



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**DISEÑO DE SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN
DE AGUAS BLANCAS EN EL SECTOR “EL
RINCÓN” – MUNICIPIO LIBERTADOR,
EDO. CARABOBO**

Autor:
Campos, Daniel

**Urb. Yuma II, calle N 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax (0241) 8712394**



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DISEÑO DE SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUAS BLANCAS EN EL
SECTOR “EL RINCÓN” – MUNICIPIO LIBERTADOR, EDO. CARABOBO**

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de

INGENIERO CIVIL

Autor:

Campos, Daniel

C.I.: 27.609.354

Tutor Académico:

Ing. Zhandra López

C.I.: 18.106.232

San Diego, Abril de 2022



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado:

"Diseño de sistema de distribución de aguas blancas en el Sector "El Rincón" - Municipio Ipireador, Edo. Carabobo"

Realizado por el (la) Br. Daniel Campos

C.I. N° 27.609.354 cursante de la carrera de Ingeniería Civil

hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO

El Jurado

[Signature]
Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: Haroldo López
C.I.: 18.106.232

[Signature]
Jurado
Nombre: Cris Rodríguez
C.I.: 15.148.806

[Signature]
Jurado
Nombre: Jaime Figueroa
C.I.: 17315998



Fecha: 14/7/22

[Signature]



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN
PÚBLICA DEL TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, Ing. Zhandra López, portador de la cédula de identidad N° V-18.106.232, en mi carácter de tutor del Trabajo de Grado, presentado por el ciudadano Campos Daniel, portador de la cédula de identidad N° V-27.609.354 titulado: **DISEÑO DE SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUAS BLANCAS EN EL SECTOR “EL RINCÓN” – MUNICIPIO LIBERTADOR, EDO. CARABOBO**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 02 días del mes de junio del año 2022.

Ing. Zhandra López

C.I. V-18.106.232

UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
DECANATO DE INGENIERÍA



FI L 014 2022-ICR TG

Valencia, 27 de abril de 2022

Ciudadano:
CAMPOS ROJAS, DANIEL LEONARDO
27.609.354

Presente -

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 2-2022 de fecha 15/02/2022 aprobó el proyecto de grado titulado:

Diseño de sistema de distribución de aguas blancas en el sector "El Rincón" municipio Libertador, Edo. Carabobo

Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Civil

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto a:
Ing. Zhandra Sinai López López, titular de la cédula de identidad V- 18.106.232

Atentamente



Dr. Francisco Gelanzé Sevilla.
Decano de Ingeniería

c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, creador del cielo y la tierra, por darme vida, salud, fortaleza y sabiduría.

A mis padres, Juan Campos y Mery Rojas, quienes son pilares fundamentales de mi vida, siendo mis mejores aliados tanto en los momentos buenos como malos, no me queda más que agradecerles por todo el apoyo brindado, por confiar en mí, por incansablemente estar a mi lado brindándome consejos y haciendo todo cuanto han podido para ayudarme a lograr mis objetivos.

A mis hermanos, Richard y Diego, por estar a mi lado en cada momento, apoyándome y siempre estando disponibles para sacarme una sonrisa aún en los peores momentos.

A mi familia; abuelos, tíos y primos, quienes han estado en todo momento brindándome su incondicional apoyo, dándome palabras de aliento en los momentos difíciles y alentándome a seguir adelante.

A mis compañeros y amigos, aquellos con quienes tuve el honor de compartir mi etapa universitaria, en especial a **Keisy Arellano, Carla Ramírez, Jaurifer Hernández, Veruzka Contreras, Danna Benitez, Andrea Arrieche, Andrés Chacón, Cesar Palacio y todos aquellos** con quienes tuve la oportunidad de entablar una amistad.

A mis amigos de toda la vida, que siempre estuvieron al pendiente de mis avances, reiterando su apoyo y disposición de ayudar en lo posible.

A mi grupo de estudios, Santos Lara, Jesús Varela, Andrés González, Luis Pulido y Welter Pulgar, por aquellas noches de estudio y por aquellos ratos de risas que hemos compartido, por haberse convertido en mis amigos para toda la vida y haber mejorado considerablemente mi etapa universitaria.

A la Universidad José Antonio Páez y a todos aquellos profesores de quienes tuve el honor de ser alumno, por todos los conocimientos aportados. Especialmente quiero agradecer en este apartado a los Ingenieros, **Manuel Figuera**, quien siempre ha

estado a disposición de todos sus estudiantes para ayudarlos a seguir adelante y cumplir sus metas, a **Ángel Medina, Joel Curreri y Oscar González**, quienes además de ser profesores y haber brindado muchas enseñanzas, se han convertido en buenos amigos.

A la tutora del presente trabajo de grado, Ingeniero Zhandra López, quien ha sido una luz durante el desarrollo del presente, ha brindado sus conocimientos, su apoyo y la tutoría, siendo de esta manera una pieza fundamental para la culminación exitosa de este trabajo de grado.

A Michelle, quién no ha dejado de apoyarme incondicionalmente durante esta etapa de mi vida.

A todos los que de alguna manera colaboraron directa o indirectamente con la realización del presente trabajo de grado, aportando ya sea una opinión, idea o información.

Por último, pero no menos importante, quiero agradecer y dedicar este logro a mis seres queridos que ya no se encuentran físicamente en este mundo, en especial **a mi abuela Mery Pérez**, quien lamentablemente partió de este mundo antes de ver a su nieto crecer y alcanzar este gran objetivo. **A mi amigo de la infancia, Jesús Quintero**, quién lamentablemente partió de este mundo antes de poder alcanzar sus objetivos, este logro va dedicado a él, quien, con su personalidad y siempre buen humor, dejó una imborrable huella en las vidas de quienes lo rodeaban.

“Si concentras tu mente en algo, puedes hacer cualquier cosa.”

Daniél Campos

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	pp.
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE CUADROS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xvii
RESÚMEN INFORMATIVO	xviii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO

I. EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema	4
1.2 Formulación del problema	5
1.3 Objetivos de la investigación	5
1.3.1 Objetivo General	5
1.3.2 Objetivos Específicos	6
1.4 Justificación de la investigación	6
1.5 Alcance de la investigación	7
1.6 Limitaciones de la investigación	8
1.7 Delimitación geográfica	8

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes	10
2.1.1 Antecedentes internacionales	11
2.1.2 Antecedentes nacionales	11
2.2 Bases Teóricas	14
2.2.1 El Agua	14

2.2.2 Ciclo hidrológico del Agua	15
2.2.2 Procesos que intervienen en el ciclo hidrológico del agua	17
2.2.2.1 Evaporación	17
2.2.2.2 Condensación.....	19
2.2.2.3 Precipitación	20
2.2.2.4 Infiltración	23
2.2.2.5 Intercepción	23
2.2.2.6 Escorrentía	24
2.2.3 Reservas de agua dulce	26
2.2.4 Usos del agua	30
2.2.4.1 Uso del agua con fines de aprovechamiento.....	30
2.2.4.2 Uso del agua con fines de protección	31
2.2.5 Sistemas de abastecimiento de aguas	32
2.2.5.1 Tipos de sistemas de abastecimiento de aguas según su fuente	33
2.2.5.2 Tipos de sistema de abastecimiento de aguas según su usuario	33
2.2.6 Componentes de un sistema de abastecimiento de aguas	33
2.2.6.1 Fuente.....	33
2.2.6.2 Obra de captación	34
2.2.6.3 Línea de aducción o impulsión	36
2.2.6.4 Planta de tratamiento	36
2.2.6.5 Estación de bombeo o rebombeo	37
2.2.6.6 Estanque de almacenamiento.....	37
2.2.6.7 Línea Matriz	37
2.2.6.8 Red de distribución	38
2.2.6.9 Acometida domiciliaria	38
2.2.7 Sistemas de distribución de aguas blancas	38
2.2.7.1 Diseño de sistemas de distribución de aguas blancas	42
2.2.7.2 Establecimiento de la planimetría de un sistema de distribución de aguas blancas	43

2.2.7.3 Cálculo de redes abiertas en sistemas de distribución de aguas blancas	45
2.2.7.4 Cálculo de redes cerradas en sistemas de distribución de aguas blancas	51
2.2.7.5 Disposición de válvulas y otros accesorios en sistemas de distribución de aguas blancas	57
2.3 Bases Legales	60
2.4 Definición de términos básicos	71

III. MARCO METOLÓGICO

3.1 Tipo de investigación	76
3.2 Diseño de la investigación	77
3.3 Nivel de la investigación	78
3.4 Población y muestra	79
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de información	80
3.6 Técnicas y herramientas de análisis de datos	83
3.7 Fases metodológicas de la investigación	86

IV. RESULTADOS

4.1 FASE I: Diagnóstico de la situación actual del sistema de distribución de aguas blancas en el Sector “El Rincón” – Municipio Libertador, Edo. Carabobo	88
4.1.1 Análisis geográfico de la zona en estudio	88
4.1.2 Revisión de documentación asociada a la problemática	94
4.1.3 Observación directa de la problemática	109
4.1.4 Entrevistas	118
4.1.5 Análisis FODA	120
4.2 FASE II: Análisis de los factores que afectan el rendimiento del sistema de distribución de aguas blancas en el Sector “El Rincón” – Municipio Libertador, Edo. Carabobo	120
4.3 Fase III: Diseño de un sistema de distribución de aguas blancas en el Sector “El Rincón” – Municipio Libertador, Edo. Carabobo	123

4.3.1 Cálculo de sub-red “azul”	134
4.3.2 Cálculo de sub-red “Violeta”	145
4.3.3 Cálculo de la sub-red “Naranja”	155
4.3.4 Cálculo de los tramos que no pertenecen a una malla	163
4.3.5 Cálculo del equipo de bombeo	165
4.3.6 Propuesta de diseño	167
4.3.7 Colocación de accesorios	172
CONCLUSIONES	177
RECOMENDACIONES	180
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	183
ANEXO A: PLANOS	187

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	pp.
1. Relación Diámetro – Velocidad Económica	47
2. Coeficientes de Hazem – Williams	49
3. Consideración gastos contra incendio	51
4. Tabla para cálculo iterativo de redes cerradas mediante el método de Hardy – Cross	52
5. Diámetro de la llave según el diámetro de la tubería	58
6. Límites del sector “El Rincón”	89
7. Coordenadas del sector “El Rincón”	91
8. Área y perímetro del sector “El Rincón”	92
9. Coordenadas de la zona en estudio del sector “El Rincón”	94
10. Área y perímetro de la zona en estudio del sector “El Rincón”	94
11. Tabla de iteración por método Hardy Cross para la sub-red “Azul” según el caso de mayoración máximo horario	139

12. Tabla de balanceada por método Hardy Cross para la sub-red “Azul” según el caso de mayoración máximo horario	140
13. Tabla de iteración por método Hardy Cross para la sub-red “Azul” según el caso de mayoración por demanda coincidente	143
14. Tabla de balanceada por método Hardy Cross para la sub-red “Azul” según el caso de mayoración por demanda coincidente	144
15. Tabla de iteración por método Hardy Cross para la sub-red “Violeta” según el caso de mayoración máximo horario	149
16. Tabla de balanceada por método Hardy Cross para la sub-red “Violeta” según el caso de mayoración máximo horario	150
17. Tabla de iteración por método Hardy Cross para la sub-red “Violeta” según el caso de mayoración por demanda coincidente	153
18. Tabla de balanceada por método Hardy Cross para la sub-red “Violeta” según el caso de mayoración por demanda coincidente	154
19. Tabla de iteración por método Hardy Cross para la sub-red “Naranja” según el caso de mayoración máximo horario	159
20. Tabla de balanceada por método Hardy Cross para la sub-red “Naranja” según el caso de mayoración máximo horario	159
21. Tabla de iteración por método Hardy Cross para la sub-red “Naranja” según el caso de mayoración por demanda coincidente	162
22. Tabla de balanceada por método Hardy Cross para la sub-red “Violeta” según el caso de mayoración por demanda coincidente	162
23. Tabla de pérdidas, velocidades y diámetros para los tramos abiertos pertenecientes a la red de distribución de aguas blancas en Sector “El Rincón”	163
24. Tabla de diámetros, longitudes y pendientes por tramo según el diseño propuesto para el sistema de distribución de aguas blancas en el Sector “El Rincón”	167
25. Tabla de diámetros de válvulas en la red de distribución de aguas para el Sector “El Rincón”	173

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	pp.
1. Cuadro de presiones	55

2. Cuadro comparativo para análisis de datos	85
3. Lista de Cotejo para el Sector “El Rincón”	110
4. Cuadro comparativo de información obtenida	119
5. Cuadro de presiones de la red de distribución de aguas blancas para el Sector “El Rincón”	164
6. Horario de distribución de aguas blancas para el Sector “El Rincón”	181

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	pp.
1. Habitantes del Sector “El Rincón” abasteciéndose de agua	5
2. Habitantes de Sector “El Rincón” transportando agua a su hogar	5
3. Demarcación del Sector “El Rincón” en una toma satelital	9
4. Zona en estudio del Sector “El Rincón” en una toma satelital	9
5. Esquema del ciclo del agua	17
6. Esquema del proceso de evaporación	18
7. Gráfico Temperatura-tiempo aplicado al agua	20
8. Tipos de precipitación	22
9. Evolución temporal de algunos componentes del Ciclo Hidrológico	26
10. Esquema típico de un sistema de abastecimiento de agua	32
11. Esquema de captación mediante aliviadero	34
12. Esquema de captación mediante torre toma inclinada	35
13. Esquema de captación mediante pozo profundo (Comúnmente utilizado en sistemas de abastecimiento de aguas rurales)	35
14. Esquema de sistema de distribución mediante red ramificada indicando el tipo de tuberías	39
15. Esquema de sistema de distribución mediante red ramificada	40
16. Esquema de sistema de distribución mediante red mallada	41
17. Esquema de sistema de distribución mediante red mixta	42

18. Esquema de colocación apropiada de tuberías de distribución según el lado de la calzada con mayor número de puntos de consumo	44
19. Esquema de colocación de tuberías dobles en sistemas de distribución de aguas blancas	45
20. Tabla #7 de la Gaceta Oficial #4044 de la República de Venezuela	65
21. Tabla #8 de la Gaceta Oficial #4044 de la República de Venezuela	65
22. Tabla #9 de la Gaceta Oficial #4044 de la República de Venezuela	70
23. Tabla #10 de la Gaceta Oficial #4044 de la República de Venezuela	71
24. Demarcación de la zona poblada del Sector “El Rincón” en una toma satelital ..	90
25. Puntos determinantes de la poligonal del Sector “El Rincón” en una toma satelital	91
26. Poligonal de la Zona en estudio del Sector “El Rincón” en una toma satelital	93
27. Plano de calles de la zona en estudio del Sector “El Rincón”	96
28. Plano de calles y parcelas de la zona en estudio del Sector “El Rincón”	97
29. Plano de curvas de nivel de la zona en estudio del Sector “El Rincón”	98
30. Plano conjunto de calles, parcelas y curvas de nivel de la zona en estudio del Sector “El Rincón”	99
31. Plano de la red de distribución de aguas blancas existente en la zona en estudio del Sector “El Rincón”	100
32. Plano de diámetros existentes, longitudes y pendientes de la “Sub-red Azul” ..	101
33. Plano de diámetros existentes, longitudes y pendientes de la “Sub-red Violeta”	102
34. Plano de diámetros existentes, longitudes y pendientes de la “Sub-red Naranja”	103
35. Lista de cálculo de dotación por parcelas para el Sector “El Rincón” (1)	105
36. Lista de cálculo de dotación por parcelas para el Sector “El Rincón” (2)	106
37. Lista de cálculo de dotación por parcelas para el Sector “El Rincón” (3)	107
38. Lista de cálculo de dotación por parcelas para el Sector “El Rincón” (4)	108
39. Registro Fotográfico #1 en el Sector “El Rincón”	111
40. Registro Fotográfico #2 en el Sector “El Rincón”	112
41. Registro Fotográfico #3 en el Sector “El Rincón”	113
42. Registro Fotográfico #4 en el Sector “El Rincón”	114

43. Registro Fotográfico #5 en el Sector “El Rincón”	115
44. Registro Fotográfico #6 en el Sector “El Rincón”	116
45. Registro Fotográfico #7 en el Sector “El Rincón”	117
46. Plano de calles, parcelas y tubería correspondientes al diseño a proponer de un sistema de distribución de aguas en el Sector “El Rincón”	125
47. Plano de tuberías correspondientes al diseño a proponer de un sistema de distribución de aguas en el Sector “El Rincón”	126
48. Lista de gastos por tramo para el Sector “El Rincón” (1)	127
49. Lista de gastos por tramo para el Sector “El Rincón” (2)	128
50. Lista de gastos por tramo para el Sector “El Rincón” (3)	129
51. Lista de gastos por tramo para el Sector “El Rincón” (4)	130
52. Lista de gastos por tramo para el Sector “El Rincón” (5)	131
53. Lista de conformación de mallas para el Sector “El Rincón”	132
54. Plano de división de red de distribución de aguas blancas para el Sector “El Rincón”	133
55. Lista de conformación de sub-redes para el Sector “El Rincón”	134
56. Plano de Sub-red “Azul”	135
57. Lista de dotación para la sub-red “Azul”	136
58. Esquema de sub-red “Azul” con sus gastos originales	136
59. Lista de dotaciones, gastos de nodo y tránsito para la sub-red “Azul” según el caso de mayoración máximo horario	137
60. Esquema de sub-red “Azul” con los gastos mayorados según el caso de mayoración máximo horario	138
61. Esquema de sub-red “Azul” con los gastos de nodo y tránsito, y con el sentido de flujo asumido, según el caso de mayoración máximo horario	138
62. Lista de dotaciones, gastos de nodo y tránsito para la sub-red “Azul” según el caso de mayoración por demanda coincidente	141
63. Esquema de sub-red “Azul” con los gastos mayorados según el caso de mayoración por demanda coincidente	141
64. Esquema de sub-red “Azul” con los gastos de nodo y tránsito, y con el sentido de flujo asumido, según el caso de mayoración por demanda coincidente	142
65. Plano de Sub-red “Violeta”	145

66. Lista de dotación para la sub-red “Violeta”	146
67. Esquema de sub-red “Violeta” con sus gastos originales	146
68. Lista de dotaciones, gastos de nodo y tránsito para la sub-red “Violeta” según el caso de mayoración máximo horario	147
69. Esquema de sub-red “Violeta” con los gastos mayorados según el caso de mayoración máximo horario	148
70. Esquema de sub-red “Violeta” con los gastos de nodo y tránsito, y con el sentido de flujo asumido, según el caso de mayoración máximo horario	148
71. Lista de dotaciones, gastos de nodo y tránsito para la sub-red “Violeta” según el caso de mayoración por demanda coincidente	151
72. Esquema de sub-red “Violeta” con los gastos mayorados según el caso de mayoración por demanda coincidente	152
73. Esquema de sub-red “Violeta” con los gastos de nodo y tránsito, y con el sentido de flujo asumido, según el caso de mayoración por demanda coincidente	152
74. Plano de Sub-red “Naranja”	155
75. Lista de dotación para la sub-red “Naranja”	156
76. Esquema de sub-red “Naranja” con sus gastos originales	156
77. Lista de dotaciones, gastos de nodo y tránsito para la sub-red “Naranja” según el caso de mayoración máximo horario	157
78. Esquema de sub-red “Naranja” con los gastos mayorados según el caso de mayoración máximo horario	157
79. Esquema de sub-red “Naranja” con los gastos de nodo y tránsito, y con el sentido de flujo asumido, según el caso de mayoración máximo horario	158
80. Lista de dotaciones, gastos de nodo y tránsito para la sub-red “Naranja” según el caso de mayoración por demanda coincidente	160
81. Esquema de sub-red “Naranja” con los gastos mayorados según el caso de mayoración por demanda coincidente	160
82. Esquema de sub-red “Naranja” con los gastos de nodo y tránsito, y con el sentido de flujo asumido, según el caso de mayoración por demanda coincidente	161
83. Plano de diámetros, longitudes y pendientes para la sub-red “Azul”	168
84. Plano de diámetros, longitudes y pendientes para la sub-red “Violeta”	169
85. Plano de diámetros, longitudes y pendientes para la sub-red “Naranja”	170
86. Plano de hidrantes para el Sector “El Rincón”	171

87. Plano de accesorios de la red de distribución de aguas blancas para el Sector “El Rincón”	172
88. Detalle de válvulas de paso y bocallave	174
89. Vástago para las válvulas de cierre	174
90. Accesorios para las tuberías de PVC	175
91. Hidrante de poste	175
92. Caja troncocónica y abrazadera para conexión domiciliaria	176
93. Válvula de limpieza en funcionamiento	176

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO	pp.
1. Distribución de la masa total de agua en el mundo	29
2. Distribución de la masa de agua dulce en el mundo en sus 3 principales grupos ..	30
3. Esquema típico de un Diagrama de causa y efecto	84
4. Esquema de una matriz FODA	86
5. Matriz FODA para el sistema de distribución de aguas blancas existente en el Sector “El Rincón”	120
6. Diagrama de Causa y Efecto para el sistema de distribución de aguas blancas existente en el Sector “El Rincón”	121



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

DISEÑO DE SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUAS BLANCAS EN EL SECTOR “EL RINCÓN” – MUNICIPIO LIBERTADOR, EDO. CARABOBO.

Autor: Campos, Daniel

Tutor: Ing. Zhandra López

Fecha: marzo de 2022

RESÚMEN INFORMATIVO

El objetivo del presente trabajo de grado fue realizar el diseño de un sistema de distribución de aguas blancas en el Sector “El Rincón” - Municipio Libertador, Estado Carabobo. En el cuál se estuvo analizando la situación actual del sistema de distribución de aguas blancas en el mencionado Sector, dicho sistema de distribución de aguas blancas debido a su ineficiencia provocada por constantes y diversas fallas evidenciadas, ha sido descartado en su totalidad, por lo tanto, el autor propone el diseño de un nuevo sistema que cumpla las funciones para las cuales está destinado. Para realizar el diseño de este sistema de distribución de aguas blancas, fue necesario realizar un estudio topográfico y urbanístico del Sector “El Rincón” el cual, aunado a un estudio de la normativa correspondiente, permitió conocer todos los datos de partida para dar inicio al diseño del sistema de distribución de aguas blancas.

