   | 10,43     | 2084    | 1516,41 | 1,51641   | 0,37%    | 0,88429  | 884,28762          | 900,00     | 1,59010        | 2,49696                | 0,954 | 0,778 | 70,02    | 1,138 | 2,84  | OK             |
|                  | C8-DESCARGA  | 8,19           | 6,55       | 1,64 | 6,50         | 6,50       | 0,00 | 18,7               | 0,65   | 11,08     | 2214    | 1611,50 | 1,61150   | 0,27%    | 0,96141  | 961,41409          | 1000,00    | 1,79066        | 2,27764                | 0,900 | 0,735 | 73,50    | 1,130 | 2,57  | OK             |
| SECUNDARIO D 2.1 | C2.1-C2      | 11,60          | 10,40      | 1,20 | 11,53        | 10,03      | 1,50 | 57,0               | 0,75   | 0,75      | 150     | 109,04  | 0,10904   | 0,65%    | 0,29641  | 296,41389          | 355,00     | 0,17648        | 1,78115                | 0,618 | 0,564 | 20,02    | 1,049 | 1,87  | OK             |
| SECUNDARIO D 4.1 | C4.1-C4      | 8,93           | 8,13       | 0,80 | 9,07         | 7,85       | 1,22 | 76,8               | 0,89   | 0,89      | 179     | 129,98  | 0,12998   | 0,36%    | 0,35276  | 352,75773          | 355,00     | 0,13226        | 1,33486                | 0,983 | 0,802 | 28,47    | 1,140 | 1,52  | OK             |
| SECUNDARIO D 6.1 | C6.1-C6      | 9,95           | 8,25       | 1,70 | 9,03         | 7,20       | 1,83 | 62,0               | 1,64   | 1,64      | 328     | 238,44  | 0,23844   | 1,69%    | 0,33202  | 332,01910          | 355,00     | 0,28516        | 2,87813                | 0,836 | 0,696 | 24,71    | 1,118 | 3,22  | OK             |
| SECUNDARIO D 10  | C10-DESCARGA | 8,60           | 6,80       | 1,80 | 5,50         | 5,50       | 0,00 | 84,0               | 1,81   | 1,81      | 362     | 263,59  | 0,26359   | 1,55%    | 0,35067  | 350,67034          | 355,00     | 0,27249        | 2,75023                | 0,967 | 0,786 | 27,90    | 1,139 | 3,13  | OK             |



**Anexo 5**

*Tabla de Modulación Hidráulica de Alcantarillas*

**CUADRO No 2**  
**CALCULO HIDRAULICO DE LOS COLECTORES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL**

| Cámara   | Longitud<br>m | ABS   | AREA              |                  |                |                  | Coeficiente<br>Escorrentia | T. concent. |         |            |                    | Caudal de Diseño |              |             | D<br>m | D<br>mm | s<br>% | LLENA      |            | q/Q  | d/D   | d (cm) | v/V   | v<br>m/seg |            |            |
|----------|---------------|-------|-------------------|------------------|----------------|------------------|----------------------------|-------------|---------|------------|--------------------|------------------|--------------|-------------|--------|---------|--------|------------|------------|------|-------|--------|-------|------------|------------|------------|
|          |               |       | Propia<br>Has     | Adicional<br>Has | Parcial<br>Has | Acumulado<br>Has |                            | de llegada  | de esc. | TR<br>años | Intensidad<br>mm/h | q<br>lts/seg     | q<br>lts/seg | q<br>m3/seg |        |         |        | V<br>m/seg | Q<br>l/seg |      |       |        |       |            |            |            |
|          |               |       |                   |                  |                |                  |                            |             |         |            |                    |                  |              |             |        |         |        |            |            |      |       |        |       |            | LLENA      |            |
|          |               |       |                   |                  |                |                  |                            |             |         |            |                    |                  |              |             |        |         |        |            |            |      |       |        |       |            | V<br>m/seg | Q<br>l/seg |
|          |               |       | <b>COLECTOR L</b> |                  |                |                  |                            |             |         |            |                    |                  |              |             |        |         |        |            |            |      |       |        |       |            |            |            |
| Cuenca   | 16,00         | 0,00  | 62,96             | 0,00             | 62,96          | 62,96            | 55                         | 49,52       | 0,12    | 5,00       | 58,25              | 5608             | 5608         | 5,608       | 1,86   | 2000    | 0,200  | 2,17       | 6808       | 0,82 | 0,689 | 13,78  | 1,116 | 2,42       |            |            |
| D1       | 16,00         | 16,00 | 3,50              | 0,00             | 3,49           | 66,45            | 55                         | 49,64       | 0,12    | 5,00       | 58,25              | 311              | 5919         | 5,919       | 1,90   | 2000    | 0,200  | 2,17       | 6808       | 0,87 | 0,722 | 14,44  | 1,127 | 2,44       |            |            |
| D2       | 32,00         | 32,00 | 2,22              | 0,00             | 2,19           | 68,64            | 55                         | 49,77       | 0,09    | 5,00       | 58,25              | 195              | 6114         | 6,114       | 1,92   | 2000    | 0,200  | 2,17       | 6808       | 0,90 | 0,742 | 14,84  | 1,132 | 2,45       |            |            |
| D3       | 44,00         | 44,00 | 0,54              | 0,00             | 0,52           | 69,16            | 55                         | 49,86       | 0,09    | 5,00       | 58,25              | 46               | 6160         | 6,160       | 1,69   | 2000    | 0,400  | 3,06       | 9628       | 0,60 | 0,558 | 11,16  | 1,045 | 3,20       |            |            |
| DESCARGA | 60,00         | 60,00 |                   |                  |                |                  |                            |             |         |            |                    |                  |              |             |        |         |        |            |            |      |       |        |       |            |            |            |