El presente trabajo de grado está clasificado según la modalidad de Proyecto Factible, el cual, por sus características, se apoya en las investigaciones de tipo descriptiva, documental y de campo. Además de lo mencionado anteriormente, cabe recalcar que el presente trabajo de grado se organiza en tres (3) fases, en la primera se procedió al diagnóstico de la situación actual del sistema de distribución de aguas blancas en la zona, en la segunda, se realizó un análisis de aquellos factores que afectan el rendimiento del sistema de distribución de aguas blancas en la zona y en la tercera se realizó el diseño propuesto del sistema de distribución de aguas blancas para la zona objeto del presente trabajo de grado. Asegurando mediante la ejecución de éstas tres fases, el cumplimiento de cada uno de los objetivos, tanto general como específicos, del presente trabajo de grado.

Descriptor: Sistemas de distribución de aguas blancas; Sector “El Rincón”; Diseño; Estudio topográfico; Estudio urbanístico.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de distribución de agua blancas representan un factor de alta importancia en los sistemas de abastecimiento de agua, los cuales son los encargados de abastecer de agua potable a una determinada población. Por lógica, la eficiencia de un sistema de abastecimiento de agua potable y, por ende, del servicio de agua, será un factor relevante al evaluar la calidad de vida de una población. Siguiendo con este orden de ideas, los sistemas de distribución de aguas, serán los encargados de trasladar el agua desde el punto de abastecimiento o captación, hasta los puntos de consumo, que normalmente se corresponden con los hogares, escuelas, locales de comercio, industrias de cualquier tipo, entre otros.

Los sistemas de distribución de aguas blancas son un componente vital en el funcionamiento de los sistemas de abastecimiento de aguas y los mismos son un aspecto fundamental en el desarrollo social de una población, debido a que el valioso líquido resulta indispensable en las diversas actividades de la vida humana. Los principales componentes en un sistema de distribución de aguas blancas son las tuberías y las válvulas de paso, cuyas condiciones de operación deben ser siempre óptimas para asegurar la eficiencia absoluta del sistema, en este apartado, juega un papel sumamente importante el diseño del sistema, debido a que, en el mismo se deben prever todas las situaciones, tanto adversas como favorables, para permitir así, que una vez construido y operativo el sistema, presente la menor cantidad de fallas posibles a través de la vida útil planificada para el mismo y en el caso de que se presenten las fallas, puedan ser solventadas sin afectar de manera significativa al funcionamiento del sistema y a la población servida de él.

El tema de estudio en el presente trabajo de grado, son los sistemas de distribución de aguas blancas y más específicamente, el diseño de los mismos. Para realizar este estudio y posterior diseño, el autor utilizó diversas herramientas y técnicas de recolección de datos, para mediante éstas poder realizar un diagnóstico de la situación del sistema actual y en el mismo diagnóstico, identificar aquellos factores que cobrarán relevancia a la hora de hablar de la funcionalidad del sistema.

En el presente trabajo de grado, se diseñó y propuso un sistema de distribución de aguas blancas para el sector “El Rincón”, el diseño propuesto representa la solución a una problemática, es importante mencionar que dicho diseño se realiza según los conocimientos adquiridos por el autor a lo largo de su estancia educativa en la Universidad José Antonio Páez y en las normativas venezolanas dictadas por los organismos competentes.

Una vez descrito lo anterior, la investigación realizada en el presente trabajo de grado, fue fundamentada de acuerdo a las normativas dictadas por la institución ante la cual se presenta, dicha normativa es; Normativa para la elaboración de Trabajos de Grado de la Universidad José Antonio Páez. En el mencionado documento normativo, la Universidad José Antonio Páez expone los distintos requerimientos para cada capítulo, de manera que la documentación que se realice en la investigación a llevar a cabo, se haga de la manera correcta. Dicho documento expone, además, que el proyecto se ha de dividir en capítulos, los cuales fungirán para dar un orden a la descripción de los diversos aspectos importantes que se hayan de describir en el mismo. Los capítulos están estructurados y divididos de la siguiente manera:

Capítulo I: El problema, en este capítulo se formula y plantea el problema, explicando el por qué representa uno y exponiendo las consecuencias que trae consigo. Además de lo mencionado, se describen los distintos objetivos que tiene el trabajo de grado, tanto el objetivo general, como los objetivos específicos. Otro aspecto en este capítulo es la justificación del problema y de la investigación a realizar, es decir, la exposición de aquellos motivos por los cuales se realiza. Finalmente se describen las limitaciones que tendrá el presente trabajo, con el objetivo de demarcar una línea clara entre lo que se pretende abarcar en este estudio y lo que no. Además de lo anterior, por las características del presente trabajo de grado, es pertinente realizar una delimitación geográfica, para demarcar claramente el espacio que se pretende estudiar en el presente.

Capítulo II: Marco Teórico, descripción de antecedentes ubicados al presente trabajo de grado, exposición de bases teóricas y legales sobre las cuales se fundamenta

el presente trabajo de grado y finalmente la definición de términos básicos, que sean relevantes y necesarios definir con respecto al tema.

Capítulo III: Marco Metodológico, en este apartado se definen diversos aspectos de la investigación a llevar a cabo en el presente trabajo de grado, como lo son el diseño, el tipo, el nivel y la modalidad. Además de lo anterior, se describen las distintas fases, junto con las actividades a llevar a cabo para alcanzar los objetivos planteados, de la misma manera, se describen las técnicas e instrumentos metodológicos que se han de utilizar para recolectar la información necesaria.

Capítulo IV: Resultados, en este capítulo se presenta la ejecución de cada una de las fases metodológicas planteadas anteriormente, se presenta además la ejecución de las técnicas de recolección y análisis de datos.

Conclusiones y Recomendaciones: en este apartado se describen las conclusiones obtenidas del proceso de investigación de acuerdo al cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos planteados como medio para llegar al objetivo general. Finalmente, se presentan las recomendaciones que el autor considera pertinentes y relevantes como producto de las conclusiones.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

El sector “El Rincón” ubicado en el Municipio Libertador, al sudoeste del Estado Carabobo, es una zona principalmente residencial que alberga actualmente, según cifras extraoficiales alrededor de 1.500 personas, a pesar de que en el mencionado sitio se comenzaron a construir viviendas hace alrededor de 65 años (Según los habitantes más antiguos de dicho sitio), no es sino hasta el presente siglo y más específicamente la última década cuando la población ha aumentado de manera extraordinaria e inesperada para dicho sitio. El aumento de la población implica directamente un aumento en la demanda de agua en dicha zona, puesto que naturalmente el ser humano necesita agua para vivir.

A pesar de que el Sector anteriormente mencionado tiene una buena cantidad de tiempo desde su fundación, en el mismo nunca ha existido un sistema eficiente de distribución de aguas blancas y a lo largo de la historia, en el mejor de los casos, los habitantes más privilegiados han podido contar con el servicio del agua un par de días a la semana, mientras que, en el peor de los casos, el servicio ha estado absolutamente inutilizable para todos los habitantes del lugar. La falta de un sistema eficiente de distribución de aguas blancas en el lugar, ha hecho que los habitantes tengan que invertir en distintas cantidades, recursos, tanto humanos como económicos para poder acceder al vital líquido (ver Figuras 1 y 2), muchas veces aún pese a este esfuerzo, no es óptimo ni constante el acceso que logran al agua, también es importante aclarar que solo una parte privilegiada de los habitantes de la zona están en posición de hacer dichos esfuerzos. Una vez que se ha expuesto lo anterior, es necesario mencionar que, como consecuencia directa del déficit del servicio del agua, vienen diversas problemáticas a nivel de salubridad o económico que repercuten en aquellos que se ven afectados por la escasez de agua. En intentos desesperados por disponer y no solo eso,

sino también poder almacenar un poco de agua, los habitantes de más escasos recursos de la zona, habitualmente utilizan practicas no recomendadas en la recolecta y almacenamiento de agua, tales como recolectar agua de fuentes cuya salubridad es dudosa, o almacenamiento de agua en reservorios expuestos a contaminación. Es lógico que la eficiencia del servicio del agua influye en gran manera en la calidad de vida de una población, por lo tanto, en cualquier zona donde no exista un sistema eficiente de distribución de agua la calidad de vida se verá disminuida significativamente.

El problema con el servicio del agua en el Sector “El Rincón” no es reciente, sin embargo, hasta los momentos no se ha abordado un estudio apropiado de la situación, y por lo tanto no se ha podido dar con una solución a la problemática anteriormente presentada. A pesar de que, en dicho sector existe un sistema de distribución de aguas blancas, el mismo presenta evidentes y diversas fallas, ocasionando esto, que los habitantes de la zona no se puedan fiar de dicho sistema para abastecerse de agua.



Figura 1. Habitantes del Sector “El Rincón” abasteciéndose de agua

Fuente: Campos, Daniel (2022)



Figura 2. Habitantes de Sector “El Rincón” transportando agua a su hogar

Fuente: Campos, Daniel (2022)

1.2 Formulación del problema

¿De qué manera se puede resolver el problema de la distribución de aguas blancas en el Sector “El Rincón” – Municipio Libertador, Edo. Carabobo?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo General

Proponer un diseño de un sistema de distribución de aguas blancas en el Sector “El Rincón” – Municipio Libertador, Edo. Carabobo.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual del sistema de distribución de aguas blancas en el Sector “El Rincón” – Municipio Libertador, Edo. Carabobo.
- Analizar los factores que afectan el rendimiento del sistema de distribución de aguas blancas en el Sector “El Rincón” – Municipio Libertador, Edo. Carabobo.
- Diseñar un sistema de distribución de aguas blancas en el Sector “El Rincón” – Municipio Libertador, Edo. Carabobo.

1.4 Justificación de la investigación

El agua ayuda al ser humano a mantenerse saludable, entre las acciones positivas que tiene el mencionado líquido en el cuerpo se pueden mencionar que ayuda a hacer la digestión, a mantener en buen estado la musculatura, también actúa refrigerando o calentando el cuerpo según la necesidad, ayuda a transportar oxígeno a todas las células del cuerpo, entre otros. Lo mencionado anteriormente, son acciones del agua para consumo, sin embargo, el agua tiene muchas utilidades y beneficios para el ser humano más allá del mismo consumo. Expuesto lo anterior, queda clara la necesidad natural que tiene el ser humano de agua para poder llevar a cabo su vida de manera satisfactoria.

Una vez que se ha podido entender la importancia del agua para el ser humano, ahora es posible exponer como, en consecuencia de lo anterior, el servicio del agua o el acceso al agua, es de suma importancia para el desarrollo de la vida humana. En este apartado, juega un papel crucial el sistema de distribución de aguas blancas en una determinada zona, pues de este mismo dependerá en gran manera la calidad y/o eficiencia del servicio del agua. Claramente, un sistema de distribución de aguas blancas eficiente, aunado a una fuente de abastecimiento que provea agua de buena calidad para el uso humano, afectará positivamente a aquellos que se sirvan del mismo, y precisamente, el principal aporte de este trabajo de grado será proponer una solución a una problemática, que en caso de que sea materializada, represente un aumento de la calidad de vida para los habitantes de la zona.

El presente trabajo de grado, se realiza sin antecedente alguno en el sitio en cuestión, pudiendo ser este hecho, una de las causas de la problemática. Mediante el presente, el autor espera que sea posible estudiar y crear una serie de datos correspondientes al Sector “El Rincón”, con toda aquella información de importancia que en un futuro pueda ser requerida. También se espera que mediante el presente se puedan exponer los aspectos claves del problema en cuestión y también los aspectos claves que será importante tratar para poder llegar a una solución del problema. Este trabajo de grado se lleva a cabo debido a que se ha podido evidenciar la cada vez más aguda ineficiencia del servicio del agua en el Sector “El Rincón”, que está ligada directamente a fallas en el sistema de distribución de la misma. La clara necesidad de los habitantes del sitio, impulsa a que el autor vea necesario llevar a cabo una investigación donde se estudien los fenómenos causantes de la problemática y que además proponga una solución a la misma.

Finalmente, lo que se quiere lograr mediante el presente trabajo de grado, que se puede ubicar dentro de la línea de investigación “Ciencias Cognitivas y Aplicadas” de la Universidad José Antonio Páez (UJAP) y que está ligado a la rama de la Ingeniería Civil conocida como “Hidráulica”, es proponer una solución al problema presentado, para llegar a dicha solución habrá que hacer estudios que servirán como antecedente para estudios de problemáticas similares, o en el mismo sitio (Aunque sean problemáticas diferentes), que puedan llevarse a cabo en un futuro.

1.5 Alcance de la investigación

Lo que se quiere lograr mediante el presente trabajo de grado, es proponer una solución a una problemática determinada en un determinado sitio, como se mencionó anteriormente, el sitio en cuestión es el Sector “El Rincón” ubicado en el Municipio Libertador, Estado Carabobo. La problemática que se está presentando en dicho sitio está relacionada al líquido de mayor importancia para la vida humana, el agua, y es la inexistencia de un sistema de distribución de aguas blancas eficiente del cual se puedan servir los habitantes de la zona, generando esto una aguda escasez de agua en el

mencionado Sector. El presente trabajo de grado, debido a sus características, que está dirigido hacia un lugar específico, no es posible aplicarlo en algún otro sitio, sin embargo, los criterios que se hayan de utilizar para buscar la solución satisfactoria del problema son criterios que se pueden aplicar indistintamente del sitio, por lo tanto, el presente pudiera usarse como antecedente a proyectos que busquen solucionar una problemática similar en otros sitios. Para el presente proyecto de investigación que se lleva a cabo dentro de la Línea de Investigación “Ciencias Cognitivas y Aplicadas” se ha definido que el mismo abarque desde un análisis y diagnóstico de la situación actual relativa al problema en el Sector en estudio, hasta el planteamiento y la propuesta de una solución a la problemática evidenciada, pasando por un análisis de aquellos factores que son influyentes tanto en la problemática como en la posible solución. Los resultados obtenidos en el presente proyecto de investigación no serán extensivos a otras zonas, debido a que los mismos estarán ligados directamente a características únicas de la zona en estudio.

1.6 Limitaciones de la investigación

Con respecto a las limitaciones del presente proyecto de investigación, es importante resaltar lo siguiente:

- El presente proyecto no abarca el estudio de la calidad del agua de la fuente.
- El presente proyecto no abarca el diseño del sistema de captación de aguas.
- El presente proyecto no abarca el diseño del sistema de distribución de aguas propio de cada hogar.

1.7 Delimitación geográfica

Para hacer el análisis de las delimitaciones geográficas por las cuales está regido el presente trabajo de grado, antes es necesario conocer ciertos aspectos del sitio en estudio, el cual es el Sector “El Rincón”.

País: Venezuela

Estado: Carabobo

Municipio: Libertador

Parroquia: Independencia

Sector: “El Rincón”

Una vez que se conocen los aspectos generales anteriormente expuestos sobre el sitio en el cual se enfoca el presente trabajo de grado, es pertinente demarcar el Sector “El Rincón” en una imagen satelital (ver Figura 3).



Figura 3. Demarcación del Sector “El Rincón” en una toma satelital

Fuente: Miguel Calderón / Concejo Comunal “El Rincón” – Vía Google Maps

Al estudiar todo el espacio que forma parte del Sector “El Rincón” es notorio que gran parte del mismo no se encuentra ocupado residencialmente, ni con planes de realizar en dichos espacios ninguna especie de desarrollo urbanístico en un futuro cercano, ante tal planteamiento, el autor enfoca el Presente Trabajo de Grado a la zona ocupada residencial, comercial o industrialmente del Sector “El Rincón” (ver Figura 4).



Figura 4. Zona en estudio del Sector “El Rincón” en una toma satelital

Fuente: Campos, Daniel (2022) – Vía Google Maps

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

El sistema de distribución de aguas blancas representa una parte esencial en la planificación de cualquier zona en la que se hayan de construir edificaciones, bien sean residenciales, comerciales, industriales, entre otras. Lamentablemente no siempre se toma con la debida precaución el diseño de dicho sistema, o no se le da el seguimiento adecuado, provocando esto que el sistema quede obsoleto y en algunos casos completamente fuera de servicio. Para que el servicio del agua sea eficiente en cualquier sitio, el sistema de abastecimiento de aguas blancas debe ser también eficiente, estar diseñado de la manera correcta y bajo los términos correctos.

2.1 Antecedentes

Una vez que se ha formulado el tema que se va a desarrollar, se han planteado los objetivos, así como la problemática, es de suma importancia para cualquier proyecto de investigación la búsqueda por cualquier medio posible, de información referente o afín al tema de estudio, acá específicamente juega un papel importante la revisión de literatura o proyectos con alguna similitud al proyecto que se esté desarrollando. Dicha búsqueda de información se hace con la finalidad de obtener los resultados provenientes de investigaciones, estudios o proyectos realizados anteriormente y relacionarlos con el proyecto de investigación que se está llevando a cabo.

El estudio y diseño de sistema de distribución de aguas blancas no es un tema nuevo, sin embargo, hasta el momento de la realización del presente proyecto, en el sitio en el cual se enfoca el anteriormente mencionado, no se ha realizado dicho estudio y respectivo diseño que sea derivado del mismo.

No obstante, se han podido ubicar distintos antecedentes, los cuales son trabajos de grado presentados ante la Universidad José Antonio Páez (UJAP), en los cuales se han llevado a cabo estudios con ciertas similitudes al presente, aunque los objetivos planteados por sus autores no estén directamente ligados a los planteados por el autor

del presente. Además de los anteriormente mencionado, se podrán tomar como antecedentes, proyectos de investigación o trabajos de grado, presentados bien sea ante alguna universidad de Venezuela o ante alguna universidad de otro país, donde el tema central sea el diseño de sistema de distribución de aguas blancas.

2.1.1 Antecedentes internacionales

A nivel internacional, Sedano (2020) en su tesis para la obtención del título de Ingeniero Civil titulado **“Estudio y Diseño del Sistema de Agua Potable del CC.PP. de Paucará, Distrito de Paucará, Provincia de Acobamba, Departamento de Huancavelica”** presentado en la Facultad de Ciencias de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil – Huancavelica en Perú, realizó un estudio y diseño de los sistemas de agua potable y de aguas servidas para “Centros Poblados” (CCPP) de Paucará. En el mismo, se determinó el periodo de diseño y se hizo el cálculo de la población futura para el diseño de la red de agua potable y alcantarillado. Se estudió la dotación de agua y el consumo promedio anual de la localidad, así como también su consumo máximo diario para el diseño de la red de agua potable y alcantarillado. Para el diseño de las redes se hizo uso del software WaterCAD y se usó SewerCAD para el diseño de la línea de conducción, red de distribución y el reservorio. Se realizó además la estimación del costo directo de la línea de conducción y el tiempo de ejecución de dicha línea. El aporte de este trabajo para la presente investigación es que establece cuáles son los parámetros y procesos necesario que se deben considerar al momento de plantear y diseñar un sistema de red de distribución de agua potable para una localidad.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Angola y Mendoza (2012) en su Trabajo Especial de grado presentado ante la ilustre Universidad de Carabobo, para optar por el título de Ingeniero Civil titulado **“Reingeniería de la Red de Distribución de Agua Potable de la Urbanización Safari Carabobo”** hicieron un diagnóstico de la situación en la que se encontraba el sistema de acueductos y distribución de la urbanización Safari Carabobo. También determinaron las causas que ocasionaban la ineficiencia del sistema, estudiaron las

posibles soluciones para el desabastecimiento de agua en la zona. Finalmente se plantearon soluciones o alternativas para mejorar el funcionamiento del servicio. Todo lo anterior haciendo uso de la normativa Gaceta Oficial n° 4044. El trabajo de Angola y Mendoza pertenece a la misma línea investigativa en la cual se desarrolla el presente trabajo, que serían las ciencias cognitivas y aplicadas, y además de lo anterior su objetivo general comparte gran parte de sus fundamentos con el objetivo general del presente, que sería el diseño de un sistema para el abastecimiento de agua potable para una localidad. Como aporte se extrae el uso correcto de las normas venezolanas sobre el agua y cuáles son las instituciones competentes al consultar.

Así mismo, Dávila y Gómez (2021) en su trabajo de grado presentado ante la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez titulado **“Rediseño del Sistema de Drenaje en La entrada de los Bloques de Montaserino 12 Municipio San Diego del Estado Carabobo”** realizaron inicialmente un diagnóstico de la situación del sistema de drenaje en la actualidad (en fecha de realización del dicho proyecto) en los Bloques de Montaserino 12, San Diego. Realizaron, además, un reconocimiento preliminar de la ubicación geográfica, planimetría y altimetría de la zona. Realizaron también el diseño del canal de drenaje existente. También realizaron una comparación de los datos recolectados con las normas pertinentes. Además, se hizo un análisis de los puntos débiles del sistema haciendo un estudio de capacidad de canal para finalmente rediseñar el sistema a uno funcional y eficiente. Se aprovecha para este trabajo de grado, la investigación de Dávila y Gómez como fuente de datos y guía para el estudio hidrológico en Carabobo, es decir, la manera de dar inicio al diagnóstico pertinente en el presente trabajo de grado y como obtener los datos que permitirán abordar el estudio.

También, González (2014) en su tesis para optar al título de Ingeniero Mecánico presentada ante la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela titulada **“Proyecto del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para la Comunidad de Barrio Miranda II”** Logró determinar las características de cada

subsector que conforma la comunidad: tipo de población, distribución de la población, topografía de los subsectores. También alcanzo a realizar un modelo planimétrico del sector en AutoCAD. Además, pudo estimar la demanda futura de la comunidad según el periodo de diseño. Aparte de lo anterior, se realizó la selección del equipo de bombeo según fue requerido por el sistema, se realizó también el cálculo de la capacidad que debe tener un estanque para surtir la comunidad, se hizo, además, la selección de los diámetros y espesores de las tuberías para la distribución del agua de cada subsector junto con la selección de los accesorios que se requerirían para el óptimo funcionamiento. El autor realizo una simulación mediante el software Watergems suministrado por la empresa pública Hidrocapital para culminar realizando los planos constructivos y la estimación presupuestaria según los estándares de hidrocapital. Este trabajo de González representa un gran aporte para esta investigación por lo completo que resulta al momento de definir los pasos para realizar un diseño de sistema de distribución de agua potable para una localidad. Un aporte muy interesante es, como trabajó en conjunto con la empresa Hidrocapital para la realización más rigurosa de su trabajo.

Por último, Terán (2009) para optar al título de Ingeniero Mecánico realizó un trabajo especial de grado titulado **“Evaluación, Diagnostico y Propuesta para la Optimización del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable del Sector Guaremal. Municipio Guaicaipuro-Estado Miranda”** presentado ante la ilustre Universidad Central de Venezuela, en el cuál recopiló información teórica relacionada con los sistemas de abastecimiento de agua, estableció parámetros de evaluación del sistema de abastecimiento de Guaremal. Observó y registró las características del sector considerando: tipo de población, modo de distribución de la población, calles que conformaban el sector, topografía del sector y límites geográficos. Analizó cuál era la calidad el servicio en cada subsector. En su trabajo especial de grado, Terán hace un estudio de la evolución del sistema de acuerdo con los registros y compara los resultados de la evaluación con la data obtenida en el campo. Se hizo un diagnóstico

de la actualidad (a fecha de la realización del trabajo especial de grado de Terán) del sistema con soluciones a posibles causas que afectaban al mencionado. También se hizo un reportaje de las causas que provocaban la ineficiencia del sistema. Terán presentó una serie de propuestas para la optimización del sistema actual (a fecha de la realización de su trabajo especial de grado) bajo las normas pertinentes y criterios establecidos, así también, evaluó las propuestas y formalizó los resultados. En el trabajo especial de grado presentado por Terán, también se realizaron planos constructivos y detallados de las propuestas junto con los cálculos métricos de cada propuesta. Por último, se presentaron dichas propuestas a la gerencia de Hidrocapital y a la comunidad de Guaramal. El aporte a este presente trabajo de grado por parte del proyecto de Terán es que puede usarse como guía para el estudio de la comunidad (Tanto topográfico como de distribución poblacional o urbanístico), análisis del sistema de distribución y posibles fallas, evaluar y proponer soluciones eficientes, de igual manera para la estimación de costos y el trabajo aunado con instituciones especializadas en campo de la hidráulica en Venezuela.

2.2 Bases Teóricas

Los conocimientos teóricos que se van a exponer a continuación son fundamentales para la comprensión absoluta del presente proyecto de investigación, debido a que en esta sección se van a presentar ideas provenientes de investigaciones o trabajos realizados por otros autores, así como también las ideas y pensamientos propios del autor del presente. El objetivo de la siguiente exposición de aspectos teóricos es aclarar los conocimientos existentes actualmente con respecto al entorno de la problemática en estudio y enfocar los mismos para la comprensión de ésta misma, así como también para el logro de los distintos objetivos que tiene el presente trabajo de grado.

2.2.1 El Agua

El agua es una sustancia cuya molécula está compuesta por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno unidos por un enlace covalente (H₂O). El término “agua”

generalmente se refiere a la sustancia en su estado líquido, aunque ésta puede existir en su forma sólida, llamada hielo y en su forma gaseosa, denominada vapor. (Wikipedia, Consultado 23 de febrero de 2022).

El agua es un elemento de la naturaleza de gran importancia, forma parte los ecosistemas naturales y es fundamental para la reproducción, desarrollo y sostenimiento de la vida en el planeta debido a que es un factor indispensable durante los procesos biológicos que son inherentes a la misma.

Además de lo anterior, el agua es un contribuyente de gran importancia para toda la vida en el planeta tierra, bien se para los organismos y/o seres que lo habitan. Entendiéndose así, que es un elemento indispensable para la vida animal y vegetal, representando un bien de primera necesidad para los seres vivos en general y siendo de suma importancia en cualquier sistema medioambiental, siguiendo este orden de ideas, cabe mencionar que el agua constituye gran parte del volumen del cuerpo en la mayoría de organismos vivientes e interviene en la mayor parte de los procesos metabólicos realizados por los seres vivos, además es un componente fundamental en el proceso de la fotosíntesis de las plantas y constituye el hábitat de una gran variedad de seres vivos. Siendo éstas, muestras de la relevancia que tiene el agua para el desarrollo de la vida en el planeta.

2.2.2 Ciclo hidrológico del Agua

Se describe el ciclo hidrológico del agua como aquel proceso de circulación del agua en los diferentes compartimientos de la hidrosfera, al hablar de este ciclo, hablamos de un proceso biogeoquímico en el cual intervienen reacciones químicas donde el agua modifica su estado físico y, además se traslada de unos lugares a otros.

El agua que se encuentra en la hidrosfera tiene su procedencia de la degasificación del manto, donde su presencia es significativa por los procesos del vulcanismo. Parte del agua puede reincorporarse al manto con los sedimentos oceánicos de los cuales forma parte cuando estos acompañan a la litósfera en el proceso de subducción.

La mayor parte de toda la masa de agua existente, se encuentra en estado líquido y está representada por los océanos, mares y en menor medida por aguas subterráneas o superficiales como ríos o arroyos. El segundo lugar en orden de cantidades de agua que se encuentra en el planeta tierra, está representado por el hielo, o agua acumulada como tal, que se encuentra principalmente en los casquetes glaciares ártico y groenlandés, con una baja participación de glaciares de montaña, entre los cuales podemos resaltar los de latitudes altas y medias, y de la banquisa. En tercer y último lugar en el orden de cantidades, encontramos el agua que está presente en la atmósfera como vapor, o como nubes en estado gaseoso. Aunque represente sólo una fracción del total, la fracción presente en la atmósfera es de suma importancia para el intercambio entre compartimentos y para la circulación horizontal del agua, de esta manera se asegura un suministro permanente a las regiones de la superficie continental que se encuentran alejadas de los depósitos principales de agua.

El agua existe en el planeta Tierra en tres estados físicos; sólido (representado por hielo y nieve), líquido y gaseoso (representado por el vapor de agua). El agua en la gran mayoría de sus principales depósitos se encuentra en constante movimiento, el agua que se encuentra presente en la superficie se evapora, mientras que el agua que se encuentra en las nubes precipita, luego la lluvia se infiltra en la tierra, así se crea y mantiene un ciclo. A pesar de los cambios constantes que se mencionaron anteriormente, la cantidad total de agua en el planeta no cambia mediante estos procesos.

Es pertinente mencionar que el ciclo hidrológico del agua comienza en el momento en que el agua que se encuentra acumulada en la superficie de los océanos se evapora, a medida que este vapor se eleva la temperatura atmosférica baja y el vapor se transforma en agua, este proceso es conocido como condensación. Las gotas se juntan y llegan a formar nubes. Posteriormente, dichas gotas caen debido a su propio peso en lo que se conoce como precipitación, cuyo tipo va a depender de la temperatura de la atmósfera, si en la atmósfera hay una muy baja temperatura el agua precipitada

caerá como nieve o granizo, mientras que, si la temperatura es más cálida caerán las típicas gotas de lluvia.

Parte del agua que llega a la superficie terrestre mediante el proceso de precipitación será aprovechada o utilizada por los seres vivos, mientras que otra parte se escurrirá por el terreno hasta llegar a un río, lago o incluso al océano, este proceso se conoce como escorrentía. Otro porcentaje de agua no logrará escurrirse hasta los grandes cúmulos anteriormente mencionados, sino que se filtrará a través del suelo y así pasará a formar parte de acuíferos o capas de agua subterráneas, también llamadas capas freáticas, este proceso se conoce como infiltración. Luego de lo anterior se pudiera decir que tiene su fin el ciclo hidrológico del agua, sin embargo, no es del todo cierto ya que tarde o temprano, esta agua volverá nuevamente a la atmósfera principalmente debido a la evaporación, dando inicio nuevamente al ciclo hidrológico del agua (ver Figura 5).



Figura 5. Esquema del ciclo del agua

Fuente: Servicio Geológico de los Estados Unidos

2.2.2 Procesos que intervienen en el ciclo hidrológico del agua

2.2.2.1 Evaporación

La evaporación es aquél proceso físico en el cual el agua cambia lentamente desde el estado líquido hasta el estado gaseoso, lo anterior sucede una vez que el agua

ha adquirido la suficiente energía como para vencer la tensión superficial, se puede diferenciar de la ebullición debido a que la evaporación puede ocurrir a cualquier temperatura y el proceso será más rápido cuanto más elevada sea la temperatura. Cuando existe un espacio libre encima de algún elemento en estado líquido, una parte de las moléculas pertenecientes a éste se encuentran en forma gaseosa. Cuando se equilibra, la presión de la cantidad de materia en estado gaseoso se puede definir como “presión de vapor saturante” y ésta no depende del volumen total de la sustancia, sin embargo, varía según la naturaleza del líquido y lógicamente según la temperatura del mismo, debido a que éste factor es el principal impulsor del proceso. Si la cantidad de gas llegara a ser inferior que la presión de vapor saturante, una parte de las moléculas que se encuentran en estado líquido pasan al estado gaseoso, esto es la evaporación (ver Figura 6).

En el ámbito de la Hidrología, la evaporación es uno de los procesos hidrológicos de alta importancia a la hora de establecer el balance hídrico en una determinada cuenca hidrográfica, o bien sea en una parte de ésta, esto se debe a la parte fundamental que juega la evaporación en el ciclo hidrológico del agua. La evaporación del agua es un proceso importante e indispensable para la vida debido a que se considera el primero de los procesos del ciclo hidrológico.



Figura 6. Esquema del proceso de evaporación.

Fuente: “Grupo GUIAR”. Recuperado de https://guiar.unizar.es/1/Accident/An_conse/Vaporizacion.htm

2.2.2.2 Condensación

Se define condensación como aquél proceso en el cual el agua pasa desde el estado gaseoso al estado líquido, esto es, cuando la presión de vapor de agua supera a la presión de vapor de saturación, la energía que se desprende en el proceso de condensación es equivalente al calor latente de vaporización. La condensación es un proceso físico, lo cual significa que solo altera las propiedades físicas del elemento en cuestión, siendo los cambios dados en este proceso absolutamente reversibles y medibles (ver Figura 7).

La condensación sucede cuando el vapor de agua se enfría, en el ciclo hidrológico del agua, es muy importante recalcar que este proceso se da en la mayoría de los casos, en el momento en que el vapor de agua proveniente del proceso de evaporación se eleva a la altura en la cual la temperatura atmosférica comienza a disminuir, ésta disminución de temperatura es lo que da paso a que el agua que, anteriormente pasó del estado líquido al estado gaseoso, vuelva a pasar al estado líquido, a partir de lo anterior se concluye que el estado físico del agua va a depender directamente de la temperatura. (ver Figura 7). Una vez que el agua condensada cambia a su estado líquido, se forman cúmulos de ésta misma, los cuales permanecerán en suspensión en la atmósfera hasta un momento determinado en el cual da inicio una nueva fase del ciclo hidrológico.

Existen dos formas de condensación o, mejor dicho, dos formas en las cuales se acumula el agua condensada, las cuales son:

Nubes: Aparecen en condiciones de inestabilidad y se forman cuando las partículas de agua se mezclan con diminutas partículas de polvo, sales o humo, formando así gotas de nube, las cuales al aumentar la cantidad de partículas que se unen forman lo que se conoce como nubes.

Nieblas: Las nieblas son propias de aquellas zonas estables y sin turbulencias, son cúmulos de partículas puras de agua, y naturalmente se forman de dos maneras, por advección (enfriamiento de las capas superficiales) y por radiación (contacto con el aire frío en la superficie terrestre).

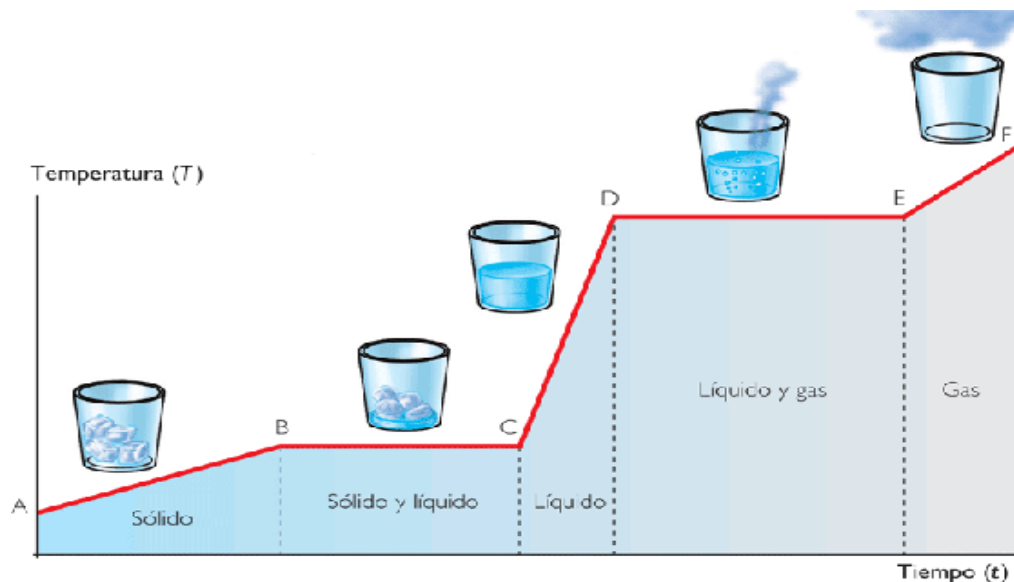


Figura 7. Gráfico Temperatura-tiempo aplicado al agua.

Fuente: María Mateo. Recuperado de

<https://sites.google.com/site/portfoliomariamateo/2o-trimestre/tema-9-energia-y-calor>

2.2.2.3 Precipitación

En meteorología se entiende por precipitación a cualquier forma de hidrometeoro, como lo son lluvia, granizo, nieve, llovizna, entre otros. Sin embargo, no debe confundirse con neblina, o rocío ya que estos dos últimos son formas de condensación y no de precipitación. La precipitación, es más conocida como precipitaciones, es decir, en plural, con el objetivo de marcar la diversidad de eventos climáticos que pudiera abarcar esta definición.

Químicamente es posible definir la precipitación como la mezcla de dos soluciones para producir un precipitado que con frecuencia se da en forma de cristales. Por otra parte, en meteorología el término es utilizado para hacer referencia a las gotas de agua, o cristales de hielo que han pasado por el proceso de condensación y agregación a las nubes, y se han hecho pesados hasta el punto de caer desde la atmósfera hasta el suelo debido a su propio peso.

Las nubes se conforman mayormente por agua condensada en forma de diminutas partículas bien sea sólidas o líquidas que se encuentran suspendidas en la atmósfera. Estas partículas crecen y se fusionan gradualmente por el proceso de coalescencia. Al momento que su tamaño supera los 100 micrómetros (μm) las partículas mencionadas anteriormente se hacen más pesadas hasta el punto de que acaban cayendo a la superficie debido a la influencia de la gravedad, esto es lo que se comúnmente se conoce como precipitación. Parte del agua precipitada en ocasiones se evapora antes de tocar el suelo, a esta parte se le conoce como “virga”, el resto del agua precipitada cae al suelo y puede hacerlo de distintas formas, la cual dependerá de condiciones atmosféricas y climáticas, y más concretamente dependerá de una variable, conocida como temperatura.

La precipitación es siempre agua y puede ser sólida o líquida, variando según el tamaño de las partículas, gotas y cristales. Al hablar de precipitación es común pensar solamente en la lluvia, sin embargo, sobre la capa terrestre se observan con frecuencia otros fenómenos (ver Figura 8). Entre los tipos de precipitaciones es posible mencionar:

Lluvia: Cuando la temperatura atmosférica no es inferior a 0 grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$) al momento de producirse la precipitación, la misma cae al suelo en forma de gotas de distintos tamaños, los cuales varían entre 0,5 a 6 milímetros (mm). El tamaño de las gotas y la presencia o ausencia del viento serán los factores influyentes en la velocidad de caída de dichas gotas.

Llovizna: Cuando el tamaño de las gotas se encuentra entre los 0,1 y 0,5 mm se produce una lluvia muy ligera, la cual es conocida como llovizna.

Granizada: Esta precipitación es sólida, el granizo es un cristal de hielo de hasta 5 centímetros (cm) de diámetro que cae al suelo a gran velocidad.

Perdigones de hielo: Es una precipitación sobre la cual es posible decir que es una mezcla de lluvia y granizo en partes iguales, los perdigones de hielo normalmente se encuentran a temperaturas bajo los 0°C al momento de caer al suelo. En los perdigones de hielo, la capa exterior se ha congelado debido a la temperatura

atmosférica, sin embargo, el centro permanece en estado líquido. Los perdigones de hielo normalmente se encuentran por debajo de los 5 mm de diámetro.

Nieve: Cuando el vapor de agua es acumulado en cristales debido al efecto de una baja temperatura atmosférica, no se derrite durante su caída, esta precipitación suele tomar la forma de copos de 6 caras, cuyo tamaño normalmente varía entre los 2 a 20 mm.

Llovizna gélida o lluvia helada: Se produce cuando la temperatura del aire cerca del suelo es inferior a 0° C mientras que en capas superiores de la atmósfera es más alta. Cuando se da este fenómeno, la lluvia se congela estando muy cercana al suelo, formando así las denominadas placas de hielo.

Éstas diferentes formas de precipitación pueden mezclarse en un mismo episodio, por ejemplo, cuando caen lluvia y granizo en el mismo momento.

En el ciclo hidrológico la precipitación juega un papel fundamental ya que es el principal proceso mediante el cual el agua retorna a la superficie terrestre.



Figura 8. Tipos de precipitación

Fuente: Néstor Flecha. Recuperado de

<https://twitter.com/nestorflecha/status/403674161043628033?lang=ar-x-fm>

2.2.2.4 Infiltración

Se define la infiltración como aquél proceso donde el agua que se encuentra en la superficie de la tierra entra al suelo. En la ciencia del suelo, la tasa de infiltración es la medida en la cual el suelo es capaz de absorber el agua que se encuentra sobre su superficie, bien sea que ésta provenga de la precipitación o de algún proceso de irrigación. La tasa de infiltración se mide en pulgadas por hora, o milímetros por hora, es decir, la capacidad que tiene el suelo de absorber una película de agua de una determinada altura, en una unidad de tiempo, usando en este apartado, la hora. Si se llegara a dar el caso de que la tasa de precipitación fuera mayor que la tasa de infiltración, el suelo se satura, entendiéndose que no tiene la capacidad de absorber más agua, debido a que la totalidad de su volumen de aire se encuentra ocupado, causando esto que produzca una escorrentía a menos que exista una barrera física que la impida. Entendiéndose de esta manera que el proceso de infiltración continuará dándose solo si hay espacio disponible para agua adicional en la superficie del suelo. El volumen disponible, o admisible de agua adicional dependerá de dos factores; de la porosidad del suelo y de la distancia a la cual el agua que se ha infiltrado anteriormente puede alejarse de la superficie del suelo, escurriéndose a través de él, lo cual dependerá de las características topográficas de la zona. Si la cantidad de agua que llega a la superficie del suelo es menor a la capacidad de infiltración, toda el agua se infiltrará, caso contrario, si la cantidad de agua que llega a la superficie del suelo es mayor que la capacidad de infiltración, el agua comenzará a estancarse sobre la superficie del suelo y eventualmente a desplazarse sobre éste según las características topográficas del terreno.

2.2.2.5 Intercepción

La intercepción de la lluvia o de la precipitación, se denomina a aquél volumen de agua que es retenido, interceptado o atrapado por la vegetación, bien sea en ramas, tallos u hojas. La tasa de intercepción se mide en milímetros o litro por unidad de superficie de agua, es decir, volumen o altura de agua retenida en un área determinada.

El agua que es retenida o interceptada por la vegetación vuelve a evaporarse sin llegar a la superficie del suelo, debido a lo anterior, lógicamente el agua que es interceptada no contribuye a la escorrentía. Del total del agua precipitada, aproximadamente entre un 20% y un 40% es retenida y posteriormente evaporada, por lo cuál, al momento de realizar algún cálculo de balances hídricos debe tenerse en cuenta con total claridad el fenómeno de la intercepción y como se presenta en la zona en estudio, mayormente en regiones áridas o semiáridas cuyas precipitaciones son poco abundantes.

A niveles más detallados, la vegetación de un bosque puede interceptar entre el 10% y el 40% del total de una precipitación. Por otro lado, las hierbas pueden interceptar entre el 10% y el 20% del total de una precipitación.

Con respecto al ciclo hidrológico, a pesar de que posteriormente el agua interceptada es evaporada y esta evaporación representa solo una pequeña fracción en el ciclo hidrológico, es importante tomar en cuenta la intercepción, debido a que, ésta representa una cantidad de agua precipitada en una cuenca hidrográfica que no está pasando a formar parte de la escorrentía en ninguno de sus niveles, y por lo mismo, no llegará en ningún momento a formar parte de ningún cuerpo significativo de agua en estado líquido.

2.2.2.6 Escorrentía

Las corrientes de agua superficiales son conocidas como escorrentía, la misma es aquél proceso en el cual cierta cantidad de agua, que puede provenir bien sea de un deshielo o de una precipitación circula sobre la superficie terrestre en una cuenca de drenaje. La escorrentía es uno de los procesos básicos propios del ciclo del agua, el término hace referencia al flujo de agua que proviene de lluvias o deshielo de nieves y que circula sobre la superficie terrestre una vez que esta misma ha superado su capacidad de evaporización y de infiltración.

El Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPA) español, define a la escorrentía como “El agua que escurre por la red de drenaje hasta

alcanzar la red fluvial” mencionado lo anterior, es necesario realizar su cálculo al momento de analizar los recursos hídricos de una determinada zona.

Éste proceso físico perteneciente al ciclo del agua es clave para el ser humano y para la vida en general. La escorrentía, al ser humano puede facilitarle la recolecta del valioso recurso para la vida. Desde los tiempos de las antiguas civilizaciones se ha aprovechado este proceso para optimizar la gestión y el almacenamiento de agua. Entre los usos que se le ha dado a lo largo de la historia humana al agua de escorrentía se puede mencionar; regadío de cultivos, generación de energía, e inclusive, consumo de las personas.