## Anexo 6

### Presupuestario referencial del proyecto.

| UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA   |   |        |           |                |                      |
|--|---|--------|-----------|----------------|----------------------|
| TESIS DE GRADO   |   |        |           |                |                      |
| PRESUPUESTO REFERENCIAL DE OBRA  |   |        |           |                |                      |
| OBRA: ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL INCLUIDO EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON LAGUNAS ESTABILIZADORAS EN LA COMUNA TUGADUAJA, PARROQUIA CHANDUY, CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA |   |        |           |                |                      |
| UBICACION: COMUNA TUGADUAJA, PARROQUIA CHANDUY, CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA   |   |        |           |                |                      |
| PLAZO DE EJECUCION: 279 DIAS   |   |        |           |                |                      |
| FECHA: MARZO 2023  |   |        |           |                |                      |
| RUBRO  | DESCRIPCION                                   | UNIDAD | CANTIDAD  | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL          |
|  | <b>PRELIMINARES</b>                           |        |           |                | <b>\$ 20.875,68</b>  |
| 01   | CASETA DE GUARDIANIA (BODEGA)                 | m2     | 300,00    | \$ 58,21       | \$ 17.463,00         |
| 02   | GUARDIANIA                                    | Mes    | 6,00      | \$ 568,78      | \$ 3.412,68          |
|  | <b>COLECTOR PRINCIPAL AASS</b>                |        |           |                | <b>\$ 141.226,29</b> |
| 03   | TRAZADO Y NIVELACION REPLANTEO                | ml     | 1.484,62  | \$ 1,20        | \$ 1.781,54          |
| 04   | EXCAVACION DE ZANJA PARA TUBERIA              | m3     | 3.454,12  | \$ 5,80        | \$ 20.033,90         |
| 05   | PROVISION DE TUBERIA PVC 200 mm               | ml     | 1.484,62  | \$ 18,57       | \$ 27.569,39         |
| 06   | INSTALACION TUBERIA PVC 200 mm                | ml     | 1.484,62  | \$ 1,23        | \$ 1.826,08          |
| 07   | DESALOJO DE MATERIAL                          | m3-km  | 2.763,30  | \$ 2,24        | \$ 6.189,79          |
| 08   | RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE EXCAVACION | m3     | 2.072,47  | \$ 6,37        | \$ 13.201,63         |
| 09   | RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL IMPORTADO     | m3     | 1.381,65  | \$ 16,36       | \$ 22.603,79         |
| 10   | TRANSPORTE DE MATERIAL IMPORTADO DE CASCAJO   | m3-km  | 10.362,38 | \$ 0,36        | \$ 3.730,46          |
| 11   | CAMA DE ARENA                                 | m2     | 1.484,62  | \$ 2,55        | \$ 3.785,78          |
| 12   | ENTIBADO                                      | m2     | 560,00    | \$ 30,60       | \$ 17.136,00         |
| 13   | ROTURA Y REPOSICION DE ASFALTO.               | m2     | 1.484,62  | \$ 15,74       | \$ 23.367,92         |
|  | <b>TIRANTES AASS</b>                          |        |           |                | <b>\$ 20.905,17</b>  |
| 14   | TRAZADO Y NIVELACION REPLANTEO                | ml     | 244,53    | \$ 1,20        | \$ 293,44            |
| 15   | EXCAVACION DE ZANJA PARA TUBERIA              | m3     | 586,87    | \$ 5,80        | \$ 3.403,85          |
| 16   | PROVISION DE TUBERIA PVC ESTRUCTURADA 200mm   | ml     | 244,53    | \$ 18,57       | \$ 4.540,92          |
| 17   | INSTALACION TUBERIA PVC 200mm                 | ml     | 244,53    | \$ 1,23        | \$ 300,77            |
| 18   | DESALOJO DE MATERIAL                          | m3-km  | 469,50    | \$ 2,24        | \$ 1.051,68          |
| 19   | RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE EXCAVACION | m3     | 352,12    | \$ 6,37        | \$ 2.243,00          |
| 20   | RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL IMPORTADO     | m3     | 234,75    | \$ 16,36       | \$ 3.840,51          |
| 21   | TRANSPORTE DE MATERIAL IMPORTADO DE CASCAJO   | m3-km  | 1.760,63  | \$ 0,36        | \$ 633,83            |
| 22   | CAMA DE ARENA                                 | m2     | 293,44    | \$ 2,55        | \$ 748,27            |
| 23   | ROTURA Y REPOSICION DE ASFALTO.               | m2     | 244,53    | \$ 15,74       | \$ 3.848,90          |
|  | <b>CAMARAS DE AASS</b>                        |        |           |                | <b>\$ 31.741,18</b>  |
| 24   | TRAZADO Y NIVELACION REPLANTEO DE ESTRUCTURAS | m2     | 53,45     | \$ 1,20        | \$ 64,14             |
| 25   | EXCAVACION A MAQUINA                          | m3     | 378,00    | \$ 7,20        | \$ 2.721,60          |
| 26   | DESALOJO DE MATERIAL                          | m3-km  | 302,40    | \$ 2,24        | \$ 677,38            |
| 27   | RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE EXCAVACION | m3     | 226,80    | \$ 6,37        | \$ 1.444,72          |
| 28   | RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL IMPORTADO     | m3     | 151,20    | \$ 16,36       | \$ 2.473,63          |
| 29   | TRANSPORTE DE MATERIAL IMPORTADO DE CASCAJO   | m3-km  | 1.134,00  | \$ 0,36        | \$ 408,24            |
| 30   | TAPAS DE HF                                   | u      | 21,00     | \$ 45,01       | \$ 945,21            |
| 31   | ACERO ESTRUCTURAL FY =4200 KG/CM2             | kg     | 7.776,51  | \$ 1,37        | \$ 10.653,82         |
| 32   | HORMICON SIMPLE FC= 280 KG/CM2                | m3     | 71,40     | \$ 150,39      | \$ 10.737,85         |
| 33   | REPLANTILLO H. SIMPLE FC= 180 KG/CM2 e=5      | m2     | 66,15     | \$ 11,69       | \$ 773,29            |
| 34   | ROTURA Y REPOSICION DE ASFALTO.               | m2     | 53,45     | \$ 15,74       | \$ 841,30            |
|  | <b>COLECTOR TERCIARIO AASS</b>                |        |           |                | <b>\$ 103.692,46</b> |
| 35   | TRAZADO Y NIVELACION REPLANTEO                | ml     | 2.755,00  | \$ 1,20        | \$ 3.306,00          |
| 36   | EXCAVACION DE ZANJA PARA TUBERIA              | m3     | 1.983,60  | \$ 5,80        | \$ 11.504,88         |
| 37   | PROVISION DE TUBERIA PVC 160 mm               | ml     | 2.755,00  | \$ 11,11       | \$ 30.608,05         |
| 38   | INSTALACION TUBERIA PVC 160mm                 | ml     | 2.755,00  | \$ 1,23        | \$ 3.388,65          |
| 39   | DESALOJO DE MATERIAL                          | m3-km  | 1.586,88  | \$ 2,24        | \$ 3.554,61          |
| 40   | RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE EXCAVACION | m3     | 1.190,16  | \$ 6,37        | \$ 7.581,32          |
| 41   | RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL IMPORTADO     | m3     | 793,44    | \$ 16,36       | \$ 12.980,68         |
| 42   | TRANSPORTE DE MATERIAL IMPORTADO DE CASCAJO   | m3-km  | 5.950,80  | \$ 0,36        | \$ 2.142,29          |
| 43   | ROTURA Y REPOSICION DE ASFALTO.               | m2     | 137,75    | \$ 15,74       | \$ 2.168,19          |
| 44   | CAJAS DOMICILIARIAS DE HS                     | u      | 198,00    | \$ 64,67       | \$ 12.804,66         |
|  | <b>COLECTOR PRINCIPAL AALL</b>                |        |           |                | <b>\$ 142.976,51</b> |
| 45   | TRAZADO Y NIVELACION REPLANTEO                | ml     | 807,20    | \$ 1,20        | \$ 968,64            |
| 46   | EXCAVACION DE ZANJA PARA TUBERIA              | m3     | 1.452,96  | \$ 5,80        | \$ 8.427,17          |
| 47   | PROVISION DE TUBERIA PVC 250 mm               | ml     | 56,43     | \$ 23,36       | \$ 1.318,20          |
| 48   | INSTALACION TUBERIA PVC 250 mm                | ml     | 56,43     | \$ 1,23        | \$ 69,41             |
| 49   | PROVISION DE TUBERIA PVC 355 mm               | ml     | 119,00    | \$ 35,35       | \$ 4.206,65          |
| 50   | INSTALACION TUBERIA PVC 355 mm                | ml     | 119,00    | \$ 1,54        | \$ 183,26            |
| 51   | PROVISION DE TUBERIA PVC 450 mm               | ml     | 328,90    | \$ 58,46       | \$ 19.227,49         |
| 52   | INSTALACION TUBERIA PVC 450 mm                | ml     | 328,90    | \$ 1,81        | \$ 595,31            |
| 53   | PROVISION DE TUBERIA PVC 710mm                | ml     | 113,10    | \$ 154,00      | \$ 17.417,40         |
| 54   | INSTALACION TUBERIA PVC 710mm                 | ml     | 113,10    | \$ 2,02        | \$ 228,46            |
| 55   | PROVISION DE TUBERIA PVC 900mm                | ml     | 171,10    | \$ 200,00      | \$ 34.220,00         |
| 56   | INSTALACION TUBERIA PVC 900mm                 | ml     | 171,10    | \$ 2,23        | \$ 381,55            |
| 57   | PROVISION DE TUBERIA PVC 1000mm               | ml     | 18,74     | \$ 243,00      | \$ 4.553,82          |
| 58   | INSTALACION TUBERIA PVC 1000mm                | ml     | 18,74     | \$ 2,41        | \$ 45,16             |
| 59   | DESALOJO DE MATERIAL                          | m3-km  | 1.162,37  | \$ 2,24        | \$ 2.603,70          |
| 60   | RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE EXCAVACION | m3     | 871,78    | \$ 6,37        | \$ 5.553,21          |
| 61   | RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL IMPORTADO     | m3     | 581,18    | \$ 16,36       | \$ 9.508,17          |
| 62   | TRANSPORTE DE MATERIAL IMPORTADO DE CASCAJO   | m3-km  | 4.358,88  | \$ 0,36        | \$ 1.569,20          |
| 63   | CAMA DE ARENA                                 | m3     | 807,20    | \$ 2,55        | \$ 2.058,36          |
| 64   | ENTIBADO                                      | m2     | 560,00    | \$ 30,60       | \$ 17.136,00         |
| 65   | ROTURA Y REPOSICION DE ASFALTO.               | m2     | 807,20    | \$ 15,74       | \$ 12.705,33         |
|  | <b>TIRANTES AALL</b>                          |        |           |                | <b>\$ 14.775,78</b>  |
| 66   | TRAZADO Y NIVELACION REPLANTEO                | ml     | 132,95    | \$ 1,20        | \$ 159,54            |
| 67   | EXCAVACION DE ZANJA PARA TUBERIA              | m3     | 239,31    | \$ 5,80        | \$ 1.388,00          |
| 68   | PROVISION DE TUBERIA PVC ESTRUCTURADA 355mm   | ml     | 132,95    | \$ 55,57       | \$ 7.388,03          |
| 69   | INSTALACION TUBERIA PVC ESTRUCTURADA 355mm    | ml     | 132,95    | \$ 1,81        | \$ 240,64            |
| 70   | DESALOJO DE MATERIAL                          | m3-km  | 191,44    | \$ 2,24        | \$ 428,83            |
| 71   | RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE EXCAVACION | m3     | 143,59    | \$ 6,37        | \$ 914,67            |
| 72   | RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL IMPORTADO     | m3     | 95,72     | \$ 16,36       | \$ 1.565,98          |
| 73   | TRANSPORTE DE MATERIAL IMPORTADO DE CASCAJO   | m3-km  | 717,90    | \$ 0,36        | \$ 258,44            |
| 74   | CAMA DE ARENA                                 | m2     | 132,95    | \$ 2,55        | \$ 339,02            |
| 75   | ROTURA Y REPOSICION DE ASFALTO.               | m2     | 132,95    | \$ 15,74       | \$ 2.092,63          |
|  | <b>CAMARAS Y SUMIDEROS DE AALL</b>            |        |           |                | <b>\$ 26.340,06</b>  |
| 76   | TRAZADO Y NIVELACION REPLANTEO DE ESTRUCTURAS | ml     | 25,00     | \$ 1,20        | \$ 30,00             |