Dávila y Gómez (2021) definen la escorrentía de la siguiente manera:

La escorrentía se conoce como la lámina de agua que, producto del fenómeno de precipitación escurre libremente por una superficie hasta alcanzar y formar parte de un cuerpo de agua (Lago, mar u océano) o hasta quedar depositada en una superficie para luego ser evaporado (ver Figura 9).

Además de lo anterior, Dávila y Gómez clasifican la escorrentía en 3 tipos, los cuales son:

–Escorrentía Superficial: La Escorrentía Superficial es la precipitación que no se infiltra en ningún momento y llega a la red de drenaje moviéndose sobre la superficie del terreno por la acción de la gravedad. Corresponde a la precipitación que no queda tampoco detenida en las depresiones del suelo y que escapa a los fenómenos de evapotranspiración. El transcurso que describe el agua cuando se inicia un aguacero depende de las características del terreno, la primera lluvia caída se invierte en llenar la capacidad de retención de la parte aérea de las plantas y en saturar el suelo.

Cuando la capacidad de infiltración es inferior a la intensidad de la lluvia, el agua comenzará a moverse por la superficie del terreno. Se forma, entonces, una capa delgada de agua. Ésta se mueve por la acción de la gravedad según la pendiente del terreno y es frenada por las irregularidades del suelo y por la presencia de vegetación hasta incorporarse a la red de drenaje, donde se junta con los otros componentes que constituyen la escorrentía total. La escorrentía superficial es una de las principales causas de erosión a nivel mundial. Suele ser particularmente dañina en suelos poco permeables, como los arcillosos, y en zonas con una cubierta vegetal escasa. La proporción

de agua que sigue cada uno de estos caminos depende de factores como el clima, el tipo de roca o la pendiente del terreno. De modo similar, en lugares en los que hay abundantes materiales sueltos o muy porosos, es muy alto el porcentaje de agua que se infiltra. La escorrentía que se produce en la superficie del suelo antes de llegar a un canal se denomina también fuente no puntual.

–**Escorrentía Sub-superficial:** Es el agua de precipitación que, habiéndose infiltrado en el suelo, se mueve sub horizontalmente por los horizontes superiores a muy poca profundidad sin llegar a infiltrarse en el nivel freático, hasta que aflora a la superficie al encontrar un canal de flujo, formando parte de la escorrentía superficial poco tiempo después de la lluvia, y no llega a alimentar el flujo de agua subterránea.

–**Escorrentía Subterránea:** Es la precipitación que por el fenómeno de percolación se infiltra hasta el nivel freático, desde donde circula hasta alcanzar la red de drenaje formando un flujo de agua conocido como agua subterránea. El agua subterránea representa una fracción importante de la masa de agua presente en los continentes y se aloja en los acuíferos bajo la superficie de la Tierra. El volumen del agua subterránea es mucho más importante que la masa de agua retenida en lagos o circulante, y aunque menor al de los mayores glaciares, las masas más extensas pueden alcanzar un millón o más de kilómetros cuadrados.

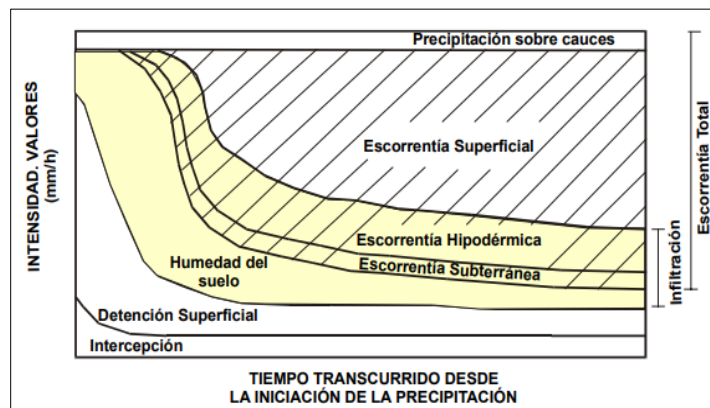


Figura 9. Evolución temporal de algunos componentes del Ciclo Hidrológico

Fuente: Universidad de La Coruña

2.2.3 Reservas de agua dulce

Aproximadamente el 70% de la superficie de la Tierra está cubierta por agua, viendo esto, se entiende que este planeta sea llamado como “planeta azul”. No obstante

lo anterior, se calcula que del total de la masa de agua presente en la tierra, alrededor del 97 % es agua salada (ver Gráfico 1). Esto significa que solo el 3% es agua dulce, pero ni siquiera este porcentaje es un representativo del agua a la cual podemos acceder o de la cual podemos hacer uso. Alrededor del 70% del agua dulce se encuentra congelada en polos o glaciares, mientras que el restante se divide entre los acuíferos subsuperficiales, ríos y lagos, representando estos últimos tan solo una fracción del total de agua de agua dulce, de los lagos también cabe mencionar que, a pesar de que no se trata de cúmulos o concentraciones de agua potable, puede llegar a utilizarse por los seres humanos en caso de necesidad.

Es posible clasificar el agua dulce que se encuentra en el planeta tierra en varios grupos (ver Gráfico 2), los cuáles son:

Agua congelada: Bien sea en glaciares o capas de hielo, alrededor del 70% o inclusive se estima que hasta 75% del total de agua dulce existente en el planeta se encuentra congelada. La mayoría de esta agua congelada se encuentra en el Ártico, la Antártida o Groenlandia y es agua inaccesible para el uso de los seres vivos o seres humanos. Sin embargo, los glaciares terrestres, las nieves y los llamados hielos eternos representan un suministro de agua en muchos países, debido a que la liberan naturalmente en cantidades que varían estacionalmente.

Aguas Superficiales: Representada por los ríos, charcas, lagos, embalses, arroyos y humedales, estas aguas representan tan solo una fracción del volumen total de agua dulce existente en el planeta. Estos cuerpos de agua representan una fuente de suma importancia para los ecosistemas y más específicamente para los seres vivos que requieren indispensablemente de este líquido para su supervivencia. Con respecto a los seres humanos, es importante recalcar que estos cuerpos de agua constituyen la principal fuente de agua potable, y de energía de la cual se abastecen.

Cuencas fluviales: Son útiles como una unidad natural de gestión de los recursos hídricos, a pesar de que muchas de ellas atraviesan 2 o más países, es decir que constituyen una unidad natural de gestión de los recursos hídricos a nivel general en el planeta. Estas cuencas fluviales internacionales tienen zonas de drenaje que abarcan

cerca del 45% de la superficie de la Tierra (exceptuando las regiones polares). Entre las cuencas más grandes podemos mencionar la del Amazonas, que transporta hasta el 15% del agua que vuelve a los océanos, y la del Congo-Zaire que transporta hasta la tercera parte de todas las aguas fluviales del continente africano.

Los humedales: Representados por pantanos, ciénagas, lagunas o turberas, se estima que cubren alrededor del 6% de la superficie terrestre emergida. Estos cúmulos de agua dulce no son normalmente utilizados como fuentes de abastecimiento de agua para los seres humanos, sin embargo, son de vital importancia a la hora de analizar la conservación de los recursos hídricos y de los ecosistemas en general.

Aguas subterráneas: Alrededor del 95% del agua dulce en estado líquido se encuentra bajo tierra. Ésta agua alimenta manantiales, arroyos y humedales, además, ayuda a mantener la estabilidad de las superficies terrestres y constituye un recurso hídrico fundamental, siendo una de las principales fuentes de abastecimiento de agua para los seres humanos, representando entre el 25% y el 40% del agua potable a nivel mundial. Muchas ciudades, incluidas las más grandes utilizan de manera significativa aguas subterráneas, la cual es especialmente útil en épocas de escasez.

Los acuíferos varían según la cantidad de agua que contienen, la profundidad de los mismos y la rapidez con la cual se recargan. Estas variaciones dependen también de características geológicas específicas.

Gran parte del agua que se encuentra en los acuíferos subterráneos o subsuperficiales se renueva de manera muy lenta o simplemente no se renueva, en estos casos, dichas reservas de aguas se conocen como reservas de agua “no renovables”. El uso del agua no renovable que se encuentra en acuíferos es controversial, sobre todo por el hecho de que muchos de los acuíferos que contienen grandes cantidades de agua no renovable pertenecen a más de un país, razón por la cual su administración deben realizarse en conjunto con la finalidad de que todas las entidades administrativas involucradas puedan beneficiarse.

Si la infiltración de precipitaciones recarga el acuífero, entonces el agua que se encuentra en éste se considera “renovable” y se podrá utilizar para riego, para fines domésticos o para otros fines cualesquiera.

Sobre los acuíferos es importante mencionar que la mayoría de las aguas subterráneas renovables son de buena calidad y no necesitan de ningún tratamiento previo al consumo, no obstante, es recomendable realizar siempre un análisis de calidad de las aguas antes de utilizarlas, con el fin de evitar que se puedan producir efectos negativos en la salud de aquellos que se sirvan de ellas, a pesar de que lo anterior no es una novedad, son pocos los países que miden la calidad de las aguas subterráneas de las cuales disponen. Además de lo mencionado anteriormente, es recomendable realizar sistemáticamente estudios que midan también la cantidad de las aguas.



Gráfico 1. Distribución de la masa total de agua en el mundo.

Fuente: Campos, Daniel (2022)



Gráfico 2. Distribución de la masa de agua dulce en el mundo en sus 3 principales grupos.

Fuente: Campos, Daniel (2022)

2.2.4 Usos del agua

Se entiende por “usar” el agua a hacer una modificación a su acontecer natural, esto es, realizar una modificación o alteración a su ciclo hidrológico. En términos generales, podemos separar en 2 los tipos de usos que el ser humano hace del agua:

2.2.4.1 Uso del agua con fines de aprovechamiento

Entre los fines de aprovechamiento para la cual se utiliza el agua, es posible mencionar:

- **Abastecimiento urbano:** Se llama abastecimiento urbano cuando el agua se emplea en poblaciones, bien sea para su uso doméstico, público, comercial o industrial.
- **Riego con fines agrícolas:** Este apartado se refiere al uso de agua para garantizar por medios artificiales el grado de humedad requerido por los cultivos para su crecimiento.

- **Hidroelectricidad:** Hace referencia a la utilización del agua con el fin de generar energía eléctrica.
- **Navegación:** Se refiere a la utilización del agua como medio facilitador del transporte de embarcaciones que trasladan bien sea personas, mercancía o ambos.
- **Recreación:** Se refiere al uso del agua para fines de esparcimiento del ser humano, en actividades como pesca o prácticas deportivas desarrolladas en el medio acuático, también entra en esta categoría la construcción de parques temáticos cuya principal atracción gira en torno al recurso hídrico.
- **Conservación y desarrollo de la flora y la fauna:** Este tipo de aprovechamiento se da cuando se utiliza el agua para la preservación de especies existentes o también para modificar o fomentar un mejor desarrollo de algunas de ellas, este apartado se refiere al uso del recurso hídrico con fines ecológicos.

2.2.4.2 Uso del agua con fines de protección

Entre los fines de protección por los cuales el ser humano utiliza el agua es posible mencionar los siguientes:

- **Disposición de aguas servidas:** Éste apartado abarca la recolección y descarga de aguas contaminadas por el uso que el ser humano ha hecho de ellas, bien haya sido de forma directa o indirecta.
- **Drenaje urbano:** El drenaje urbano consiste en la recolección, conducción y descarga de los excesos de aguas pluviales en áreas urbanizadas.
- **Drenaje agrícola:** Su objetivo es similar al drenaje urbano, pero en este caso dicho objetivo es aplicado a áreas agrícolas. Es importante recalcar en ese apartado que los excesos que se pudieran presentar no provienen solo de las aguas pluviales, sino que también pueden provenir del riego artificial o inclusive, del subsuelo.

- Control de crecidas: Se refiere a las acciones llevadas a cabo por el ser humano con el objetivo de impedir daños que pudieran ocasionarse por desbordamiento de aguas de ríos, quebradas u otros cuerpos superficiales de aguas.
- Control de erosión: Consiste en impedir la acción erosiva del agua, bien sea en cauces, en el suelo o en el subsuelo.
- Control de sedimentos – Control estructural de los suelos: Este apartado consiste en el drenaje de excesos de agua subsuperficiales o subterráneas que puedan poner en riesgo la estabilidad geológica de los suelos.

2.2.5 Sistemas de abastecimiento de aguas

Un sistema de abastecimiento de agua o acueducto, es un sistema o conjunto de sistemas de irrigación que permite transportar agua de manera continua en estado líquido desde un punto accesible naturalmente hasta un punto de consumo distante, que por lo general es una ciudad o un poblado. Más específicamente, podemos entender por “sistema de abastecimiento de agua”, como aquel conjunto de tuberías, instalaciones y accesorios que están destinados a conducir una cantidad de agua desde un lugar de existencia natural o fuente, hasta el hogar de aquellos quiénes se sirven de dicho sistema. Estos sistemas son construidos con la finalidad de satisfacer la necesidad de una población y se supone que la cantidad de agua que se transporta por ellos ya fue prevista y se corrobora su suficiencia para satisfacer la mencionada necesidad (ver Figura 10).

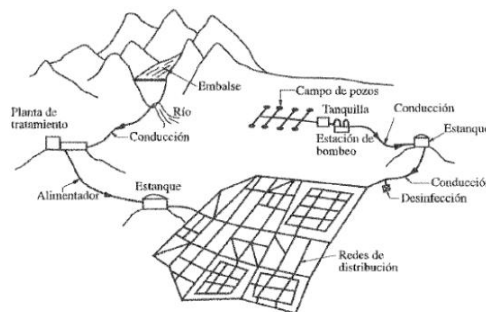


Figura 10. Esquema típico de un sistema de abastecimiento de agua

Fuente: Medina, Ángel (2019)

2.2.5.1 Tipos de sistemas de abastecimiento de aguas según su fuente

- Sistemas de abastecimiento cuya fuente es agua proveniente de aguas superficiales (Ríos, lagos, arroyos y lagunas)
- Sistemas de abastecimiento cuya fuente es agua proveniente de manantiales naturales, donde el agua aflora a la superficie.
- Sistemas de abastecimiento cuya fuente es agua proveniente de precipitaciones almacenada naturalmente de manera subterránea a pocas profundidades.
- Sistemas de abastecimientos cuya fuente es agua proveniente de acuíferos subsuperficiales, almacenada naturalmente de manera subterránea a profundidades considerables.

2.2.5 2 Tipos de sistema de abastecimiento de aguas según su usuario

- Sistema de abastecimiento de aguas rural: Es aquel donde la población a servir se estima menor a las 5.000 personas
- Sistema de abastecimiento de aguas urbano: Se entiende por un sistema de abastecimiento de aguas urbano o un acueducto urbano, a aquel sistema que va destinado a servir a una cantidad de personas estimada mayor a 5.000.

En Venezuela, el tipo de sistema de abastecimiento de aguas está tipificado de acuerdo a la zona donde se encuentra el desarrollo.

2.2.6 Componentes de un sistema de abastecimiento de aguas

2.2.6.1 Fuente

La fuente de agua es el espacio natural desde el cual se derivan los caudales que son demandados por la población que se planea abastecer. Por lógica, una fuente de agua de la cual una población se habrá de abastecer debe ser permanente y suficiente, siendo sin relevancia si el agua es subterránea o superficial. El agua de la fuente puede ser suministrada por gravedad o bombeo. Tanto para los sistemas de abastecimiento de aguas urbanos, como para los rurales, la fuente es el componente inicial del mismo, y por ende indispensable.

2.2.6.2 Obra de captación

Las obras de captación son estructuras y/o dispositivos que se ubican en la fuente cuya función es derivar los caudales demandados por la población. La obra de captación debe ser estable, con la finalidad de que en todo momento mantenga la capacidad de suministrar el caudal estipulado en el diseño del sistema de abastecimiento de aguas. Las obras de captación están presentes en sistemas de abastecimiento de aguas urbanos y rurales, y constituyen el primer componente netamente derivado de la acción humana en el sistema de abastecimiento de aguas blancas.

Entre las obras de captación es posible mencionar:

- Presas de derivación
- Torres inclinadas (Ver figura 12)
- Pozos profundos (Ver Figura 13)
- Pozos excavados (Aljibe)
- Galerías filtrantes
- Cisternas artesanales
- Presas de embalses
- Aliviaderos (Ver Figura 11)

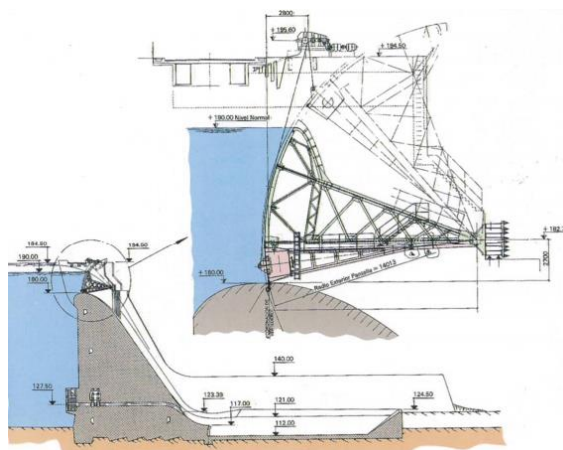


Figura 11. Esquema de captación mediante aliviadero.

Fuente: Medina, Ángel (2019)

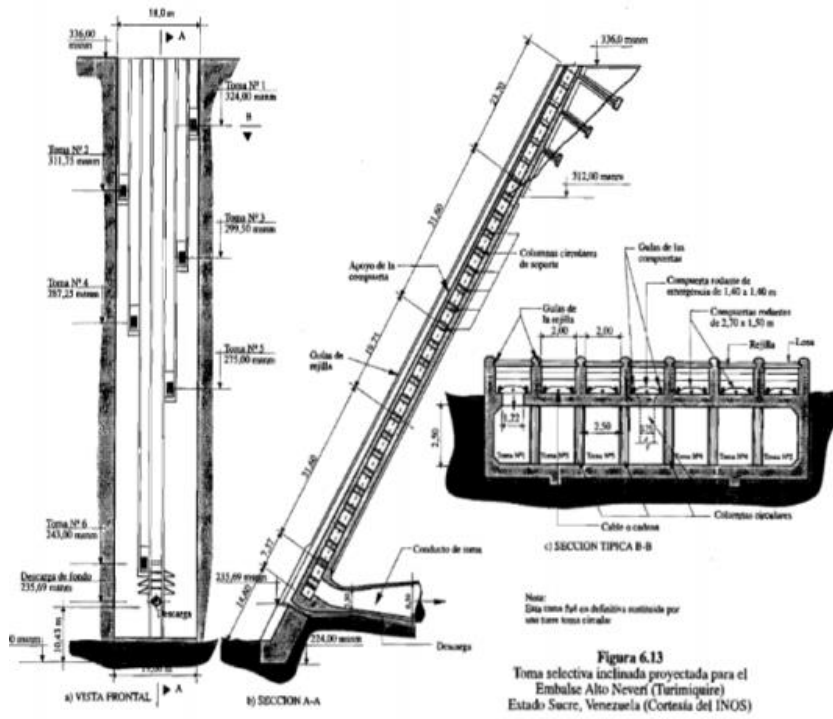


Figura 12. Esquema de captación mediante torre toma inclinada.

Fuente: Instituto Nacional de Obras Sanitarias (INOS)

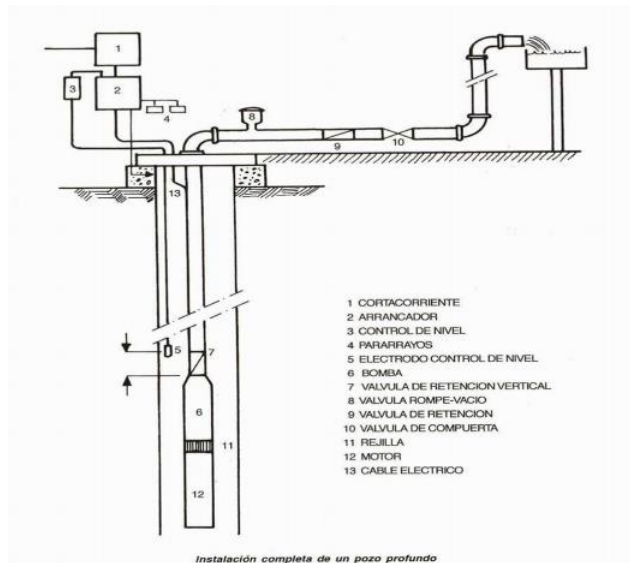


Figura 13. Esquema de captación mediante pozo profundo (Comúnmente utilizado en sistemas de abastecimiento de aguas rurales)

Fuente: Medina, Ángel (2019)

2.2.6.3 Línea de aducción o impulsión

Son tuberías usadas para transportar los caudales una vez que han sido tomados en las obras de captación hasta el estanque de almacenamiento o bien hasta la planta de tratamiento, dicha línea consta de varios dispositivos imprescindibles para su buen funcionamiento, tales como ventosas o válvulas aliviadoras de presión, válvulas de purga, desarenadores, tanquillas rompe carga, codos, entre otros. La mayoría de los accesorios o dispositivos mencionados anteriormente son de suma importancia a la hora de evitar fenómenos como colmatación o la cavitación, y de asegurar el traslado del agua con la mejor calidad posible. La mayoría de las veces el agua es conducida en tuberías a presión, bien sea por la acción gravitacional o mediante la ayuda de sistemas de bombeo, sin embargo, otras veces es conducida por conductos o canales abiertos, túneles o puentes canales. El tipo de conducto a utilizar va a depender de la topografía general del terreno a través del cual se van a tender los conductos. Éste componente sólo se encuentra en los sistemas de abastecimiento de aguas urbano, en los sistemas de abastecimiento de aguas rurales se estiman cantidades relativamente pequeñas de agua y su traslado no se planifica a través de grandes distancias, por lo tanto, tales sistemas no requieren de una línea de aducción.

2.2.6.4 Planta de tratamiento

Se llama planta de tratamiento al conjunto de estructuras y/o dispositivos o sistemas cuya función es dotar de calidad al agua de la fuente de manera que sea apta para el consumo humano sin riesgo alguno de enfermedad o efectos negativos. En otras palabras, es el sitio donde se potabilizará el agua de la fuente mediante distintos procesos tales como mezcla rápida, floculación, filtración, desinfección, sedimentación, entre otros. Este componente generalmente es utilizado sólo en sistemas de abastecimientos de aguas urbanos, debido a que, en los sistemas de abastecimientos de aguas rurales, es común ver el caso donde el agua de la fuente ya posee la suficiente calidad para ser consumida por el ser humano sin riesgo alguno de

efectos negativos, no obstante, en algunas situaciones específicas un sistema de abastecimiento de aguas rural pudiera requerir de este componente.

2.2.6.5 Estación de bombeo o rebombeo

Se denomina estación de bombeo o de rebombeo a aquel conjunto de estructuras y/o sistemas que tienen por función aumentar la presión del agua y de esta manera asegurar su llegada hasta un determinado punto del sistema, como su nombre lo indica, el aspecto fundamental de este componente es una bomba. Estos componentes se encuentran generalmente en los sistemas de abastecimiento de aguas urbanas, en los sistemas de abastecimientos de aguas rurales, la bomba o estación de bombeo suele estar ubicada junto con la captación y se pudiera estimar que forma parte de la anterior.

2.2.6.6 Estanque de almacenamiento

Son depósitos cuyo propósito es almacenar agua con el objetivo de compensar variaciones de consumo, atender situaciones de emergencias como interrupciones de servicio, incendios, entre otros, además funcionan para prever diseños más económicos del sistema. Es necesario situar estos estanques con relación al sistema de distribución con la finalidad de asegurar un servicio eficiente. Este componente es típico que se encuentre presente sólo en los sistemas de abastecimiento de aguas urbano, en los sistemas de abastecimiento de agua rurales se suele obviar este componente.

2.2.6.7 Línea Matriz

Se denomina línea matriz a aquél tramo de tubería que está destinado a conducir el agua desde el estanque de almacenamiento, la estación de bombeo, la planta de tratamiento o la obra de captación hasta la red de distribución. Este componente se encuentra presente tanto en los sistemas de abastecimiento de aguas urbanos, así como también en los sistemas de abastecimiento de aguas rurales, mantener su operatividad es de suma importancia ya que mediante la misma se asegura el acceso del agua a los distintos puntos de las redes de distribución, pudiendo ésta misma formar parte de dicha red.

2.2.6.8 Red de distribución

Es el conjunto de tuberías y accesorios destinados a conducir el agua a todos y cada uno de los usuarios a través de las calles. Éste apartado es el punto central del presente trabajo de grado y se estudiará más adelante con mayor nivel de detalle. Este componente forma parte tanto de los sistemas de abastecimiento de aguas urbanas como de los sistemas de abastecimientos de aguas rurales.

2.2.6.9 Acometida domiciliaria

Se le llama acometida domiciliaria a aquél tramo de tubería que conduce el agua desde la red de distribución hasta el interior de la vivienda. En éste tramo de tubería se colocan los contadores, medidores o reguladores, que son equipos cuyo propósito es medir y/o regular la cantidad de agua utilizada por cada toma.

2.2.7 Sistemas de distribución de aguas blancas

El sistema de distribución de aguas blancas es aquél conjunto de tuberías, válvulas y cualquier otro componente que sea requerido al momento de transportar el agua hasta las viviendas o los puntos de toma de todas aquellas personas que se han de servir del sistema. Es importante aclarar que normalmente el agua que llega al sistema de distribución de aguas blancas ya ha sido potabilizada o se ha verificado que es apta para el consumo humano, por lo tanto, la única función de este sistema es transportar eficientemente el agua, un sistema de distribución de aguas eficiente es el que cumple sus funciones manteniendo los caudales y las presiones según el diseño.

Un sistema de distribución de aguas blancas está compuesto por:

- Tuberías Matrices: Conducen el agua desde los puntos de abastecimiento hasta los diferentes sectores de la red o del sistema,
- Tuberías principales: Son menores a 1.000 metros y su función es conducir el agua de las tuberías matrices hasta nuevos puntos de seguimiento del sistema.

- Tuberías secundarias: Cumplen la misma función que las tuberías principales, y están diferenciadas de éstas por la longitud que abarcan, siendo las tuberías secundarias menores a 600 metros
- Tuberías Menores: Son aquellas que dan conexiones a calles y ramales ciegos, y se pudieran considerar las tuberías “finales” de la red de distribución.
- Válvulas: Permiten regular y seccionar el flujo del agua, así como también pudiera ser el caso de que fuera necesario regular la presión.

La figura 14, muestra un esquema de los tipos de tuberías y su ubicación en un sistema de distribución de aguas blancas.

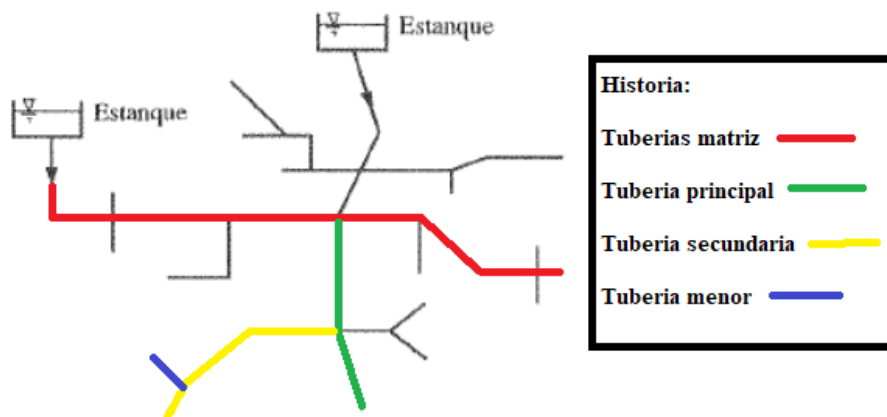


Figura 14. Esquema de sistema de distribución mediante red ramificada indicando el tipo de tuberías

Fuente: Campos, Daniel (2022)

Las redes se clasifican según su topografía en:

- Redes altas
- Redes medias
- Redes bajas

Las redes se clasifican según su configuración de flujo en:

- **Redes abiertas (Ramificadas):** González (2014) define las redes abiertas de la siguiente manera: “Son redes de distribución constituidas por un ramal troncal y una serie de ramificaciones o ramales que pueden constituir pequeñas mallas, o constituidos por ramales ciegos (ver Figura 15). Este tipo es utilizado cuando la topografía es tal que dificulta, o no permite la interconexión entre ramales. También puede originarse por el desarrollo lineal a lo largo de una vía principal o carretera, donde el diseño más conveniente puede ser una arteria central con una serie de ramificaciones para dar servicio a algunas calles que han crecido convergiendo a ella”. Como una ventaja de sistemas de distribución mediante redes abiertas se puede mencionar que, a la hora del cálculo de las mismas, su resolución es directa, limitándose al cálculo de pérdidas en cada tubería para los caudales que hayan de transitar por ellas. Por otro lado, una desventaja sería que a la hora de presentarse una falla o rotura en alguna de las tuberías, se deberá afectar (dejar sin servicio) a todos los usuarios que se sirvan aguas abajo de la rotura hasta que se realice la reparación necesaria.

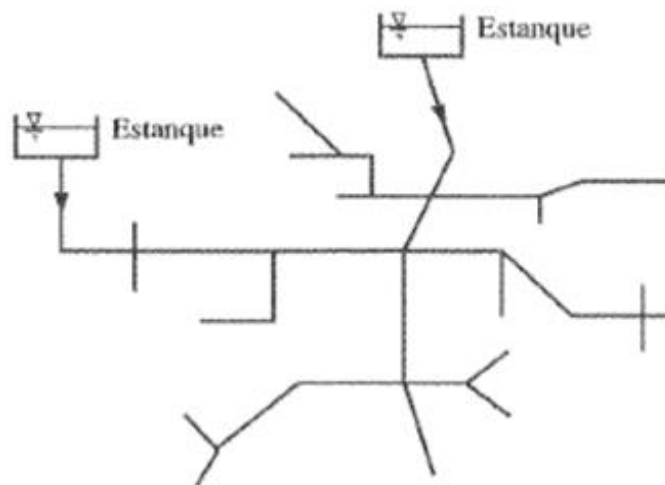


Figura 15. Esquema de sistema de distribución mediante red ramificada

Fuente: Medina, Ángel (2019)

- Redes cerradas (Malladas):** González (2014) define a las redes cerradas de la siguiente manera; “Son aquellas redes constituidas por tuberías interconectadas formando mallas (ver Figura 16). Este tipo de red de distribución es el más conveniente y tratará siempre de lograrse mediante la interconexión de las tuberías, a fin de crear un circuito cerrado que permita un servicio más eficiente y permanente. En el dimensionado de una red mallada se trata de encontrar los gastos de circulación de cada tramo, para lo cual se hace apoyo en algunas hipótesis estimativas de los gastos en los nodos”. Como una ventaja de los sistemas de distribución mediante redes malladas se puede mencionar que, éste tipo de distribución es el más conveniente desde el punto de vista de eficiencia y garantía de servicio, debido que, ante posibles roturas se podrá tomar alternativas de flujo con el fin de afectar (privar del servicio) a una menor cantidad de usuarios, mientras se realiza la reparación necesaria. Por otro lado, una desventaja sería la complejidad en los cálculos relativos a la misma, representando un proceso generalmente tedioso, de igual manera que en las redes abiertas, al momento de una falla, algunos usuarios deberán verse privados del servicio, aunque en este caso la cantidad de afectados es menor.

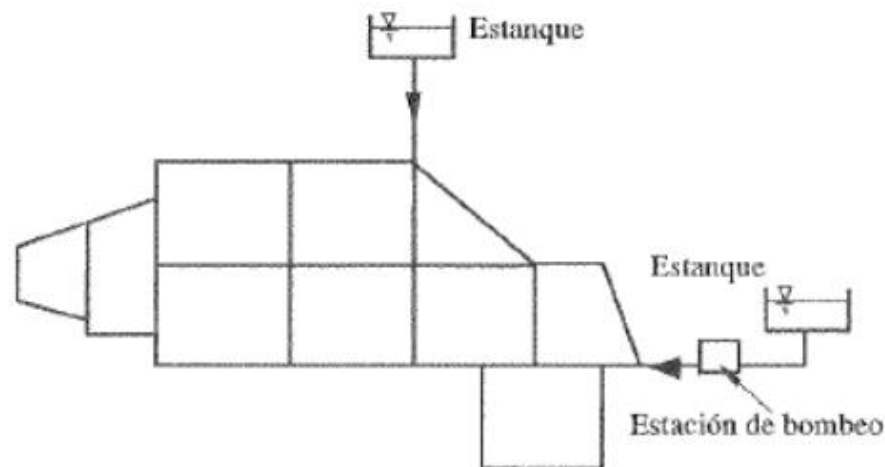


Figura 16. Esquema de sistema de distribución mediante red mallada

Fuente: Medina, Ángel (2019)

- **Redes Mixtas:** Según la configuración de la zona a la cuál se quiera abastecer del vital líquido es posible que se presente el caso donde no sea posible hacer uso o diseño de algún único tipo de red según su configuración de flujo, en este caso se deberá construir una red mixta, que no es otra cosa sino la unión de redes malladas y ramificadas, es decir, se va a dar la unión de ramas y mallas, conformado así, una red mixta que sea capaz de trasladar agua a todos los usuarios previstos de dicho sistema de distribución (ver Figura 17). En los sistemas de abastecimiento rurales, es común que se deba realizar el sistema de distribución mediante redes mixtas, esto se debe a irregularidades en el proyecto de urbanismo de la zona en cuestión, provocando esto que la distribución y tamaño de los terrenos que se desean abastecer carezcan de organización.

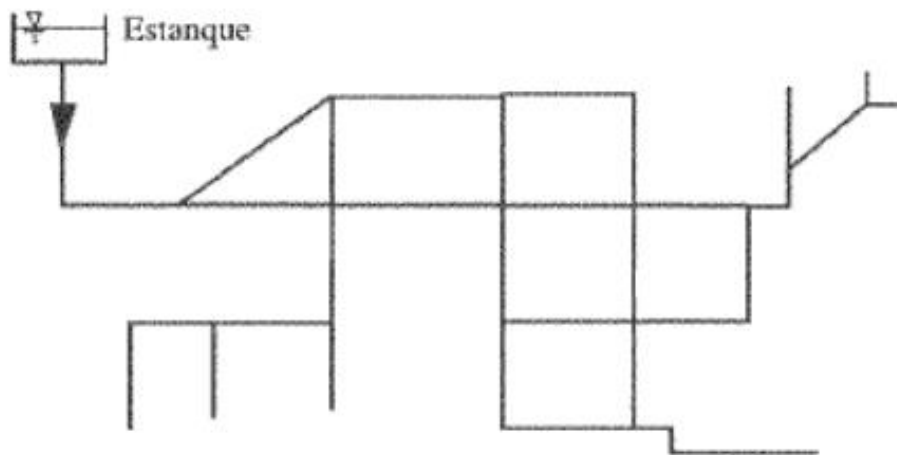


Figura 17. Esquema de sistema de distribución mediante red mixta

Fuente: Medina, Ángel (2019)

2.2.7.1 Diseño de sistemas de distribución de aguas blancas

Como se mencionó con anterioridad, los sistemas de distribución de aguas blancas son el conjunto de piezas como tuberías y válvulas, que generalmente son instaladas por las vías y a partir de las cuales los usuarios del sistema de abastecimiento de agua se puedan servir directamente.

Para determinar la configuración general del sistema de distribución en vista de planta, es requerida la siguiente información:

- Proyecto de urbanismo, de la topografía modificada y de la vialidad, o en su defecto, croquis de la zona a abastecer, en el cual se puedan identificar claramente los puntos de consumos (tomas de agua) por los cuales deberá pasar el sistema de distribución de aguas blancas.
- Límites del sistema de distribución de aguas blancas a considerar.
- Puntos de alimentación del sistema de distribución de aguas blancas.

2.2.7.2 Establecimiento de la planimetría de un sistema de distribución de aguas blancas

Luego de conocer la información mencionada en el apartado anterior, es posible establecer la planimetría del sistema de distribución aguas blancas, siguiendo los siguientes pasos:

Paso 1: Ubicar en el plano de planta las distintas tomas de agua, debido a que, por enfrente de cada toma necesariamente debe haber una tubería de distribución con el propósito de abastecer dicha toma.

Paso 2: Establecer la configuración de la red de distribución, lo cual se podrá hacer de manera sencilla luego de haber modificado el plano original, indicando las tomas de consumo de agua.

Además de lo anterior, a la hora de establecer la planimetría de un sistema de abastecimiento de aguas blancas, es necesario tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- En una calle generalmente las cloacas se ubican por el eje de la misma, el drenaje urbano se ubica por un lado de la calzada, mientras que las tuberías de distribución se ubican del otro lado de la calzada, considerando que el lado del cuál se ubicará la tubería de distribución será el lado de la calzada en el cual haya mayor número de puntos de consumo o tomas domiciliarias. Las tuberías de distribución se deben proyectar para ser colocadas del lado de la calle en el

cual haya mayor cantidad de puntos de consumo, dejando el centro de la calle para las cloacas.

- Se debe procurar configurar las tuberías de distribución de manera que éstas estén malladas, es conveniente la colocación de tuberías que, aunque no alimenten directamente a ningún punto de consumo, puedan establecer una alternativa de flujo, con la cuál será importante contar en el caso de que se presenten fallas en algunos ramales de la distribución. Las tuberías de distribución se deben proyectar para todas las calles que hagan frente a una o más parcelas, en las cuales haya puntos de consumo y en medida de lo posible se debe procurar formar mallas (ver Figura 18).
- Según norma del INOS, para calles con anchos mayores a 17 metros o más, entre límites de propiedad, debe preverse doble tubería de distribución, con el objetivo de evitar tomas de servicio largas, que atraviesen la calzada (ver Figura 19)

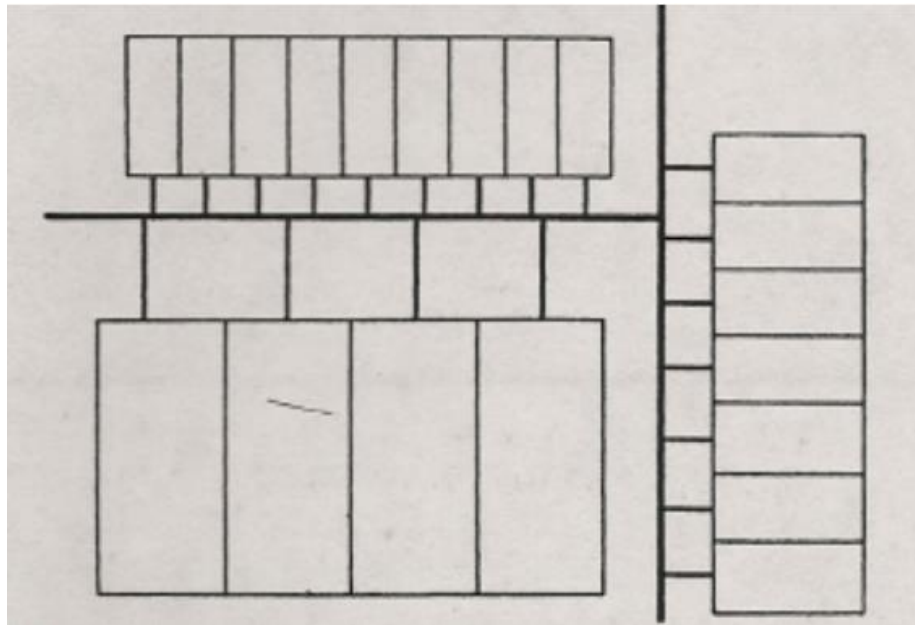


Figura 18: Esquema de colocación apropiada de tuberías de distribución según el lado de la calzada con mayor número de puntos de consumo.

Fuente: Medina, Ángel (2019)

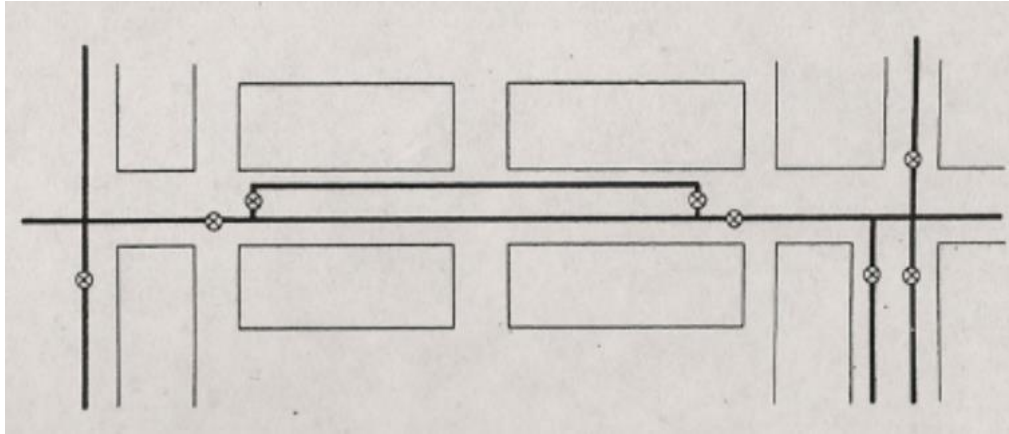


Figura 19. Esquema de colocación de tuberías dobles en sistemas de distribución de aguas blancas.

Fuente: Medina, Ángel (2019)

2.2.7.3 Cálculo de redes abiertas en sistemas de distribución de aguas blancas

Cómo se hizo mención anteriormente, se pudiera considerar como una ventaja de las redes abiertas su facilidad a la hora de realizar los cálculos pertinentes para el diseño de las mismas, siendo los pasos a seguir los que se mostraran a continuación.

Paso 1: Una vez se tenga la planimetría de la red de distribución, se deberán identificar los puntos críticos de dicha red, es decir, aquellos puntos del sistema que estén más alejados del punto de abastecimiento de la red (bien sea directamente de la captación o estanque) y también aquellos que tengan mayor cota, aunque no necesariamente sean los más alejados del punto de abastecimiento. De la misma manera, se deberá ubicar toda la información previa con respecto al sistema que se quiere diseñar, tal información abarca número de habitantes, de horas de bombeo, y así mismo, cualquier información que pudiera requerirse en los siguientes pasos.

Paso 2: Estimar los caudales de consumo y de diseño en caso de sistemas que distribuyan por gravedad (Q_m y Q_d , respectivamente) o de consumo y bombeo en caso de sistemas que distribuyan por bombeo (Q_m y Q_b , respectivamente), se hará de la siguiente manera, en función del proyecto urbanístico de la zona.

$$Qm = \text{dotación}$$

$$Qd = Qm * K \quad (1)$$

$$Qb = \frac{24 * Qm * K}{\# \text{horas de bombeo}} \quad (2)$$

Considerando qué:

dotación: Dependiente del proyecto urbanístico de la zona (Según normativa venezolana).

K: factor de mayoración y $1,2 \leq K \leq 1,6$ (Siendo recomendado utilizar $K = 1,5$)

Paso 3: Seleccionar los diámetros de las tuberías, se hará mediante la ecuación por definición para el caudal, en función del caudal que transite por la tubería y de las velocidades normativas para asegurar que no se produzcan los fenómenos de cavitación y colmatación.

$$Q = V * A \quad (3), \text{ donde:}$$

Q: Caudal

V: Velocidad

A: Área

Como se trata del caso de conducción de agua a presión por tuberías circulares, el área estará representada por el área de una circunferencia

$$A = \frac{\pi * D^2}{4} \quad (4)$$

Sustituyendo esto en la ecuación (3) ...

$$Q = \frac{V * \pi * D^2}{4} \quad (5)$$

Despejando el diámetro de la anterior ecuación...

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}} \quad (6)$$

Con la ecuación anterior (6) se podrá determinar el diámetro de las tuberías, considerando qué:

- Se deberá sustituir Q por Qd en caso en caso de sistemas cuya distribución se realice por gravedad.
- Se deberá sustituir Q por Qb en caso en caso de sistemas cuya distribución se realice por bombeo.
- Se deberá sustituir V por alguna velocidad conveniente comprendida entre 0,6 m/s y 3,0 m/s, siendo recomendable la utilización de las siguientes velocidades: 1,0068 m/s y 2,287 m/s.

Otra manera de determinar el diámetro de las tuberías es mediante una tabla que relaciona directamente los caudales de diseño con un diámetro comercial recomendado (ver Tabla 1).