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**

**TESIS DE GRADO**

**PRESUPUESTO REFERENCIAL DE OBRA**

**OBRA: ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL INCLUIDO EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON LAGUNAS ESTABILIZADORAS EN LA COMUNA TUGADUAJA, PARROQUIA CHANDUY, CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA**

**UBICACIÓN: COMUNA TUGADUAJA, PARROQUIA CHANDUY, CANTON SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA**

**PLAZO DE EJECUCION: 279 DIAS**

**FECHA: MARZO 2023**

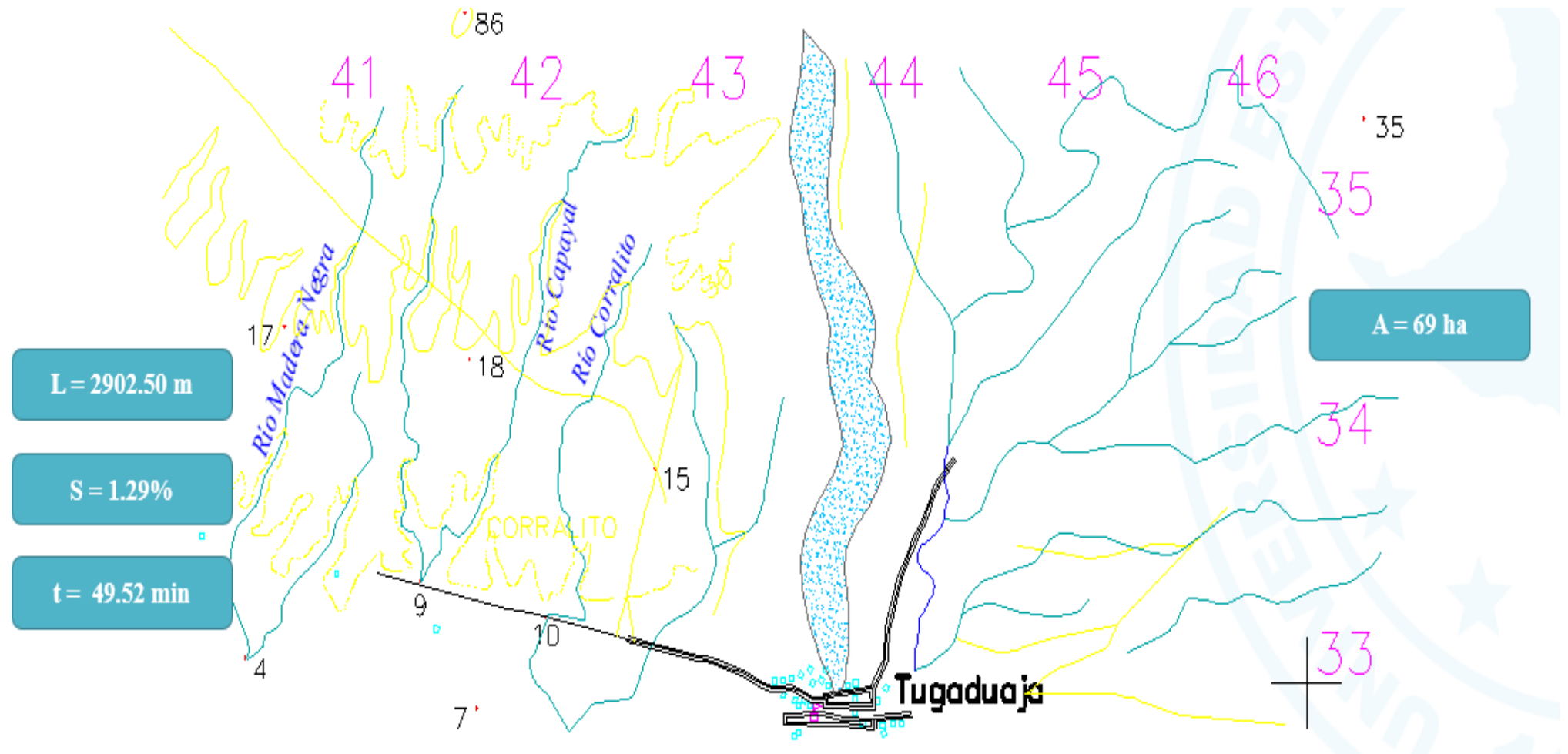
| RUBRO | DESCRIPCION   | UNIDAD | CANTIDAD  | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL          |
|-------|---|--------|-----------|----------------|----------------------|
|       | <b>CAMARAS Y SUMIDEROS DE AALL</b>                            |        |           |                | <b>\$ 26.340,06</b>  |
| 77    | ENTIBADO  | m2     | 10,00     | \$ 30,60       | \$ 306,00            |
| 78    | EXCAVACION A MAQUINA  | m3     | 66,00     | \$ 7,20        | \$ 475,20            |
| 79    | DESALOJO DE MATERIAL  | m3-km  | 191,45    | \$ 2,24        | \$ 428,84            |
| 80    | RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE EXCAVACION                 | m3     | 143,59    | \$ 6,37        | \$ 914,64            |
| 81    | RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL IMPORTADO                     | m3     | 95,72     | \$ 16,36       | \$ 1.566,04          |
| 82    | TRANSPORTE DE MATERIAL IMPORTADO DE CASCAJO                   | m3-km  | 717,93    | \$ 0,36        | \$ 258,45            |
| 83    | TAPAS DE HF   | u      | 11,00     | \$ 45,01       | \$ 495,11            |
| 84    | ACERO ESTRUCTURAL FY =4200 KG/CM2                             | kg     | 4.073,41  | \$ 1,37        | \$ 5.580,57          |
| 85    | HORMIGON SIMPLE FC= 280 KG/CM2                                | m3     | 37,40     | \$ 150,39      | \$ 5.624,59          |
| 86    | REPLANTILLO H. SIMPLE FC= 180 KG/CM2 e=5                      | m2     | 34,65     | \$ 11,69       | \$ 405,06            |
| 87    | ROTURA Y REPOSICION DE ASFALTO.                               | m2     | 25,00     | \$ 15,75       | \$ 393,75            |
| 88    | SUMIDERO DE H.A DE AGUAS LLUVIAS                              | U      | 52,00     | \$ 189,65      | \$ 9.861,80          |
|       | <b>CANALIZACION DE AGUAS LLUVIAS</b>                          |        |           |                | <b>\$ 127.747,92</b> |
|       | BORDILLO - CUNETA DE Ho, So, Fc = 180 Kg/cm2                  | m3     | 378,56    | \$ 270,41      | \$102.367,53         |
| 89    | DERROCAMEINTO DE HORMIGON                                     | m3     | 3,40      | 71,55          | \$ 243,27            |
| 90    | EXCAVACION A MAQUINA  | m3     | 201,60    | 3,86           | \$ 778,18            |
| 91    | RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL IMPORTADO                     | m3     | 38,40     | \$ 16,36       | \$ 628,22            |
| 92    | TRANSPORTE DE MATERIAL DE IMPORTADO                           | m3-km  | 288,00    | \$ 0,36        | \$ 103,68            |
| 93    | TUBERIA DE HORMIGON TIPO 2 DE 1200mm                          | ml     | 60,00     | \$ 244,02      | \$ 14.641,20         |
| 94    | INSTALACION TUBERIA DE HORMIGON TIPO 2 DE 1200mm              | ml     | 60,00     | \$ 2,44        | \$ 146,40            |
| 95    | MURO DE ALA DE HORMIGON TIPO 2                                | u      | 12,00     | \$ 178,00      | \$ 2.136,00          |
| 96    | ROTURA Y REPOSICION DE ASFALTO                                | m2     | 25,00     | \$ 15,75       | \$ 393,75            |
| 97    | RECONFORMACION DE TALUD                                       | m2     | 252,00    | \$1,99         | \$ 501,98            |
| 98    | PIEDRA INTERMEDIA   | m3     | 243,00    | \$ 20,45       | \$ 4.969,35          |
| 99    | TRANSPORTE DE PIEDRA INTERMEDIA                               | m3-km  | 1.822,50  | \$ 0,46        | \$ 838,35            |
|       | <b>AMBIENTALES</b>  |        |           |                | <b>\$ 30.227,91</b>  |
| 100   | LETRERO DE OBRA CON ESTRUCTURAS METALICA Y LONA REFLECTIVA    | U      | 3,00      | \$ 524,47      | \$ 1.573,41          |
| 101   | AGUA PARA CONTROL DE POLVO                                    | m3     | 2.400,00  | \$ 2,16        | \$ 5.184,00          |
| 102   | CINTA DELIMITADORA DEL PELIGRO                                | m3     | 12.000,00 | \$ 0,56        | \$ 6.720,00          |
| 103   | PARANTE DE CAÑA CON BASE DE HORMIGON                          | U      | 300,00    | \$ 8,25        | \$ 2.475,00          |
| 104   | CHARLAS DE CONCIENCIACION                                     | U      | 3,00      | \$ 643,75      | \$ 1.931,25          |
| 105   | CHARLAS DE ADIESTRAMIENTO                                     | U      | 3,00      | \$ 606,25      | \$ 1.818,75          |
| 106   | COMUNICADOS RADIALES  | U      | 15,00     | \$ 62,50       | \$ 937,50            |
| 107   | MANITOREO DE CALIDAD DE AIRE                                  | U      | 3,00      | \$ 150,00      | \$ 450,00            |
| 108   | MONITOREO DE NIVELES DE RUIDO                                 | U      | 3,00      | \$ 143,75      | \$ 431,25            |
| 109   | CABINA SANITARIA MOVIL  | MES    | 6,00      | \$ 350,00      | \$ 2.100,00          |
| 110   | PASO PEATONAL DE MADERA                                       | U      | 6,00      | \$ 429,25      | \$ 2.575,50          |