Tabla 1. Relación Diámetro – Velocidad Económica

RELACIÓN DIÁMETRO - VELOCIDAD ECONÓMICA			
DIÁMETRO		Vmax (m/seg)	Qmax (lts/seg)
mm	pulg		
75	3"	0,7	3,05
100	4"	0,75	5,89
150	6"	0,8	14,14
200	8"	0,9	28,27
250	10"	1	49,09
300	12"	1,1	77,75
350	14"	1,2	115,45
400	16"	1,25	157,1
450	18"	1,3	206,76
500	20"	1,4	274,9
600	24"	1,6	452,39
700	30"	1,6	729,6

Fuente: Medina, Ángel (2019)

Paso 4: Calcular las pérdidas en los distintos tramos de las tuberías, se hará mediante la ecuación de Hazem – Williams para pérdidas de carga. Cabe aclarar que existen otros métodos de cálculo para dichas pérdidas de carga, no obstante, el autor del presente

trabajo de grado considera que el más conveniente a utilizar es la ecuación de Hazem – Williams y es el que se estará utilizando en el presente trabajo de grado.

Ecuación de Hazem – Williams para pérdidas de carga: Es una ecuación empírica cuyo uso es extendido en el campo de la Ingeniería Civil para el cálculo de pérdidas por fricción en conducciones a presión.

$$\text{Ecuación de Hazem – Williams: } h_f = \frac{10,67 * L}{D^{4,87}} * \left(\frac{Q}{c}\right)^{1,852} \quad (7), \text{ donde:}$$

h_f : Pérdidas por fricción en el tramo en estudio. Esta ecuación dará como resultado el valor de la pérdida de carga en metros columna de agua, o simplemente m .

L : Longitud del tramo en estudio (Es importante aclarar que se debe colocar la longitud en m , es decir, metros).

D : Diámetro de la tubería del tramo en estudio (Es importante aclarar que se debe introducir en la fórmula el diámetro de la tubería en m , es decir, metros).

Q : Caudal de diseño (Qd) o Caudal de bombeo (Qb) según sea el caso (importante aclarar que se debe colocar en la fórmula en las unidades m^3/s , es decir, metros cúbicos por segundo)

c : Coeficiente de Hazem – Williams (dependiente del material a utilizar) (ver Tabla 2).

Se debe considerar que la ecuación de Hazem – Williams tiene ciertas condiciones para su aplicación, las cuales son

- Sólo aplica para H_2O , es decir, agua
- Sólo aplica en temperaturas comprendidas entre los 18°C y los 30°C

Paso 5: Habiendo calculado las pérdidas por fricción, hace falta calcular las pérdidas localizadas o pérdidas por accesorios, para éste caso, como objeto de simplificación de cálculo, es posible estimar que la sumatoria de las longitudes equivalentes de todos los accesorios que conformen parte del tramo de tubería en estudio, representan un 5% de la longitud total del mencionado tramo. Tomando en cuenta dicha consideración, será posible modificar la ecuación de Hazem – Williams para obtener así una ecuación que

calcule no solo las pérdidas de carga por fricción, sino el total de pérdidas de carga en el tramo de tubería en estudio. La ecuación de Hazem – Williams modificada será la siguiente:

$$J = \frac{10,67 * L * 1,05}{D^{4,87}} * \left(\frac{Q}{c}\right)^{1,852} \quad (8), \text{ donde:}$$

J representa las pérdidas de carga totales en el tramo de tubería en estudio.

Tabla 2. Coeficientes de Hazem – Williams

COEFICIENTES DE HAZEN WILLIAMS	
MATERIAL	C
HIERRO FUNDIDO	100
HIERRO FUNDIDO DUCTIL	100
HIERRO GALVANIZADO	100-110
ASBESTO CEMENTO A PRESION	120
POLICLORURO DE VINILO (PVC)	140
POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD)	140
CONCRETO	90

Fuente: Medina, Ángel (2019)

Paso 6: Una vez que se haya calculado las pérdidas en todos los tramos, se evaluará la sumatoria de las pérdidas en todos los tramos hasta los distintos puntos críticos de la red que anteriormente fueron identificados.

Paso 7: Con las pérdidas de carga hasta los distintos puntos críticos y con las cotas de los mismos, se podrá determinar el punto crítico definitivo, el cual será aquel cuya suma entre pérdidas de carga y diferencia de cota sea mayor.

$$h_t = J + \Delta z \quad (9), \text{ donde:}$$

h_t = carga total a vencer

J = perdidas de carga

Δz = diferencia de cotas

$$\Delta Z = Zb - Za \quad (10), \text{ donde:}$$

Zb = Cota en el punto b (punto crítico en estudio)

$Z_a =$ Cota en el punto a (punto de abastecimiento)

Es importante recalcar que si en algún punto, Δz es positivo, necesariamente se deberá realizar distribución por bombeo.

Paso 8: El último pasó será dependiente del tipo de distribución que se tenga planificado, si es por bombeo o por gravedad.

- Si se planifica una distribución por gravedad se deberá verificar que la carga hidráulica disponible por la diferencia de cota favorable sea suficiente para contrarrestar las pérdidas. Lo cual se hará de la siguiente manera.

$$-\Delta z > J$$

Si se cumple lo anterior, puede realizarse la distribución por bombeo, y la carga hidráulica disponible por la diferencia de cota es suficiente para asegurar la presión en el sistema.

- Si se planifica una distribución por bombeo, se debe hacer los cálculos pertinentes para seleccionar la bomba adecuada. Lo cual se hará de la siguiente manera.

$$h_b = h_f + Fs \quad (11), \text{ siendo:}$$

Fs un factor de seguridad que se colocara según el criterio del proyectista.

$$Pb = \frac{\gamma_{H_2O} \cdot h_b \cdot Q_b}{76 \cdot n} \quad (12), \text{ donde:}$$

Pb : Potencia requerida de la bomba

γ_{H_2O} : Peso específico del agua en Kg/m^3

$n = 0,85$ (representa 85%, que es la eficiencia estimada de una bomba)

$$Pm = 1,15 * Pb \quad (13), \text{ donde:}$$

Pm : Potencia requerida del motor de la bomba

Además de lo anterior, se deberá chequear el N.P.S.H, si fuera requerido según el caso de succión.

2.2.7.4 Cálculo de redes cerradas en sistemas de distribución de aguas blancas

El caso del cálculo de las redes cerradas resulta un poco más tedioso si se compara con las redes abiertas, esto debido a que se deben balancear los caudales de tránsito en las tuberías, para lo cual se emplean métodos iterativos, como es el método de Hardy – Cross. A continuación, se detallará los pasos a seguir para realizar el cálculo de una red cerrada de distribución de aguas.

Paso 1: Una vez se tenga la planimetría de la red, el primer paso será ubicar en ella los caudales de consumo, los cuales van a depender de la dotación de todas las tomas que se sirvan de cada tramo. Es decir, va a depender del proyecto urbanístico.

Paso 2: Lo siguiente será suponer una dirección de flujo, para cada tramo y también para cada malla que forme parte de la red.

Paso 3: Mayorar los caudales de la dotación, para lo cual habrá dos casos.

- Caso máximo horario:

$$Q_{maxH} = 2,5 * Q_m \quad (14)$$

- Caso demanda coincidente:

$$Q_{demC} = 1,8 * Q_m + I \quad (15), \text{ donde:}$$

I: Gasto de incendio, va a depender de la zona en la cuál se realice el proyecto (ver Tabla 3).

Tabla 3. Consideración gastos contra incendio

CONSIDERACION GASTO CONTRA INCENDIO	
Las normas INOS, «Normas de proyecto y especificaciones de materiales para los sistemas de abastecimiento de agua de urbanizaciones» contemplan: «Consumo contra incendio. Para el cálculo de las dotaciones contra incendio se supone una duración de los mismos de 4 horas. Los gastos a usar son los siguientes:	
GASTO DE INCENDIO	CONDICIONES
10 litros/segundo	Zona Residencial unifamiliar de Viviendas Aisladas.
16 litros/segundo	Zona Residencial, comercial o mixta con 120 por 100 de área de construcción aislada o construcciones unifamiliares continuas
32 litros/segundo	Zona industrial, de comercio, vivienda con áreas de construcción mayores de 120 por 100 y áreas de reunión pública como iglesias, cines, teatros, graderíos para espectadores, etc.
No se exigirá dotación de incendio en parcelamiento con un promedio igual a 4 lotes por Ha, o menor, destinados a viviendas unifamiliares	
Por su parte, las Normas del Ministerio de Sanidad para el Diseño de Acueductos Rurales, contemplan: El volumen adicional para combatir incendios será el que resulte de considerar un incendio de 2 horas de duración para gastos en los hidrantes entre 5 y 10 litros/segundo, dependiendo de las características de las edificaciones.	

Fuente: Medina, Ángel (2019)

Paso 4: Cálculo de los gastos de nodo, se hará sencillamente con la siguiente ecuación:

$$Q_{nodo} = \frac{\sum \text{caudales mayorados de los tramos conectados}}{2} \quad (16)$$

Paso 6: Luego se obtendrán los gastos de tránsito para cada tramo, mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{tránsito} = \frac{Q_{tramo anterior} - Q_{nodo anterior}}{\# \text{ de tramos conectados al nodo anterior}} \quad (17)$$

Paso 7: Ya con los caudales de tránsito se podrá armar una tabla para realizar el cálculo iterativo y mediante el mismo hacer el balance requerido. La tabla será la siguiente: (Ver Tabla 4).

Tabla 4. Tabla para cálculo iterativo de redes cerradas mediante el método de Hardy – Cross

VUELTA #											
Malla	Tramo	L [m]	Ø [mm]	Q [L/s]	Qsent	V [m/s]	J [m]	Jsent	J/Q	qc	Qcorr [L/s]

Fuente: Medina, Ángel (2019)

A continuación, se va a detallar los procedimientos a realizar en dicha tabla.

Paso 7.1 – Malla: Depende de la configuración real de la red y simplemente será un nombre o numeración que se le coloque a la malla, usualmente se usan números romanos para identificar las mallas.

Paso 7.2 – Tramo: Depende de la configuración real del sistema y será el nombre que se le coloque a cada tramo.

Paso 7.3 – L (m): Depende de la topografía, es la longitud real de cada tramo. Se colocará en metros.

Paso 7.4 – D (mm): Dependerá del caudal de tránsito, se seleccionará de la Tabla 1 del presente trabajo de grado, y se colocará en milímetros.

Paso 7.5 – Q (l/s): Es el caudal de tránsito para cada tramo, serán los caudales obtenidos para cada tramo en el paso 6, se deben introducir en unidades m^3/s , es decir, metros cúbicos por segundo.

Paso 7.6 – Qsent: Se refiere al sentido asumido del caudal del tramo y si va a favor o en contra del sentido asumido para la malla. Si va a favor del sentido asumido de la malla se colocará “1” y si va en contra, se colocará “-1”.

Paso 7.7 – V (m/s): Es la velocidad con la cual transita el agua por la tubería. Se calculará de manera sencilla mediante la ecuación de continuidad.

$$V = \frac{Q}{A} \quad (18)$$

Un aclaración importante es que la velocidad se desea obtener en metros por segundo "m/s" (Metros por segundo), por lo tanto el caudal se deberá introducir en m^3/s (Metros cúbicos por segundo), mientras que el área se deberá introducir en m^2 (Metros cuadrados). Como no se tiene un valor de área, sino de diámetro, se sustituirá directamente el área en función del diámetro y se debe colocar en la tabla el valor del diámetro en metros. La ecuación de continuidad modificada queda de la siguiente manera:

$$V = \frac{Q}{\frac{\pi * D^2}{4}} \quad (19)$$

Paso 7.8 – J (m): Se refiere a las pérdidas en el tramo, para realizar éste cálculo se utilizará la ecuación (8). De igual manera, las unidades en las que se deberán introducir los valores son las expresadas en la ecuación (7) expuesta en el presente trabajo de grado.

Paso 7.9 – Jsent: Será el resultado de multiplicar el valor obtenido en el paso anterior (7.8) por el valor obtenido en el paso 7.6. Lo que se hace en este paso es darle un sentido al valor de la pérdida de presión de carga.

Paso 7.10 – J/Q: En este paso sólo se deberá dividir los resultados del paso 7.8 entre los resultados del paso 7.5 para cada tramo.

Es importante recalcar que estos primeros 10 pasos se deben hacer para cada tramo que forme parte de la malla. Luego se hará:

Paso 7.11 - $\sum J_{sent}$: Se trata simplemente de realizar una sumatoria algebraica de los resultados obtenidos para cada tramo perteneciente a la malla en el paso 7.9.

Paso 7.12 - $\sum J/Q$: Se trata simplemente de realizar una sumatoria algebraica de los resultados obtenidos para cada tramo perteneciente a la malla en el paso 7.10.

Paso 7.13 – q_c : Se calculará una vez para toda la malla y se hace mediante la siguiente formula:

$$q_c = - \frac{\sum J_{sent}}{1,85 * \sum J/Q} \quad (20)$$

Paso 7.14 – Q_{corr} : Se trata de calcular el caudal corregido para cada tramo, es importante aclarar que este paso dependerá de si ya se ha balanceado la red o no.

En este apartado es importante mencionar que la malla estará balanceada cuando $\sum J_{sent} = 0$ o, en su defecto, cuando $\sum J_{sent} < 0,05$

Finalmente, la red estará balanceada si todas las mallas que la conforman están balanceadas.

Si la red está balanceada:

$$Q_{corr} = Q \quad (21)$$

Si la red no está balanceada:

$$Q_{corr} = Q + q_c * Q_{sent} \quad (22)$$

Es importante considerar en éste paso que, para aquellos tramos que sean pertenecientes a dos mallas el caudal corregido será:

$$Q_{corr} = Q + (q_{c1} * Q_{sent1}) + (q_{c2} * Q_{sent2}) \quad (23) \text{ donde:}$$

q_{c1} : q_c de la malla 1 a la que pertenezca el tramo.

q_{c2} : q_c de la malla 2 a la que pertenezca el tramo.

Q_{sent1} : Q_{sent} de la malla 1 a la que pertenezca el tramo.

Q_{sent2} : Q_{sent} de la malla 2 a la que pertenezca el tramo.

Además, se deberá seguir iterando y volver a realizar los pasos del 7.1 al 7.14. Cabe aclarar que los resultados que se vayan obteniendo se colocarán directamente en una tabla, la cuál será similar a la Tabla 4. Para la nueva iteración se utilizará una nueva tabla y se tomará en cuenta la siguiente consideración: En cualquier vuelta de iteración que no sea la primera, el caudal “Q” a colocar en el paso 7.5, será el resultado del caudal corregido “Qcorr” obtenido en el paso 7.14 de la vuelta anterior. Se deberá iterar hasta que la red esté balanceada.

Paso 8: Una vez que se tiene la red balanceada, sólo restaría chequear las presiones residuales en los distintos puntos de la red. Éste cálculo se hará fácilmente mediante una tabla de presiones que reflejará las cotas terreno y piezométricas para cada nodo y, además, la presión residual (ver Cuadro 1).

Cuadro 1. Cuadro de presiones

CUADRO DE PRESIONES			
NODO	COTA PIEZOM.	COTA TERRENO	PRES. RES.
A			
B			
C			
D			
E			
F			

Fuente: Medina, Ángel (2019)

Con respecto a los cálculos a realizar en el cuadro de presiones. Es importante aclarar lo siguiente:

COTA PIEZOM.: Cota piezométrica en el punto.

COTA TERRENO: Es la cota que corresponde topográficamente a dicho punto.

PRES. RES.: Se refiere a la presión residual en dicho punto

Una vez aclarado lo anterior, se mencionarán las fórmulas a utilizar para llenar el cuadro de presiones.

Las cotas terreno deben ser conocidas y vaciadas en la tabla, además, se colocará en algún punto un valor de presión residual mínima, el cual dependerá del caso que se haya seleccionado en el paso 3.

- Caso máximo horario:

$$\text{PRES. RES.} = 20 \text{ m (mínimo)}$$

- Caso demanda coincidente:

$$\text{PRES. RES.} = 14 \text{ m (mínimo)}$$

Con dicho valor conocido. Se puede utilizar la siguiente fórmula para comenzar con los cálculos:

$$\text{PRES. RES.} = \text{COTA PIEZOM.} - \text{COTA TERRENO} \quad (23)$$

De donde se puede despejar para utilizar, según la necesidad que se tenga:

$$\text{COTA PIEZOM.} = \text{PRES. RES.} + \text{COTA TERRENO} \quad (24)$$

Otra ecuación importante para llenar el cuadro de presiones será:

$$\text{COTA PIEZOM.} = \text{COTA PIEZOM. ANTERIOR} - J_{\text{tramo anterior}} \quad (25)$$

De donde se puede despejar, según la necesidad que se tenga:

$$\text{COTA PIEZOM. ANTERIOR} = \text{COTA PIEZOM.} + J_{\text{tramo anterior}} \quad (26)$$

Sobre las ecuaciones (25) y (26), es importante explicar que COTA PIEZOM. ANTERIOR, se refiere a la cota piezométrica anterior al punto que se esté estudiando y $J_{\text{tramo anterior}}$ se refiere a la pérdida de carga (obtenida en el paso 7) en un determinado tramo que está comprendido entre dos puntos. Si se conoce la cota piezométrica del punto en estudio, mediante la ecuación (26) se puede calcular la cota piezométrica en los puntos anteriores. Una forma más básica y entendible de ver la ecuación 26, sería:

$$\text{COTA PIEZOM. a} = \text{COTA PIEZOM b} + J_{\text{tramo ab}} \quad (27), \text{ donde:}$$

COTA PIEZOM. a: Cota piezométrica en el punto a

COTA PIEZOM b: Cota piezométrica en el punto b

$J_{\text{tramo ab}}$: Pérdida de carga en el tramo ab

El punto b, es un punto más avanzado en la red que el punto a, es decir, el punto a es más cercano al punto de abastecimiento.

Paso 9: Una vez que se ha llenado el cuadro de presiones, se debe verificar que las presiones residuales en todos los puntos cumplan con las normativas, según sea el caso, es decir que, en ningún punto del sistema, la presión residual sea menor a la mínima. Una vez verificado lo anterior, terminaron los cálculos y verificaciones necesarios para el cálculo de una red cerrada de distribución de agua blanca.

2.2.7.5 Disposición de válvulas y otros accesorios en sistemas de distribución de aguas blancas

Según las normas del Instituto Nacional de Obras Sanitarias (INOS), en las tuberías de distribución deben proveerse suficientes llaves de manera de que se aisle no más de 350 metros cerrando un máximo de 4 llaves, o de que sólo dos cuadras queden sin servicio.

Medina (2019), indica que las normas orientan en relación al diámetro de las llaves con respecto al diámetro de las tuberías (ver Tabla 5), también orientan claramente sobre la ubicación de las válvulas de paso, y con respecto a esto, establecen que:

En tuberías matrices (Diámetro 400 mm o mayor):

- En la intersección con otras tuberías matrices
- A distancias no mayores de 400 m entre sí.
- Donde sea necesario para no aislar simultáneamente más de dos salidas cuyo diámetro sea de 250 mm o mayor.

En tuberías de distribución (Diámetro 300 mm o menor):

- No aislar más de 350 m de tubería a la vez
- No aislar más de dos cuadras al mismo tiempo
- Se debe procurar que no sea necesario cerrar más de cuatro llaves para aislar el sector deseado

Tabla 5. Diámetro de la llave según el diámetro de la tubería

∅ Tubería (mm)	∅ Llave (" mm)
4 (100)	4 (100)
6 (150)	6 (150)
8 (200)	8 (200)
10 (250)	10 (250)
12 (300)	12 (300)
14 (350)	12 (300)
16 (400)	12 (300)
18 (450)	16 (400)
20 (500)	16 (400)
24 (600)	20 (500)
30 (750)	24 (600)

Fuente: Medina, Ángel (2019)

Además de lo anterior, según las configuraciones finales que se tengan en el diseño del sistema de distribución de aguas blancas, el mismo pudiera requerir algún accesorio especial en determinados puntos, será función del proyectista identificar el punto y el accesorio requerido e incluirlo en el proyecto, con la finalidad de subsanar la situación. Entre estos accesorios pudieran estar otro tipo de válvulas, como válvulas de purga, de alivio, de compuerta, entre otras.

2.2.8 Importancia del agua potable para las comunidades

La Resolución 64/292 de la Asamblea General de las Naciones Unidas. En dictamen del 28 de julio de 2010 reconoce y expone que todo ser humano tiene derecho al agua potable limpia y al saneamiento.

El abastecimiento de agua potable está estrechamente ligado a la salud, y con respecto a esto, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha expuesto lo siguiente:

En 2017, más de 220 millones de personas necesitaron tratamiento preventivo para la esquistosomiasis, una enfermedad grave y crónica provocada por lombrices parasitarias contraídas por exposición a agua infestada.

El agua contaminada y el saneamiento deficiente están relacionados con la transmisión de enfermedades como el cólera, otras diarreas, la disentería, la hepatitis A, la fiebre tifoidea y la poliomielitis. Los servicios de agua y saneamiento inexistentes, insuficientes o gestionados de forma inapropiada exponen la población a riesgos prevenibles para su salud. Esto es especialmente cierto en el caso de los centros sanitarios en los que tanto los pacientes como los profesionales quedan expuestos a mayores riesgos de infección y enfermedad cuando

no existen servicios de suministro de agua, saneamiento e higiene. A nivel mundial, el 15% de los pacientes contraen infecciones durante la hospitalización, proporción que es mucho mayor en los países de ingresos bajos.

La gestión inadecuada de las aguas residuales urbanas, industriales y agrícolas conlleva que el agua que beben cientos de millones de personas se vea peligrosamente contaminada o polucionada químicamente.

Se calcula que unas 842 000 personas mueren cada año de diarrea como consecuencia de la insalubridad del agua, de un saneamiento insuficiente o de una mala higiene de las manos. Sin embargo, la diarrea es ampliamente prevenible y la muerte de unos 361 000 niños menores de cinco años se podría prevenir cada año si se abordaran estos factores de riesgo. En los lugares donde el agua no es fácilmente accesible, las personas pueden considerar que lavarse las manos no es una prioridad, lo que aumenta la probabilidad de propagación de la diarrea y otras enfermedades.