| 111   | EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL                                | GLB    | 1,00      | \$ 1.406,25    | \$ 1.406,25          |
| 112   | LETRERO DE SEÑALIZACION Y PREVENCION                          | U      | 12,00     | \$ 218,75      | \$ 2.625,00          |
|       | <b>EQUIPAMIENTO ESTACION DE BOMBEO</b>                        |        |           |                | <b>\$16.659,000</b>  |
| 113   | BOMBA SUMERGIBLE 5HP (PROVISIÓN Y MONTAJE)                    | U      | 1         | \$1.850,00     | \$1.850,000          |
| 114   | REDUCCIÓN HD 60X110 BXB                                       | U      | 1         | \$63,00        | \$63,000             |
| 115   | TRAMO CORTO HD 110 L=75.5 BXB                                 | U      | 1         | \$1.010,00     | \$1.010,000          |
| 116   | CODO 90 HD 110 BXB  | U      | 1         | \$231,00       | \$231,000            |
| 117   | PASA MURO HD 110 BXB  | U      | 1         | \$160,00       | \$160,000            |
| 118   | TRAMO CORTO HD 110 L=50 BXB                                   | U      | 5         | \$95,50        | \$477,500            |
| 119   | VALVULA CHECK HD 110 BXB                                      | U      | 1         | \$390,50       | \$390,500            |
| 120   | TRAMO CORTO HD 110 L=25 BXB                                   | U      | 1         | \$71,50        | \$71,500             |
| 121   | VALVULA DE COMPUERTA HD 110 BXB                               | U      | 1         | \$390,50       | \$390,500            |
| 122   | EXTREMIDAD HD 110 L=750 BXL                                   | U      | 7         | \$158,50       | \$1.109,500          |
| 123   | UNION GIBAULT HD 110  | U      | 4         | \$206,50       | \$826,000            |
| 124   | CODO 45° HD 110 BXB   | U      | 1         | \$230,50       | \$230,500            |
| 125   | YEE HD 110 X 110 BXB  | U      | 1         | \$350,50       | \$350,500            |
| 126   | BRIDA CIEGA HD 110  | U      | 1         | \$62,50        | \$62,500             |
| 127   | ARRANQUE Y PUESTA EN MARCHA DE BOMBAS Y PLANTA DE TRATAMIENTO | U      | 1         | \$3.048,50     | \$3.048,500          |
| 128   | CODO DE IZAJE 110   | U      | 1         | \$4.328,50     | \$4.328,500          |
| 129   | TECLE Y VIGA DE IZADO   | U      | 1         | \$882,50       | \$882,500            |
| 130   | CANASTILLA DE LIMPIEZA DE ACERO INOXIDABLE                    | U      | 1         | \$946,00       | \$946,000            |
| 131   | ESCALERA METALICA TIPO MARINERO DE 4.00 M DE LONGITUD         | u      | 1         | \$230,50       | \$230,500            |
|       | <b>CASETA Y CÁRCAMO ESTACIÓN DE BOMBEO</b>                    |        |           |                | <b>\$31.224,402</b>  |
| 132   | REPLANTEO , LIMPIEZA Y DESBROCE MANUAL PARA EDIFICACIONES.    | m2     | 28,91     | \$1,200        | \$34,692             |
| 133   | EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO A MAQUINA EN SUELO                 | m3     | 168,15    | \$6,095        | \$1.024,874          |
| 134   | DESALOJO DE MATERIAL CON CARGADORA Y VOLQUETA.                | m3     | 0,96      | \$4,03         | \$3,869              |
| 135   | ENTIBADO  | m2     | 64,8      | \$30,60        | \$1.982,880          |
| 136   | EXCAVACION A CIELO ABIERTO A MAQUINA EN ROCA                  | m3     | 3,3       | \$11,199       | \$36,957             |
| 137   | RELLENO COMPACTADO CON MEJORAMIENTO DE MATERIAL               | m3     | 64,97     | \$ 16,36       | \$1.062,909          |
| 138   | REPLANTILLO DE PIEDRA E= 40 CM.                               | m2     | 16,8      | \$18,485       | \$310,548            |
| 139   | HORMIGON SIMPLE EN REPLANTILLOS F'C=140 KG/CM2                | m3     | 0,96      | \$175,889      | \$168,853            |
| 140   | HORMIGON SIMPLE 280 KG/CM2                                    | m3     | 47,25     | \$297,949      | \$14.078,090         |
| 141   | ACERO DE REFUERZO F'Y=4200 KG/CM2                             | Kg     | 3491,78   | \$2,088        | \$7.290,837          |
| 142   | CAJA DOMICILIARIA 1M X 1M X 1M CON TAPA H.A.                  | u      | 3         | \$224,556      | \$673,668            |
| 143   | ENLUCIDOS   | m2     | 66,4      | \$9,817        | \$651,849            |
| 144   | PAREDES DE BLOQUE   | m2     | 33,2      | \$18,817       | \$624,724            |
| 145   | FILOS   | m      | 12        | \$5,684        | \$68,208             |
| 146   | LOSA DE CUBIERTA  | m2     | 20        | \$35,131       | \$702,620            |
| 147   | TUMBADO DE GYPSUM   | m2     | 20        | \$26,643       | \$532,860            |
| 148   | PUERTA METALICA   | u      | 1         | \$187,056      | \$187,056            |
| 149   | PINTURA INTERIOR  | m2     | 33,2      | \$8,483        | \$281,636            |
| 150   | PINTURA EXTERIOR  | m2     | 41,2      | \$9,338        | \$384,726            |
| 151   | PUNTO DE LUZ  | u      | 4         | \$58,764       | \$235,056            |
| 152   | TOMACORRIENTES  | u      | 3         | \$62,240       | \$186,720            |
| 153   | REJAS EN VENTANAS   | m2     | 2,25      | \$25,178       | \$56,651             |
| 154   | IMPERMEABILIZACION DE LOSA                                    | m2     | 20        | \$32,206       | \$644,120            |
|       | <b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>                                      |        |           |                | <b>\$36.324,82</b>   |
| 155   | CONDUCTOR DE ALUMINIO DESNUDO CABLEADO ACSR No.2              | m      | 250       | \$3,30         | \$824,50             |

| UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA   |  |        |          |                |                       |
|--|--|--------|----------|----------------|-----------------------|
| TESIS DE GRADO   |  |        |          |                |                       |
| PRESUPUESTO REFERENCIAL DE OBRA  |  |        |          |                |                       |
| OBRA: ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL INCLUIDO EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON LAGUNAS ESTABILIZADORAS EN LA COMUNA TUGADUAJA, PARROQUIA CHANDUY, CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA |  |        |          |                |                       |
| UBICACIÓN: COMUNA TUGADUAJA, PARROQUIA CHANDUY, CANTON SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA   |  |        |          |                |                       |
| PLAZO DE EJECUCION: 279 DIAS   |  |        |          |                |                       |
| FECHA: MARZO 2023  |  |        |          |                |                       |
| RUBRO  | DESCRIPCION  | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL           |
|  | <b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>   |        |          |                | <b>\$36.324,82</b>    |
| 156  | ACOMETIDA DE BAJA TENSIÓN (2(3X No. 1/0 THHN) + 1X1 /0CU. DESN.) EB1       | u      | 1        | \$806,19       | \$806,19              |
| 157  | ACOMETIDA DE MEDIA TENSION EB1   | u      | 1        | \$4.707,93     | \$4.707,93            |
| 158  | CONDUCTOR DE ALUMINIO DESNUDO CABLEADO ACSR No.1/0                         | m      | 250      | \$3,90         | \$975,25              |
| 159  | PUNTO DE ILUMINACIÓN   | u      | 6        | \$86,18        | \$517,07              |
| 160  | LUMINARIA TIPO COBRA 150W 220V BRAZO 1M ALUMBRADO PÚBLICO CON FOTOCELDA    | u      | 1        | \$317,23       | \$317,23              |
| 161  | LUMINARIA FLUORESCENTE 2X32 WTIPO ABIERTA                                  | u      | 5        | \$56,37        | \$281,86              |
| 162  | PUNTO DE TOMACORRIENTE DOBLE NORMAL POLARIZADO A 120 V                     | u      | 3        | \$84,85        | \$254,55              |
| 163  | POSTE CIRCULAR DE HORMIGON ARAMADO DE 12M 500KG                            | u      | 5        | \$323,30       | \$1.616,51            |
| 164  | ESTRUCTURA EST-3CP   | u      | 3        | \$312,32       | \$936,95              |
| 165  | ESTRUCTURA EST-3VR   | u      | 2        | \$473,09       | \$946,19              |
| 166  | ESTRUCTURA TAT-OTS   | u      | 2        | \$112,04       | \$224,08              |
| 167  | MEDIDOR DE POTENCIA  | u      | 1        | \$442,58       | \$442,58              |
| 168  | BASE PARA MEDIDOR  | u      | 1        | \$236,29       | \$236,29              |
| 169  | BANCO DE CAPACITORES   | u      | 1        | \$1.348,09     | \$1.348,09            |
| 170  | PUESTA A TIERRA (VARILLA CON CONECTOR, CU) TRANSFORMADORES                 | u      | 1        | \$1.504,50     | \$1.504,50            |
| 171  | TRANSFORMADOR TIPO PADMOUNTED DE 100 KVA TRIFASICO 256/440                 | u      | 1        | \$9.920,01     | \$9.920,01            |
| 172  | TRANSFORMADOR SECO REDUCTOR DE VOLTAJE TRIFASICO DE 5KVA 440/256 A 127/240 | u      | 1        | \$4.422,98     | \$4.422,98            |
| 173  | TABLERO AUTOMATIZADO DE CONTROL CON BOYAS DE NIVEL                         | u      | 1        | \$4.914,61     | \$4.914,61            |
| 174  | TABLERO PRINCIPAL  | u      | 1        | \$1.127,46     | \$1.127,46            |
|  | <b>LINEA DE IMPULSIÓN</b>  |        |          |                | <b>\$15.103,69</b>    |
| 175  | VALVULA COMPUERTA  | u      | 3        | \$746,18       | \$2.238,55            |
| 176  | EXCAVACIÓN MÁQUINA   | m3     | 404,59   | \$3,86         | \$1.561,72            |
| 177  | VALVULA DE PURGA DE 110MM  | u      | 2        | \$1.190,29     | \$2.380,58            |
| 178  | REPLANTEO Y NIVELACION   | m      | 517,88   | \$0,95         | \$493,02              |
| 179  | DESALOJO DE MATERIAL (D.M.T = 12KM)  | m3     | 44,41    | \$2,87         | \$127,55              |
| 180  | CAJA DE VALVULAS   | u      | 5        | \$224,74       | \$1.123,68            |
| 181  | ANCLAJE DE HS  | u      | 7        | \$48,75        | \$341,22              |
| 182  | PROVISION E INSTALACION TUB.PVC ELASTOMERICA 110MMX0.63MPA                 | m      | 494      | \$4,48         | \$2.211,14            |
| 183  | CAMARA ROMPEPRESION  | u      | 1        | \$1.861,26     | \$1.861,26            |
| 184  | CONEXION A CAMARA DE LLEGADA   | u      | 1        | \$75,40        | \$75,40               |
| 185  | CAMA DE ARENA  | m2     | 44,06    | \$2,55         | \$112,35              |
| 186  | RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO                                   | m3     | 404,59   | \$6,37         | \$2.577,24            |
|  | <b>LAGUNAS</b>   |        |          |                | <b>\$334.254,08</b>   |
| 187  | EXCAVACION MAQUINA CIELO ABIERTO (EN TIERRA)                               | m3     | 15141,5  | \$3,25         | \$49.225,02           |
| 188  | DESALOJO DE MATERIAL HASTA 3KM   | m3     | 18169,8  | \$2,87         | \$52.183,67           |
| 189  | RECOMFORMACION DE TALUDES Y FONDO  | m2     | 10886,36 | \$1,99         | \$21.685,63           |
| 190  | RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO                                   | m3     | 9084,9   | \$6,37         | \$57.870,81           |
| 191  | EXCAVACION Y RELLENO EN ZANJAS   | m3     | 226,8    | \$4,43         | \$1.003,59            |
| 192  | RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL IMPORTADO (INCLUYE TRANSPORTE)             | m3     | 6056,6   | \$16,36        | \$99.085,98           |
| 193  | FILTRO DE GRAVA  | m3     | 284,44   | \$23,95        | \$6.812,34            |
| 194  | TRANPORTE DE GRAVA   | m3-km  | 2702,18  | \$0,36         | \$972,78              |
| 195  | GEOMEMBRANA DE POLIETILENO   | m2     | 8279,72  | \$5,49         | \$45.414,26           |
|  | <b>TOTAL</b>   |        |          |                | <b>\$1.094.074,95</b> |