La diarrea es la enfermedad más conocida que guarda relación con el consumo de alimentos o agua contaminados. Sin embargo, hay también otros peligros. Casi 240 millones de personas se ven afectadas por esquistosomiasis, una enfermedad grave y crónica provocada por lombrices parasitarias contraídas por exposición a agua infestada.

En muchas partes del mundo, los insectos que viven o se crían en el agua son portadores y transmisores de enfermedades como el dengue. Algunos de estos insectos, denominados vectores, crecen en el agua limpia, y los contenedores domésticos de agua de bebida pueden servir como lugares de cría. Tan solo con cubrir los contenedores de agua es posible reducir la cría de vectores y reducir también la contaminación fecal del agua en el ámbito doméstico.

Consecuencias económicas y sociales

Cuando el agua procede de fuentes de abastecimiento mejoradas y más accesibles, las personas gastan menos tiempo y esfuerzos en recogerla físicamente, lo que significa que pueden ser productivos en otras esferas. Esto también puede redundar en una mayor seguridad personal, ya que reduce la necesidad de hacer viajes largos o peligrosos para recoger agua. La mejora de las fuentes de abastecimiento de agua también conlleva la reducción del gasto sanitario, ya que las personas tienen menos probabilidades de enfermar y de incurrir en gastos médicos, y están en mejores condiciones de permanecer económicamente productivas.

Dado que los niños corren especial riesgo de contraer enfermedades relacionadas con el agua, el acceso a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua puede tener como resultado un ahorro del

tiempo que pasan recogiendo agua y una mejora de su salud y, por tanto, un mayor índice de asistencia a la escuela, con las consecuencias positivas a largo plazo para sus vidas que ello conlleva.

2.3 Bases Legales

Según Palella y Martins (2006), los fundamentos legales o bases legales hacen referencia a la normativa jurídica sobre la que está sustentado el estudio. Desde la carta magna hasta las Leyes Orgánicas, Las Resoluciones, Decretos, entre otros. En la sección que se presenta a continuación, se mencionan distintas normativas, bien sea jurídicas o técnicas, por las cuales estará regido el presente trabajo de grado.

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999).

Ante todo, es necesario hacer mención a la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, que es la base fundamental para todas las leyes del país en el cual se desarrolla el presente trabajo de grado. En la carta magna, con relación al tema de interés, se puede ubicar lo siguiente:

Artículo 127:

Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro. Toda persona tiene derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. El Estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, los recursos genéticos, los procesos ecológicos, los parques nacionales y monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica. El genoma de los seres vivos no podrá ser patentado, y la ley que se refiera a los principios bioéticos regulará la materia.

Es una obligación fundamental del Estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono, las especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley.

Artículo 128.

El Estado desarrollará una política de ordenación del territorio atendiendo a las realidades ecológicas, geográficas, poblacionales, sociales, culturales, económicas, políticas, de acuerdo con las premisas del desarrollo sustentable, que incluya la información, consulta y

participación ciudadana. Una ley orgánica desarrollará los principios y criterios para este ordenamiento.

Artículo 156:

Es de la competencia del Poder Público Nacional:

16. El régimen y administración de las minas e hidrocarburos; el régimen de las tierras baldías; y la conservación, fomento y aprovechamiento de los bosques, suelos, aguas y otras riquezas naturales del país.

29. El régimen general de los servicios públicos domiciliarios y, en especial, electricidad, agua potable y gas.

Artículo 178.

Son de la competencia del Municipio el gobierno y administración de sus intereses y la gestión de las materias que le asignen esta Constitución y las leyes nacionales, en cuanto concierne a la vida local, en especial la ordenación y promoción del desarrollo económico y social, la dotación y prestación de los servicios públicos domiciliarios, la aplicación de la política referente a la materia inquilinaria con criterios de equidad, justicia y contenido de interés social, de conformidad con la delegación prevista en la ley que rige la materia, la promoción de la participación, y el mejoramiento, en general, de las condiciones de vida de la comunidad, en las siguientes áreas:

6. Servicio de agua potable, electricidad y gas doméstico; alcantarillado, canalización y disposición de aguas servidas; cementerios y servicios funerarios.

Artículo 304.

Todas las aguas son bienes de dominio público de la Nación, insustituibles para la vida y el desarrollo. La ley establecerá las disposiciones necesarias a fin de garantizar su protección, aprovechamiento y recuperación, respetando las fases del ciclo hidrológico y los criterios de ordenación del territorio.

Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N°38.595 – Ley de Aguas (2007)

Artículo 3. Gestión integral de las aguas.

La gestión integral de las aguas comprende, entre otras, el conjunto de actividades de índole técnica, científica, económica, financiera, institucional, gerencial, jurídica y operativa, dirigidas a la conservación

y aprovechamiento del agua en beneficio colectivo, considerando las aguas en todas sus formas y los ecosistemas naturales asociados, las cuencas hidrográficas que las contienen, los actores e intereses de los usuarios o usuarias, los diferentes niveles territoriales de gobierno y la política ambiental, de ordenación del territorio y de desarrollo socioeconómico del país.

Artículo 9. Difusión de información y participación. “El Estado promoverá la participación de las organizaciones sociales en la gestión integral de las aguas, mediante la difusión de información que involucre al ciudadano y a la ciudadana en los problemas del agua y sus soluciones.”

Artículo 10. Conservación y aprovechamiento sustentable.

La conservación y aprovechamiento sustentable de las aguas tiene por objeto garantizar su protección, uso y recuperación, respetando el ciclo hidrológico, de conformidad con lo establecido en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, en esta Ley y en las demás normas que las desarrollen.

Artículo 11. Criterios para garantizar disponibilidad en cantidad.

- La realización de extracciones ajustadas al balance de disponibilidades y demandas de la fuente correspondiente.
- El uso eficiente del recurso.
- La reutilización de aguas residuales.
- La conservación de las cuencas hidrográficas.
- El manejo integral de las fuentes de aguas superficiales y subterráneas.
- Cualesquiera otras que los organismos competentes determinen en la normativa aplicable.

Artículo 18. Manejo de aguas y conservación de cuencas.

El manejo de las aguas comprenderá la conservación de las cuencas hidrográficas, mediante la implementación de programas, proyectos y acciones dirigidas al aprovechamiento armónico y sustentable de los recursos naturales. La conservación de las cuencas hidrográficas considerará las interacciones e interdependencias entre los componentes

bióticos, abióticos, metales, económicos y culturales que en las mismas se desarrollan.

Artículo 32. “El Superintendente Nacional o sus representantes regionales deberán convocar públicamente a la comunidad organizada para:”

- Conocer y tratar sobre cuestiones relacionadas con el estado, mejoramiento y expansión de los servicios;
- Conocer y tratar sobre aspectos relativos al sistema tarifario y modificaciones o ajustes de las tarifas de los servicios;
- Conocer y tratar, a petición de cualquiera de las partes, los conflictos entre prestadores de los servicios, municipios, distritos metropolitanos, mancomunidades de municipios y suscriptores;
- Conocer y tratar requerimientos de la comunidad organizada;
- Cualquiera otra que determine el Superintendente Nacional o los representantes regionales

Artículo 39. Promoción de la participación ciudadana. “La participación protagónica de la sociedad en la gestión integral de las aguas, se efectuará a través de los mecanismos de participación establecidos en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela y las leyes de la República.”

Artículo 60. Adecuación de todo uso.

El uso de las aguas debe adecuarse a la disponibilidad del recurso, a las necesidades reales de la actividad a la que se pretende destinar, al interés público y a las previsiones de los planes de gestión integral de las aguas.

Artículo 88. Objetivos. “El Sistema Económico Financiero para lo gestión integral de las aguas tiene como principales objetivos:”

1. Asegurar el adecuado financiamiento de los instrumentos de gestión previstos en esta Ley.

2. Estimular el uso eficiente de las fuentes de agua para contribuir con la sustentabilidad del recurso.

Artículo 91. “Las fuentes de financiamiento del Sistema Económico Financiero para la gestión integral de las aguas estarán conformadas por los recursos provenientes de:”

1. Los aportes presupuestarios del Gobierno Nacional, Estatal y Municipal.
2. Los aportes de los usuarios o las usuarias de las aguas, provenientes de la contraprestación por el aprovechamiento previsto en esta Ley.
3. Las donaciones

Artículo 93.

Los usuarios o las usuarias de las aguas, en sus fuentes superficiales y subterráneas participarán en el financiamiento, conservación y uso sustentable del recurso y de sus cuencas de captación, de conformidad con las previsiones establecidas en esta Ley y en las normas que la desarrollen.

Gaceta Oficial de la República de Venezuela N°4044. Extraordinario (1988) – Normas sanitarias para proyecto, construcción, reparación, reforma y mantenimiento de edificaciones.

Artículo 108.

Las dotaciones de agua para las edificaciones destinadas a: vivienda, instituciones, comercios, industriales, uso recreacional y deportivo, para riego de jardines y áreas verdes y para otros usos, se calcularán de acuerdo con lo establecido en el presente capítulo. Cualquier valor diferente de las aquí señaladas deberá ser debidamente justificado mediante un análisis de consumos reales.

Artículo 109. “Las dotaciones de agua para edificaciones destinadas a viviendas, se determinarán de acuerdo con lo que se establece a continuación:”

- A. Las dotaciones de agua para edificaciones destinadas a viviendas unifamiliares, se determinarán en función del área total de la parcela o del lote donde la edificación va a ser construida o exista, de acuerdo con la Tabla 7 (ver Figura 20).

**TABLA N° 7
DOTACIONES DE AGUA PARA EDIFICACIONES DESTINADAS A
VIVIENDAS UNIFAMILIARES**

Area Total de la parcela o del lote en metros cuadrados		Dotación de agua correspondiente en litros por día
Hasta	200	1.500
201	300	1.700
301	400	1.900
401	500	2.100
501	600	2.200
601	700	2.300
701	800	2.400
801	900	2.500
901	1000	2.600
1001	1200	2.800
1201	1400	3.000
1401	1700	3.400
1701	2000	3.800
2001	2500	4.500
2501	3000	5.000
Mayores de	3000	5.000 más 100/día por cada 100 m ² de superficie adicional

NOTA: Las dotaciones antes señaladas incluye el consumo de agua para usos domésticos y el correspondiente al riego de jardines y áreas verdes de la parcela o lote.

Figura 20. Tabla #7 de la Gaceta Oficial #4044 de la República de Venezuela

Fuente: Gaceta Oficial #4044 de la República de Venezuela

B. Las dotaciones de agua para edificaciones destinadas a viviendas multifamiliares se determinarán en función del número de dormitorios de que consta cada unidad de vivienda, de acuerdo con la Tabla N° 8 (ver Figura 21).

**TABLA N° 8
DOTACIONES DE AGUA PARA EDIFICACIONES DESTINADAS A
VIVIENDAS MULTIFAMILIARES**

Número de dormitorios de cada unidad de vivienda	Dotación de agua correspondiente por unidad de vivienda, en litros por día
1	500
2	850
3	1200
4	1350
5	1500
más de 5	1500 l/día más 150 l/día por cada dormitorio en exceso de cinco

Figura 21. Tabla #8 de la Gaceta Oficial #4044 de la República de Venezuela

Fuente: Gaceta Oficial #4044 de la República de Venezuela

Cuando en un proyecto de desarrollo urbanístico no se tengan definidas las características de las edificaciones, las dotaciones podrán calcularse

multiplicando el área total de la parcela por un factor K (1/día/m²), equivalente al porcentaje del área bruta de construcción expresado en porcentaje, dividido por 10.

NOTA: Las dotaciones de agua antes señaladas corresponden a consumo para usos domésticos exclusivamente. Las dotaciones de aguas necesarias para satisfacer los consumos correspondientes a: riego de jardines y áreas verdes, para instalaciones y servicios anexos a la edificación, restaurantes, bares, lavanderías estacionamientos cubiertos, piscinas, comercios, lavado de carros y otros, se calculará adicionalmente de acuerdo con lo estipulado para cada caso en el presente capítulo de estas normas.

C. Las dotaciones de agua para edificaciones destinadas a viviendas bifamiliares se determinarán de la siguiente manera:

1. Para la unidad de vivienda ubicada en planta baja a nivel del lote o de la parcela, se determinará en función del área total de la parcela, se determinará en función del área total de la parcela o del lote donde la edificación vaya a ser construida o exista, de acuerdo con las dotaciones correspondientes a las edificaciones destinadas a viviendas unifamiliares, según el aparte A de este artículo.
2. Para la unidad de vivienda ubicada sobre la anterior, se aplicará la tabla correspondiente a la dotación de agua para edificaciones destinadas a viviendas multifamiliares, según el aparte B de este artículo.

NOTA: Las edificaciones destinadas a viviendas pareadas o a viviendas contiguas serán consideradas como viviendas aisladas a los fines de la determinación de acuerdo a lo establecido en los apartes A y C de este artículo.

Artículo 110: “Las dotaciones de agua para edificaciones destinadas a instituciones de uso público o particular, se determinarán de acuerdo con lo que se indica a continuación:”

A. Centros Asistenciales:

1. Con hospitalización: 800 litros/día/cama
2. Con consulta externa: 500 litros/día/consultorio
3. Con clínicas dentales: 1000 litros/día/unidad dental

B. Planteles educacionales:

1. Con alumnado externo: 40 litros/alumno/día
2. Con alumnado semi-interno: 70 litros/alumno/día
3. Con alumnado interno o residente: 200 litros/alumno/día
4. Por personal residente del plantel: 200 litros/persona/día
5. Por personal no residente: 50 litros/persona/día

NOTA: La dotación de agua para Planteles Educacionales que funcionen con dos o más turnos, se determinará multiplicando la dotación calculada de acuerdo con las cifras anotadas anteriormente, por el número de turnos que corresponda.

- C. Cuarteles: 300 litros/persona/día
- D. Cárceles: 200 litros/persona/día
- E. Iglesias: 0.5 litros/día/m² área publica neta
- F. Oficinas públicas: 6 litros/día/m² área de local
- G. Otras instituciones de uso público o particular: A juicio de la Autoridad Sanitaria Competente.

Nota: Las dotaciones de agua señaladas no incluyen consumos de agua para riego de jardines y de áreas verdes de la parcela o lote correspondiente a la edificación, ni los requeridos por servicios anexos o complementarios tales como: restaurantes, cafetines, comedores, bares, cafeterías, lavanderías, comercios, oficinas y otros. Estos consumos de agua se calcularán adicionalmente de acuerdo con lo estipulado para cada caso en estas normas.

Artículo 111. “Las dotaciones de agua para edificaciones destinadas a comercio, se determinarán de acuerdo con lo que se indica a continuación:”

- A. Oficinas en general: 6 litros/día/m² de local destinado a oficina

- B. Depósitos de materiales, equipos y artículos manufacturados: 0.5 litros/día/m² de área útil de local y por turno de 8 horas de trabajo.
- C. Mercados: 15 litros/día/m² de área de ventas
- D. Carnicerías, pescaderías y similares: 25 litros/día/m² de área de ventas
- E. Supermercados, casas de abasto, locales comerciales de mercancías secas: 20 litros/día/m² de área de ventas
- F. Restaurantes: 50 litros/día/m² de área útil de locales
- G. Bares, cervecería, fuentes de soda y similares: 60 litros/día/m² de área útil de local
- H. Centros comerciales: 10 litros/día/m² de área bruta de construcción
- I. Hoteles, Moteles y similares: 500 litros/día/dormitorio
- J. Pensiones: 350 litros/día/dormitorio
- K. Hospedajes: 25 litros/día/m² de área destinada a dormitorio
- L. Lavanderías al seco, tintorerías y similares: 30 litros/kilo de ropa a lavar
- M. Lavanderías (ropas en general): 40 litros/kilo de ropa a lavar
- N. Estacionamientos cubiertos para vehículos de motor: 2 litros/día/m² de estacionamiento cubierto
- O. Estaciones para lavado de vehículos:
 - 1. Con equipos de lavado automáticos: 12.800 litros/día/equipo automático de lavado
 - 2. Con equipos de lavado no automáticos: 8.000 litros/día/equipo no automático de lavado
- P. Bombas de Gasolina: 300 litros/día/equipo bomba instalada
- Q. Para otras edificaciones no especificadas: A juicio de la Autoridad Sanitaria competente.

NOTA: Las dotaciones de agua señaladas no incluyen consumo de agua para riego de áreas verdes ni de jardines, así como tampoco consumos de agua de servicios, instalaciones o construcciones anexas, o complementarias, instalaciones o

construcciones anexas, a complementarias de las edificaciones destinadas a comercios. De existir estas, las dotaciones deberán calcularse adicionalmente en un todo de acuerdo con lo establecido en el presente capítulo de estas normas.

Artículo 112: “Las dotaciones de agua para edificaciones destinadas a industrias se calcularán añadiendo al consumo de agua requerido para fines sanitarios del personal de trabajadores y de empleados de la industria, el correspondiente a las operaciones industriales propiamente dichas, de acuerdo con lo que se especifica a continuación:”

- A. La dotación de agua requerida par afines sanitarios por los trabajadores y empleados de la industria, será de 80 litros por cada trabajador y por cada empleado, por turno de trabajo de ocho (8) horas. En el caso de que la industria funcione durante dos o más turnos por día, la dotación de agua se calculará multiplicando la dotación calculada según se indicó, por el número de turnos que corresponde.

NOTA:

- A. La dotación de agua señalada no incluye dotación para otros usos tales como riego de jardines y áreas verdes, instalaciones y servicios anexos o complementarios tales como áreas de recreación, restaurantes, comedores, cafeterías, oficinas, comercios, estacionamientos cubiertos, lavado de carros y otros. Tales dotaciones se calcularán adicionalmente de acuerdo con lo estipulado para cada caso en el presente capítulo de estas normas.
- B. El consumo de agua para fines industriales se calculará de acuerdo con el tipo de industria, sus procesos específicos de, manufactura, las unidades diarias de producción y el número de turnos de funcionamiento.

Artículo 113. “Las dotaciones de agua para edificaciones e instalaciones destinadas a fines recreacionales, deportivos, diversión y esparcimiento se determinará de acuerdo con lo indicado en la Tabla 9” (ver Figura 22)

TABLA N° 9
DOTACIONES DE AGUA PARA EDIFICACIONES E INSTALACIONES
DESTINADAS A FINES
RECREACIONALES, DEPORTIVOS, DIVERSION Y ESPARCIMIENTO

Tipo de edificaciones e instalaciones	Dotaciones de agua
Cines, teatros, auditorios y similares	3 litros/día/asiento
Estadios, velódromos, plazas de toro, hipódromos, circos parques de atracciones y similares	3 litros/día/espectador
Cabarets, casinos, salas de baile, discotecas	30 litros/día/m2 de área neta del local 0,25 litros/día/m2
Parques	
Piscinas:	
a. Con recirculación	10 litros/día/m2 de área de proyección horizontal de la piscina
b. sin recirculación	25 litros/día/m2 de área de proyección horizontal de la piscina
c. con flujo continuo	125 litros/día/m2 de área de proyección horizontal de la piscina
Balnearios	50 litros/día/usuario
Gimnasio	10 litros/día/m2 de área neta del local
Vestuario y salas sanitarias en piscinas	30 litros/día/m2 de área de proyección horizontal de la piscina

NOTA: Las dotaciones de agua antes señaladas son para fines sanitarios exclusivamente y no incluyen consumos de agua para riego de jardines y áreas verdes ni para las instalaciones y servicios anexos o complementarios tales como restaurantes, bares, cafeterías, lavanderías, oficinas, comercios, estacionamientos, lavado de carros, etc. Las dotaciones de agua para estas instalaciones y servicios se calcularán adicionalmente de acuerdo a lo estipulado para cada caso en el presente capítulo de estas normas.

Figura 22. Tabla #9 de la Gaceta Oficial #4044 de la República de Venezuela

Fuente: Gaceta Oficial #4044 de la República de Venezuela

Artículo 114. “La dotación de agua para edificaciones destinadas a alojamiento, cuidado y cría de animales, tales como: caballerizas, establos, granjas porcinas, polleras y similares se determinarán de acuerdo a la Tabla 10.” (ver figura 23)

Artículo 115.

La dotación de agua para riego de jardines y áreas verdes se calculará a razón de dos (2) litros por día y por metro cuadrado de área verde o de jardín a regar. No se requerirá incluir en el cálculo de esta dotación, las áreas pavimentadas, engrazonadas u otras áreas no sembradas.

Artículo 116. “Las dotaciones de agua para edificaciones destinadas a usos no específicos contemplados en el presente capítulo de estas normas, serán establecidas a juicio de la Autoridad Sanitaria Competente.”

TABLA N° 10
DOTACIONES DE AGUA PARA EDIFICACIONES DESTINADAS AL
ALOJAMIENTO, CUIDADO Y CRIA DE ANIMALES

Edificaciones para:	Dotación en litros/día/animal
Ganado lechero	120
Bovinos	40
Ovinos	10
Equinos	40
Porcinos	10 – 30*
Pollos, gallinas, pavos, Patos y gansos	20 litros/día/cada 100 aves

NOTA: Las dotaciones anteriores no incluyen consumo de agua para riego de jardines y áreas verdes, ni para viviendas, oficinas, comercios y otras instalaciones y servicios anexos o complementarios. Tales dotaciones deberán calcularse para cada caso en el presente capítulo de estas normas.

Figura 23. Tabla #10 de la Gaceta Oficial #4044 de la República de Venezuela

Fuente: Gaceta Oficial #4044 de la República de Venezuela

2.4 Definición de términos básicos

A continuación, se definen distintos términos relevantes con el propósito de dar fundamentación teórica al presente trabajo de grado para lograr así, una mejor comprensión del mismo. De la misma manera, se expondrán como son comprendidos los distintos términos dentro del presente trabajo de grado.

Acuíferos subsuperficiales: Al hablar de acuíferos subsuperficiales, se hace referencia a reservorios de agua que, como su nombre lo indica, se encuentran ubicados bajo la superficie terrestre. Sobre los mismos, cabe aclarar que pudieran estar confinados o no, también es un aspecto interesante al respecto de estos, el hecho de que generalmente el agua que contienen suele ser apta para el consumo humano sin riesgos para la salud.