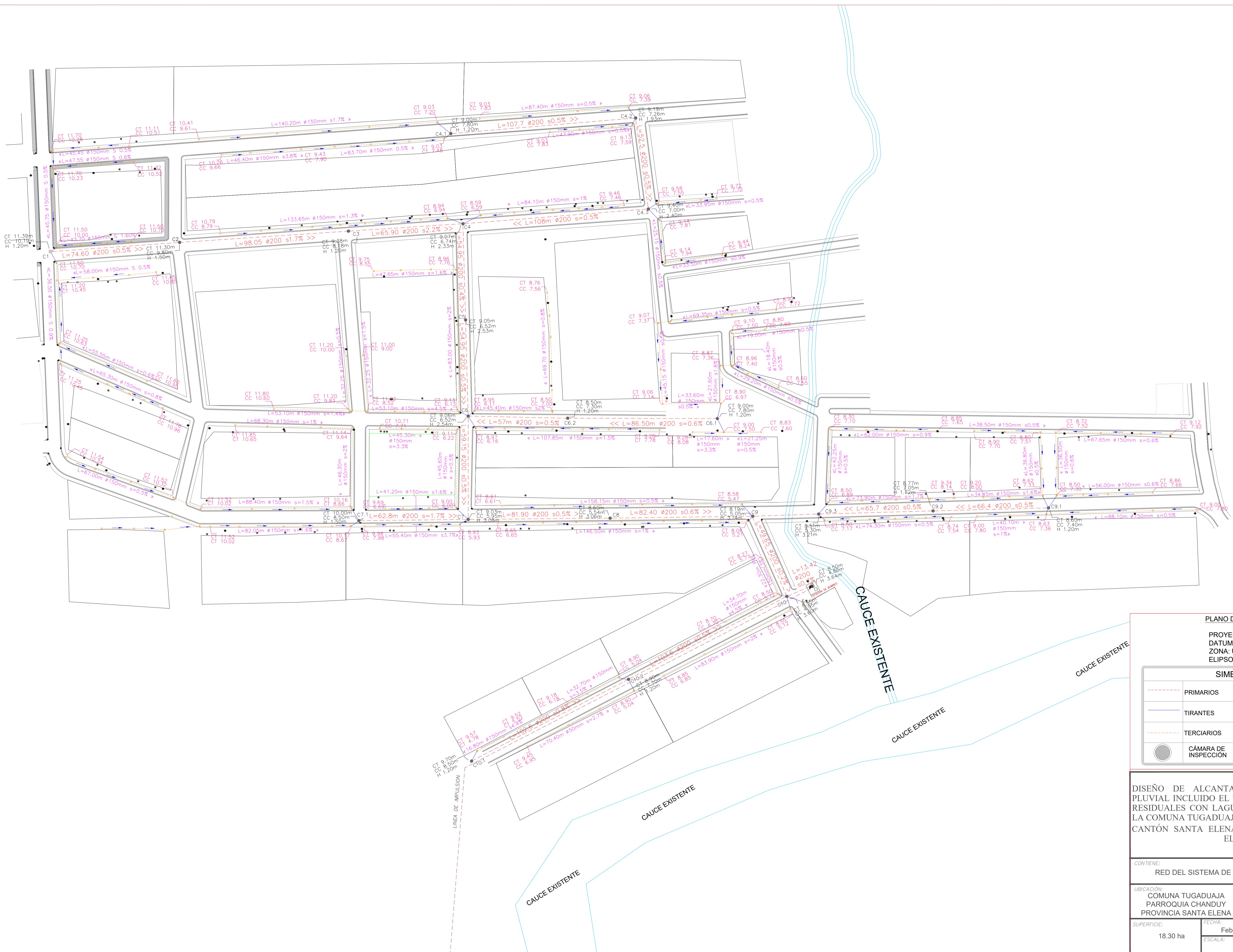
**MONTO DE LA OBRA: Un millón noventa y cuatro mil setenta y cuatro 95/100 centavos**

## Anexo 7

Cuenca Hidrográfica y Planos del Sistemas de AA.SS. y AA.LL. incluido el Sistema de Lagunas de Estabilización







**PLANO DE UBICACIÓN**  
 PROYECCIÓN: U.T.M.  
 DATUM: WGS 84  
 ZONA: U.T.M. 17 SUR  
 ELIPSOIDE: 84

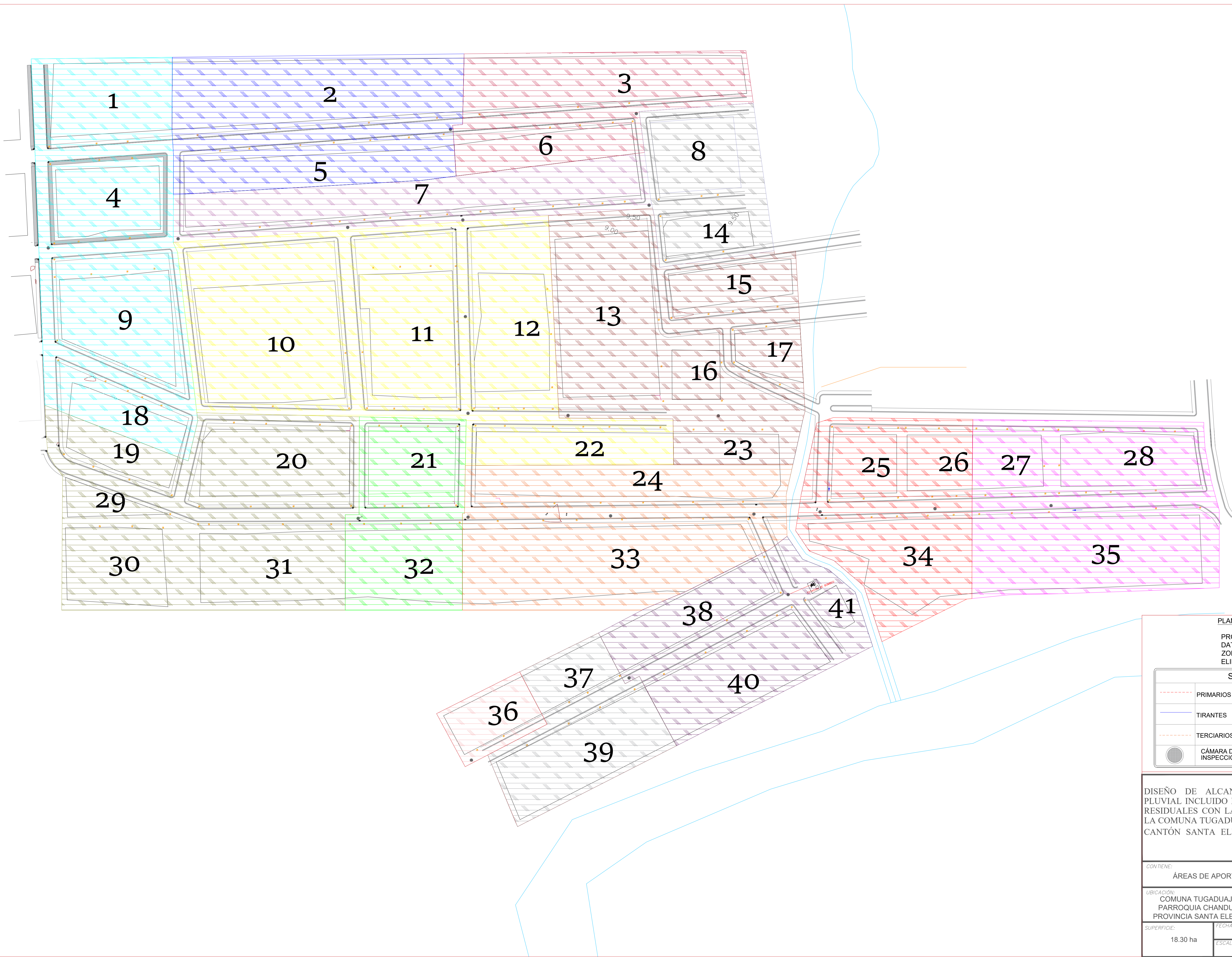
| SIMBOLOGIA |                      |  |                     |
|------------|----------------------|--|---------------------|
|            | PRIMARIOS            |  | LÍNEA IMPULSIÓN     |
|            | TIRANTES             |  | CAUCE EXISTENTE     |
|            | TERCIARIOS           |  | SISTEMA BOMBEO      |
|            | CÁMARA DE INSPECCIÓN |  | CAJAS DOMICILIARIAS |

**DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL INCLUIDO EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON LAGUNA ESTABILIZADORA DE LA COMUNA TUGADUAJA, PARROQUIA CHANDUY, CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA**

CONTIENE:  
 RED DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

|  |  |                      |
|--|--|----------------------|
| UBICACIÓN:<br>COMUNA TUGADUAJA<br>PARROQUIA CHANDUY<br>PROVINCIA SANTA ELENA | PROPIETARIO:<br>GÓMEZ TOMALÁ DAVE<br>CHÓEZ FRANCO JOHNNY |                      |
| SUPERFICIE:<br>18.30 ha  | FECHA:<br>Febrero 2023                                   | RESPONSABLE TÉCNICO: |
|  | ESCALA:<br>1:1000  |                      |





**PLANO DE UBICACIÓN**  
 PROYECCIÓN: U.T.M.  
 DATUM: WGS 84  
 ZONA: U.T.M. 17 SUR  
 ELIPSOIDE: 84

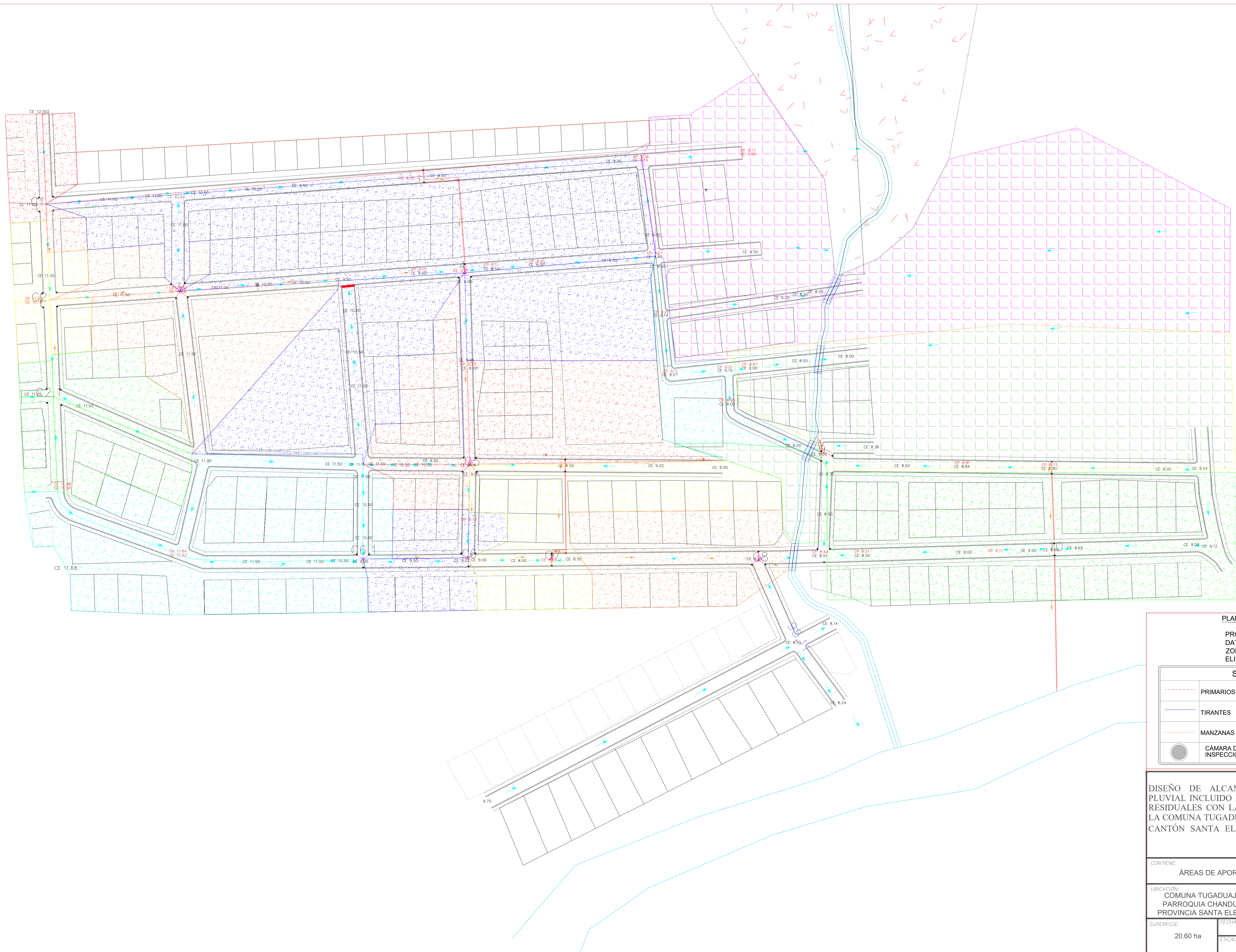
| SIMBOLOGIA |                      |  |                     |
|------------|----------------------|--|---------------------|
|            | PRIMARIOS            |  | LÍNEA IMPULSIÓN     |
|            | TIRANTES             |  | CAUCE EXISTENTE     |
|            | TERCIARIOS           |  | SISTEMA BOMBEO      |
|            | CÁMARA DE INSPECCIÓN |  | CAJAS DOMICILIARIAS |

DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL INCLUIDO EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON LAGUNA ESTABILIZADORA DE LA COMUNA TUGADUAJA, PARROQUIA CHANDUY, CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA

CONTIENE:  
 ÁREAS DE APORTACIÓN DEL SISTEMA DE AA.SS.

|  |  |
|--|--|
| UBICACIÓN:<br>COMUNA TUGADUAJA<br>PARROQUIA CHANDUY<br>PROVINCIA SANTA ELENA | PROPIETARIO:<br>GÓMEZ TOMALÁ DAVE<br>CHÓEZ FRANCO JOHNNY |
| SUPERFICIE:<br>18.30 ha  | FECHA:<br>Febrero 2023                                   |
| ESCALA:<br>1:1000  | RESPONSABLE TÉCNICO:                                     |





**PLANO DE UBICACIÓN**

PROYECCIÓN: U.T.M.  
 DATUM: WGS 84  
 ZONA: U.T.M. 17 SUR  
 ELIPSOIDE: 84

**SIMBOLOGÍA**

|  |                      |  |                     |
|--|----------------------|--|---------------------|
|  | PRIMARIOS            |  | CURVA PRINCIPAL     |
|  | TIRANTES             |  | CURVA SECUNDARIA    |
|  | MANZANAS             |  | CAUCE EXISTENTE     |
|  | CÁMARA DE INSPECCIÓN |  | CAJAS DOMICILIARIAS |

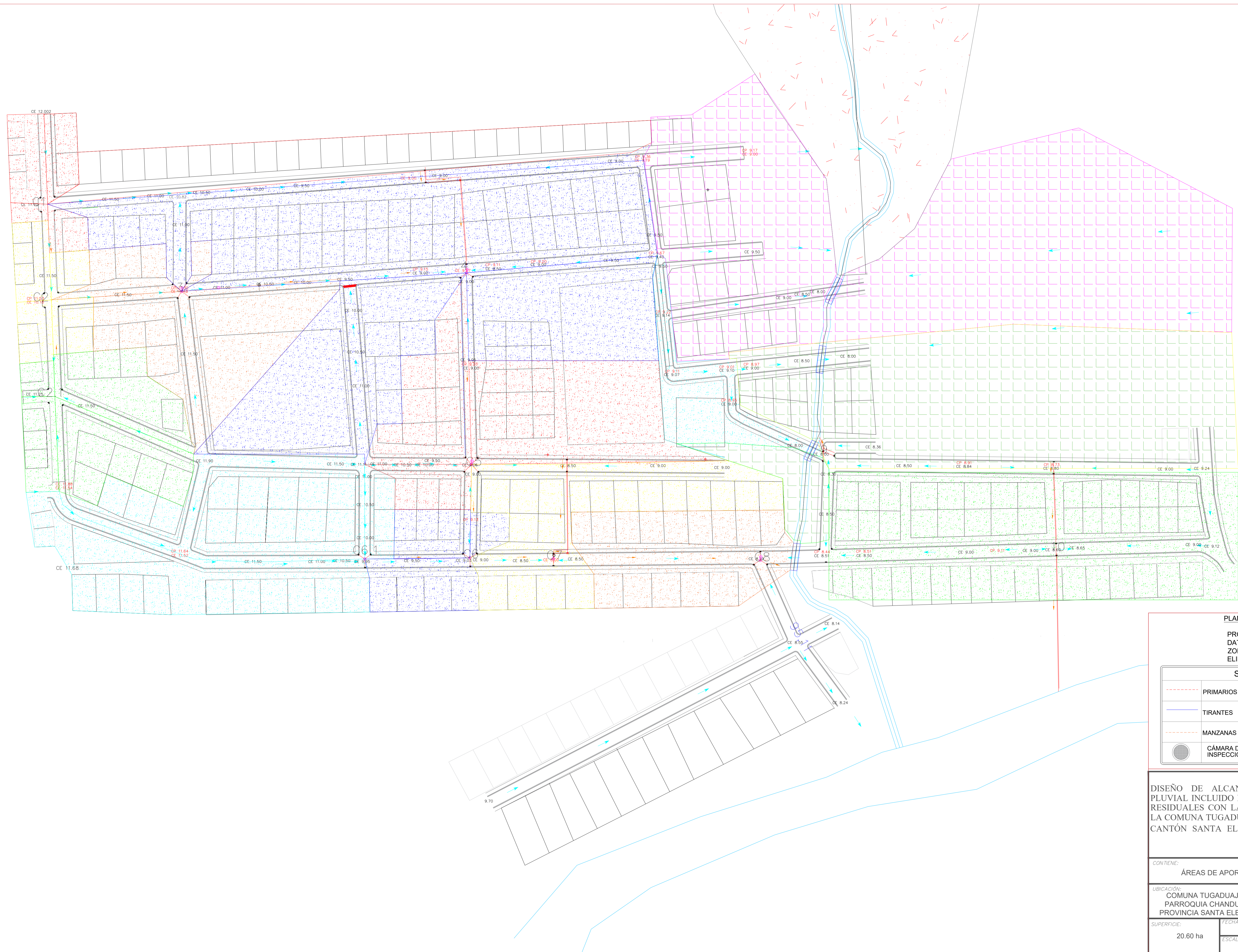
DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL INCLUIDO EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON LAGUNA ESTABILIZADORA DE LA COMUNA TUGADUAJA, PARROQUIA CHANDUY, CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA

CONTIENE:  
 ÁREAS DE APORTACIÓN DEL SISTEMA DE AA.LL.

|  |  |
|--|--|
| UBICACIÓN:<br>COMUNA TUGADUAJA<br>PARROQUIA CHANDUY<br>PROVINCIA SANTA ELENA | PROPIETARIO:<br>GÓMEZ TOMALÁ DAVE<br>CHÓEZ FRANCO JOHNNY |
|--|--|

|                         |                        |                      |
|-------------------------|------------------------|----------------------|
| SUPERFICIE:<br>20.60 ha | FECHA:<br>Febrero 2023 | RESPONSABLE TÉCNICO: |
|                         | ESCALA:<br>1:1000      |                      |





**PLANO DE UBICACIÓN**

PROYECCIÓN: U.T.M.  
 DATUM: WGS 84  
 ZONA: U.T.M. 17 SUR  
 ELIPSOIDE: 84

**SIMBOLOGÍA**

|  |                      |  |                     |
|--|----------------------|--|---------------------|
|  | PRIMARIOS            |  | CURVA PRINCIPAL     |
|  | TIRANTES             |  | CURVA SECUNDARIA    |
|  | MANZANAS             |  | CAUCE EXISTENTE     |
|  | CÁMARA DE INSPECCIÓN |  | CAJAS DOMICILIARIAS |

DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL INCLUIDO EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON LAGUNA ESTABILIZADORA DE LA COMUNA TUGADUAJA, PARROQUIA CHANDUY, CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA

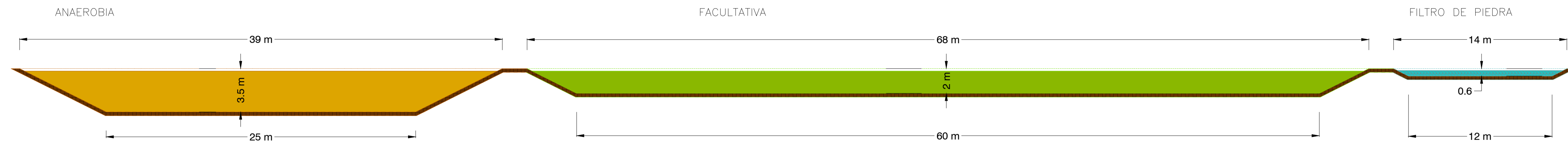
CONTIENE:  
 ÁREAS DE APORTACIÓN DEL SISTEMA DE AA.LL.

|  |  |
|--|--|
| UBICACIÓN:<br>COMUNA TUGADUAJA<br>PARROQUIA CHANDUY<br>PROVINCIA SANTA ELENA | PROPIETARIO:<br>GÓMEZ TOMALÁ DAVE<br>CHÓEZ FRANCO JOHNNY |
|--|--|

|                         |                        |                      |
|-------------------------|------------------------|----------------------|
| SUPERFICIE:<br>20.60 ha | FECHA:<br>Febrero 2023 | RESPONSABLE TÉCNICO: |
|                         | ESCALA:<br>1:1000      |                      |



SECCIÓN TRANSVERSAL DEL SISTEMA DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN



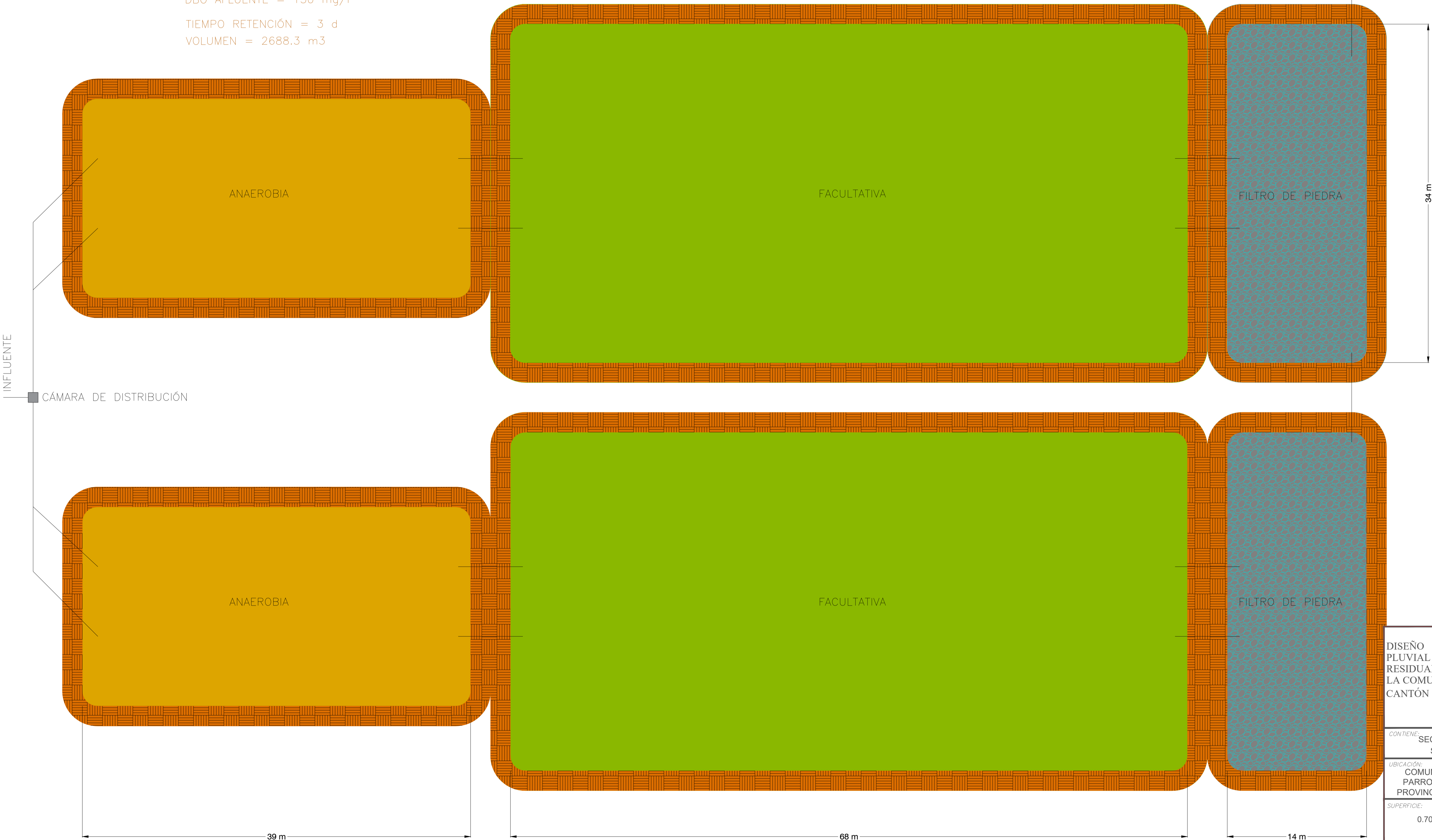
VISTA EN PLANTA DEL SISTEMA DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN

DBO AFLUENTE = 130 mg/l  
 TIEMPO RETENCIÓN = 3 d  
 VOLUMEN = 2688.3 m<sup>3</sup>

DBO AFLUENTE = 65 mg/l  
 TIEMPO RETENCIÓN = 7 d  
 VOLUMEN = 4613.6 m<sup>3</sup>

DBO AFLUENTE = 12 mg/l  
 TIEMPO RETENCIÓN = 0.3 d  
 VOLUMEN = 268.8 m<sup>3</sup>

EFLUENTE  
 DESCARGA A CUERPO RECEPTOR



DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL INCLUIDO EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON LAGUNA ESTABILIZADORA DE LA COMUNA TUGADUAJA, PARROQUIA CHANDUY, CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA

|   |  |                      |
|---|--|----------------------|
| CONTIENE: SECCIÓN TRANSVERSAL Y VISTA EN PLANTA DEL SISTEMA DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN. |  |                      |
| UBICACIÓN:<br>COMUNA TUGADUAJA<br>PARROQUIA CHANDUY<br>PROVINCIA SANTA ELENA              | PROPIETARIO:<br>GÓMEZ TOMALÁ DAVE<br>CHÓEZ FRANCO JOHNNY |                      |
| SUPERFICIE:<br>0.70 ha  | FECHA:<br>Febrero 2023                                   | RESPONSABLE TÉCNICO: |
|   | ESCALA:<br>1:200   |                      |