Atmósfera: Es la capa de gas que envuelve al planeta Tierra y que se mantiene unida a éste debido a la fuerza de gravedad. Se considera que la atmósfera terrestre tiene una altura aproximada de 1.000 Km (Kilómetros) y se divide en distintas capas.

Calidad de un cuerpo de aguas: Se refiere a las características físicas, químicas y biológicas de aguas naturales, que determinan su composición y utilidad para los seres vivos.

Calor latente de vaporización: Se define de esta manera a la cantidad de energía requerida por una sustancia para cambiar de un estado líquido a un estado gaseoso. Esta energía que adquiere la sustancia es utilizada para el cambio de estado, y no para un cambio de temperatura, por lo tanto, mientras se está produciendo el cambio de estado, no habrá un cambio en la temperatura.

Caudal: El caudal, en definiciones sencillas, es la cantidad de líquido o fluido que circula por una sección, por unidad de tiempo. En el ámbito de la ingeniería hidráulica, el fluido en cuestión es generalmente un líquido y se expresa en unidades de litros o metros cúbicos para la cantidad de agua, y segundos o día para la unidad de tiempo.

Cavitación: El fenómeno llamado cavitación o también conocido como aspiraciones en vacío, es un efecto hidrodinámico que se produce cuando se crean cavidades de vapor dentro del agua o cualquier otro fluido en estado líquido en el que actúan fuerzas que responden a diferencias de presión, como puede suceder cuando el fluido pasa a gran velocidad por una arista afilada, produciendo una descompresión del fluido debido a la conservación de la constante de Bernoulli. Puede ocurrir que se alcance la presión de vapor del líquido de tal forma que las moléculas que lo componen cambian inmediatamente a estado de vapor, formándose burbujas o, más correctamente, cavidades. Las burbujas formadas viajan a zonas de mayor presión e implosionan (el vapor regresa al estado líquido de manera súbita, «aplastándose» bruscamente las burbujas) produciendo una estela de gas de gran energía sobre una superficie sólida que se puede resquebrajar en el choque.

La implosión causa ondas de presión que viajan en el líquido a velocidades próximas a las del sonido independientemente del fluido donde se creen. Estas pueden disiparse en la corriente del líquido o pueden chocar con una superficie. Si la zona

donde chocan las ondas de presión es la misma, el material tiende a debilitarse estructuralmente y se inicia una erosión que, además de dañar la superficie, provoca que ésta se convierta en una zona de mayor pérdida de presión y por ende de mayor foco de formación de burbujas de vapor. Si las burbujas de vapor se encuentran cerca o en contacto con una pared sólida cuando implosionan, las fuerzas ejercidas por el líquido al aplastar la cavidad dejada por el vapor dan lugar a presiones localizadas muy altas, ocasionando picaduras sobre la superficie sólida. Nótese que dependiendo de la composición del material usado se podría producir una oxidación de este con el consiguiente deterioro del material. (Wikipedia, consultado 28 de febrero de 2022).

Coalescencia: Es un proceso binario, donde interactúan dos partículas, uniéndose y formando una nueva partícula de mayor tamaño. En el ámbito de la hidrología, éstas partículas se encuentran en suspensión en la atmosfera y son partículas diminutas de agua que al unirse comienzan a formar partículas de mayor tamaño, hasta formar gotas.

Colmatación: Se denomina colmatación al relleno total de una depresión o tubería mediante la acumulación de sedimentos arrastrados por el agua. Éste fenómeno se da cuando la velocidad de circulación del agua es muy baja y se pudiera decir que se encuentra casi en condiciones de estancamiento, en la cual no se produce arrastre de partículas finas que se encuentran en el agua, las cuales comienzan a acumularse hasta llegar obstruir la circulación del agua.

Desarenador: Los desarenadores son estructuras ubicadas a continuación de una captación de agua y que permiten remover partículas como arenas arcillas, gravas finas y material orgánico de cierto tamaño contenidas en el agua que ingresa de una fuente superficial. (Albuja et al, 2013).

Dotación: Es la cantidad de agua que se estima que consume un habitante, o bien una edificación, esta misma comprende todos los tipos de consumo que pudieran presentarse en dicha edificación, o que pudiera presentar dicho individuo.

Glaciares: Los glaciares son grandes masas de agua congelada (hielo) y comprimida, que se forman como consecuencia de la acumulación, compactación y recristalización de la nieve. La existencia de estos mismos, es posible cuando la precipitación de nieve anual, es mayor que la evaporación que sucede en verano.

Irrigación: Es el proceso en el cual se aporta de manera artificial y ordenada, mediante una serie de dispositivos, un determinado caudal de agua sobre terrenos sembrados. Este proceso se realiza con el objetivo de asegurar que los sembradíos reciban las cantidades de agua apropiadas para garantizar una buena cosecha.

Partículas en suspensión atmosférica: Las partículas en suspensión son una serie de diminutos cuerpos sólidos o de gotitas de líquidos dispersos en la atmósfera. Son generadas a partir de alguna actividad antropogénica o natural. (Wikipedia, consultado 3 de marzo de 2022).

Película de agua: Se refiere a una capa uniforme de agua que se extiende sobre una determinada superficie.

Presión de vapor: La presión de vapor se define como la presión que ejerce la fase gaseosa o vapor sobre la fase líquida en un sistema cerrado a una temperatura determinada, la fase líquida y el vapor se encuentran en equilibrio dinámico. Su valor es independiente de las cantidades de líquido y vapor presentes mientras existan ambas. Este fenómeno también lo presentan los sólidos; cuando un sólido pasa al estado gaseoso sin pasar por el estado líquido (proceso denominado sublimación o el proceso opuesto, llamado sublimación inversa o deposición) también hablamos de presión de vapor. En la situación de equilibrio, las fases reciben la denominación de líquido saturado y vapor saturado. Ésta propiedad posee una relación directamente proporcional con las fuerzas moleculares debido a que, cuanto mayor sea el módulo de las mismas, mayor deberá ser la cantidad de energía entregada (ya sea en forma de calor u otra manifestación) para vencerlas y producir el cambio de estado. (Wikipedia, consultado 3 de marzo de 2022).

Tubería: Se conoce como tubería a un conducto cerrado al cual se le da la función de transportar, generalmente a presión, fluidos desde un punto a otro. Estos conductos normalmente se fabrican en una gran variedad de materiales y se selecciona el material a utilizar según las condiciones de operación que se planifique para la tubería.

Válvula: Es un dispositivo mecánico que tiene como función, iniciar, detener, regular o alterar de alguna manera el paso de fluidos por un determinado conducto.

Válvula de paso: Tienen como función controlar el flujo de un líquido, además de la presión del mismo. En un determinado sistema, las válvulas de paso se ubican con la función de abrir la posibilidad de aislar componentes o tramos del sistema. Sobre las válvulas de paso, es necesario aclarar que las mismas deben estar completamente abiertas, o completamente cerradas.

Válvula de purga: Son válvulas ubicadas en puntos estratégicos de un acueducto con el objetivo de eliminar el agua o evacuar toda la línea de tuberías siempre que sea necesario. Lo anterior ocurre cuando se está llenando la tubería y se pretende asegurar así la salida del aire, también cuando se requiere vaciar la tubería por motivos operacionales. Estas válvulas se suelen ubicar en los puntos bajos del sistema. Las llamadas válvulas de purga, permiten la limpieza de los tramos de tuberías, mediante la apertura de ésta que, al estar en los puntos bajos del sistema, provoca el arrastre y expulsión de los sedimentos que pudieran estarse acumulando en la tubería.

Válvula ventosa: Son dispositivos que se instalan en una tubería con el fin de controlar de manera automática la presencia de aire.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Toda investigación debe de estar fundamentada en un marco metodológico, el cual define el uso de los métodos, técnicas, instrumentos, estrategias y también procedimientos que se desarrollaran en dicha investigación. Así mismo, Arias (2006), define el marco metodológico como “el conjunto de pasos, técnicas y procedimientos que se emplean para formular y resolver problemas”.

Por otro lado, Mijares y García (2007) sobre el marco metodológico, expresan que, “La metodología es una creación personal, cuyas técnicas e instrumentos a utilizar para la recopilación de datos, pueden resultar convenientes a los objetivos que se persiguen; la conformación de los mismos tiene que estar en perfecta concordancia con los objetivos de la investigación”.

Debe señalarse, que la metodología de la investigación proporciona al estudiante o profesional en pro del desarrollo de un proyecto, una serie de herramientas teórico - prácticas para la solución de un determinado problema mediante el método científico. Estas herramientas representan una actividad de racionalización del entorno académico y profesional, fomentando de esta forma el desarrollo intelectual a través de la investigación sistemática de la realidad. (Cortese, y Vermiglio 2014).

3.1 Tipo de investigación

El presente proyecto de investigación busca diseñar un sistema eficiente de abastecimiento de aguas blancas en un determinado sitio, mediante primeramente el diagnóstico de la situación actual del sistema, el análisis de los factores que son influyentes en el rendimiento de dicho sistema y por supuesto, la revisión bibliográfica que permita al autor tomar con un fundamento acertado las decisiones correctas, que harán que el sistema a diseñar sea eficiente y cumpla con sus objetivos.

Siguiendo ahora con el tipo de investigación, es posible notar como la presente se adapta al tipo “Proyecto Factible”, dado que con la misma se busca desarrollar el

diseño de un sistema de distribución de aguas blancas que sea capaz de brindar solución a una necesidad evidenciada en una determinada zona. Cabe resaltar que el tipo de investigación “Proyecto Factible” está apoyado directamente en las modalidades de investigación documental y de campo, y si se analiza los tipos mencionados, es clara la influencia que los mismos tienen sobre la presente investigación.

Continuando con los proyectos factibles, se debe aclarar que los mismos consisten en elaborar una propuesta que sea viable y que esté destinada a atender necesidades específicas, que sean determinadas a partir de una base diagnóstica. El manual de tesis de grado de especialización y maestría y tesis doctorales de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (FEDUPEL, 2003), lo define de la siguiente manera “Es la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos” (p. 16). Siendo lo presentado anteriormente un fundamento para el planteamiento del autor al momento de concluir sobre el tipo “Proyecto Factible” para la investigación a llevarse a cabo en el presente trabajo de grado.

3.2 Diseño de la investigación

El presente proyecto de investigación tiene un diseño documental y de campo, la zona en la cual estará basado el estudio es el Sector “El Rincón”, ubicado en el Municipio Libertador, Edo. Carabobo – Venezuela.

Arias, (2006) define la investigación documental como aquel proceso que está basado en la búsqueda, análisis e interpretación de datos que anteriormente fueron obtenidos y registrados por otros autores en diversas fuentes documentales, como en toda investigación, el propósito de la investigación documental es aportar nuevos conocimientos.

Arias (2006) define la investigación de campo como aquella que consiste en recolectar datos directamente de los sujetos u objetos investigados, o de la realidad en

la cuál se presenten los hechos sin realizar manipulación alguna de las variables, es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes, dándole esto un carácter no experimental a la investigación que se está realizando.

Palella y Martins (2006) han definido el diseño de investigación no experimental, como aquella que se realiza sin manipular en forma deliberada ninguna de las variables. En estos casos, el investigador no sustituye de manera intencional ninguna de las variables independientes. Se observan los hechos tal y como se presentan en el contexto real, y en un tiempo determinado o no, para luego analizarlos. Por lo anterior, en este diseño no se construye una situación en específico, sino que se observa lo existente. Las variables independientes ya han ocurrido y no pueden ser manipuladas, impidiendo esto que sea posible influir sobre ellas para modificarlas. Descrito lo anterior y analizando los objetivos del presente proyecto de investigación, así como también las formas que el autor plantea para lograrlos, es posible concluir al respecto del diseño de la investigación que ha de llevarse a cabo, la cual será “no experimental, documental y de campo”.

3.3 Nivel de la investigación

Para concluir en este apartado, es necesario hacer una vista en retrospectiva, dado que el nivel de la investigación está estrechamente ligado al diseño. Los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. (Hernández Sampieri et al, 2010).

Los diseños transeccionales descriptivos tienen como objetivo indagar la incidencia y los valores en que se manifiesta una o más variables. (Hernández Sampieri et al, 2010). Además, se resaltan los siguientes aspectos del nivel descriptivo:

- Descripción del fenómeno tal como es y cómo se manifiesta
- Utiliza la observación como método descriptivo
- Busca propiedades, medir y evaluar aspectos, dimensiones o componentes.

- Ofrece predicciones rudimentarias.

Continuando en esta sección, es posible ubicar la presente investigación dentro del tipo transversal descriptivo, dado que se ha hecho notorio como los conceptos expuestos por los citados autores se adaptan a la presente investigación, en la cual la recolección de datos se llevará a cabo en un momento único, y la descripción de las variables así como también el análisis de su incidencia en la investigación y su interrelación, se habrá de llevar a cabo en un momento dado. Descrito lo anterior, se concluye que el nivel de la presente investigación es descriptivo.

Arias, (2006) define a la investigación de nivel descriptivo como aquella que consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con la finalidad de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados que se obtienen en investigaciones de este tipo se pueden ubicar en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere.

3.4 Población y muestra

Según Arias (2006), la población, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuáles serán extensivas o válidas las conclusiones de la investigación. Dicha población queda delimitada por el problema y por los objetivos de estudio.

Tomando como referencia lo que se ha descrito anteriormente, se define la población para la presente investigación, la cuál será el Sector “El Rincón”, debido a que el autor plantea que los resultados obtenidos en la presente investigación son aplicables únicamente en dicho sector, dado que los mismos son dependientes de características únicas de la zona en estudio. Para cada Sector o zona donde se desee realizar una investigación con objetivos similares a la presente, se deberá hacer el estudio de las variables propias de la zona y su nivel de incidencia en la problemática. Quedando así, determinada la población para el presente proyecto de investigación, la cuál no será otra sino el Sector “El Rincón”, ubicado en el Municipio Libertador, Edo. Carabobo.

La muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible. En este sentido, una muestra representativa es aquella que por su tamaño y características similares a las del conjunto permite hacer inferencias o generalizar los resultados al resto de la población con un margen de error conocido. (Arias, 2006).

Vista la anterior definición de muestra y analizando lo que se tiene como población para el presente proyecto de investigación, se concluye entonces que, para el presente proyecto de investigación la muestra será exactamente la misma población, que como se definió anteriormente, será el Sector “El Rincón” ubicado en el municipio Libertador, Edo. Carabobo – Venezuela.

Sobre el fenómeno que se presentó anteriormente, donde la muestra es exactamente igual a la población, Hernández citado en Castro (2003), expresa que "si la población es menor a cincuenta (50) individuos, la población es igual a la muestra" (p.69). Siendo esto un aval al planteamiento anterior del autor del presente, donde concluyó sobre la muestra.

Por último, en este apartado, es importante mencionar que a este tipo de muestra se le conoce como “muestra censal” y es aquella donde todas las unidades de investigación forman parte de la muestra, partiendo de esto, toda la población a estudiar se considera censal, debido a que es población y muestra a la vez.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de información

Se define como técnicas de recolección de información a todos los distintos procedimientos que se han de llevar a cabo por parte del investigador para mediante estos procedimientos, recopilar la información necesaria referente al tema y al problema en estudio. De la misma manera, se definen a los instrumentos como los medios materiales que han de usarse para hacer la recolección y posterior almacenamiento de la información (Sequera, 2019). Para poder aplicar una técnica se requiere al menos uno o un par de instrumentos. Luego de que se ha realizado una breve definición de lo que se entiende tanto por técnicas como por instrumentos, en el siguiente apartado, se describen las distintas técnicas a ejecutar para la recolección de

información, que va a permitir el logro de los objetivos planteados en el presente trabajo de grado, de la misma manera se describirán también los instrumentos que se utilizan para cada una de las técnicas

Análisis documental

“La técnica del análisis documental consiste en la revisión y su respectiva interpretación de toda documentación existente referente al tema de interés o tema en estudio” (Sequera, 2019). Para el presente proyecto de investigación, es pertinente hacer una revisión de la documentación referente a proyectos de construcción y diseño de sistemas de distribución de aguas blancas en la zona en estudio, así mismo, es importante la revisión del proyecto urbanístico de la zona o cualquier información existente de ésta índole.

Instrumentos para el análisis documental:

- Fichas
- Computadora y sus unidades de almacenamiento

Revisión bibliográfica

“La revisión bibliográfica se define como aquella operación en la cual se recupera y revisa una serie de documentos publicados sobre un tema específico, ésta revisión tiene una característica, la cuál es, que la misma se hace en retrospectiva mirando los trabajos realizados anteriormente por diversos autores” (Sequera, 2020). La revisión bibliográfica a realizar en el presente proyecto de investigación, consistirá en revisar bibliografía existente, en la cual se aborde el estudio de los acueductos y de sus sistemas de distribución de aguas, así como también el diseño de los mismos.

Instrumentos para la revisión bibliográfica:

- Fichas
- Computadora y sus unidades de almacenamiento

La observación

“La observación es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos.” (Arias, 2006). La observación a realizar en el proyecto de investigación será una observación directa en la zona en estudio, en la cuál el investigador pretende obtener cualquier tipo de información acerca de la problemática que será de utilidad para el cumplimiento de los objetivos planteados en el presente trabajo de grado.

Instrumentos para la observación:

- Lista de cotejo
- Cámara fotográfica

Entrevista

La entrevista, más que un simple interrogatorio, es una técnica basada en un diálogo o conversación “cara a cara”, entre el entrevistador y el entrevistado acerca de un tema previamente determinado, de tal manera que el entrevistador pueda obtener la información requerida (Arias, 2006). Esta técnica será aplicada con la finalidad de obtener todo tipo de información de manera directa, de parte de conocedores del tema, así como también de parte de residentes de la zona en estudio que tengan información sobre la problemática.

Instrumentos para la entrevista:

- Libreta de notas
- Grabador de audio
- Cámara de video

3.6 Técnicas y herramientas de análisis de datos

Al momento de realizar cualquier investigación, es de suma importancia, luego de haber recolectado los datos, analizarlos, de manera que los mismos puedan ser de utilidad para el cumplimiento de los objetivos planteados en la investigación. Para analizar los datos se recurre a diversas técnicas, la selección de las técnicas de análisis de datos depende del tipo de información que se haya recopilado, por ello, es importante tener definida anteriormente las técnicas de recolección de información. Existen dos tipos de análisis de datos, los cuales son los siguientes:

- **Análisis de datos cualitativo:** Estos datos se presentan de forma verbal o en ocasiones mediante gráficas. Entre las técnicas de recolección de datos que permiten obtener datos cualitativos, es importante mencionar principalmente la entrevista y la observación.
- **Análisis de datos cuantitativo:** Estos datos se presentan de forma numérica, y las técnicas de análisis de los mismos generalmente están asociadas a procesos estadísticos.

Una vez que se ha expuesto lo anterior y también haciendo una vista retrospectiva a las técnicas de recolección de información que se utilizarán en la investigación asociada al presente trabajo de grado, se concluye que los datos a recolectar son cualitativos y, por consiguiente, las técnicas o herramientas para analizarlos irán de acuerdo ello y serán:

Diagrama de causa y efecto.

El diagrama de causa y efecto, o también llamado diagrama de Ishikawa, en honor a su creador, Kaoru Ishikawa, es una herramienta de análisis de problemas que permite mediante un diagrama sencillo mostrar o representar la relación entre un efecto (problema) y todas las posibles causas que lo ocasionan.

En el gráfico 3, se muestra un ejemplo de la construcción genérica de un diagrama de causa y efecto, donde la principal idea es relacionar un problema con al menos 4 o 5 causas que lo ocasionan y las subcausas asociadas a cada una de éstas.

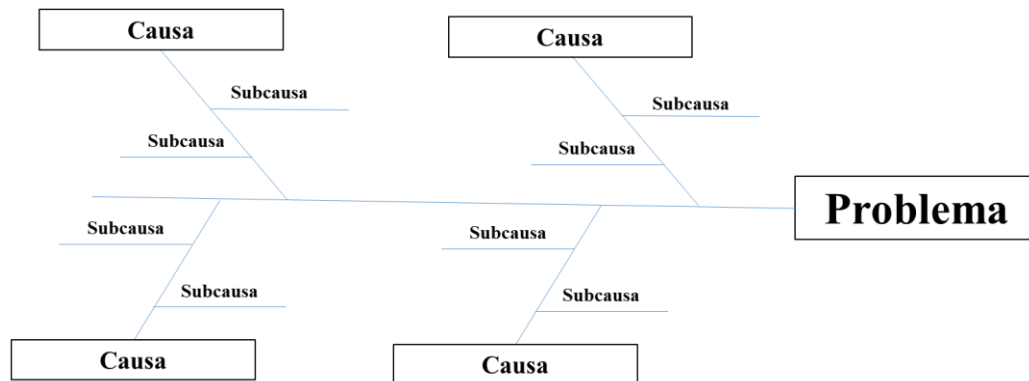


Gráfico 3. Esquema típico de un Diagrama de causa y efecto

Fuente: Campos, Daniel (2022)

Cuadro comparativo

El cuadro comparativo es una herramienta de análisis de datos o ideas, que permite comparar de manera directa dos o más elementos, tomando en cuenta sus diferencias, semejanzas o características distintivas de cada uno, y siguiendo un orden de ideas que establezca una correlación entre los distintos datos que se hayan de analizar.

El Cuadro 2 presenta como se elaborará el cuadro comparativo para analizar la información que abrirá paso al cumplimiento de los objetivos planteados en el presente trabajo de grado. Con respecto a lo anterior, es importante aclarar que una vez recolectada la información, se clasificará la información en “asuntos” (Que serán los diversos aspectos de interés referentes al problema) y se comparará la información obtenida para cada asunto mediante las distintas fuentes de información.

Cuadro 2. Cuadro comparativo para análisis de datos

	Fuente de información #1	Fuente de información #2	Fuente de información #3
Asunto #1	Información obtenida	Información obtenida	Información obtenida
Asunto #2	Información obtenida	Información obtenida	Información obtenida
Asunto #3	Información obtenida	Información obtenida	Información obtenida
Asunto #4	Información obtenida	Información obtenida	Información obtenida
Asunto #5	Información obtenida	Información obtenida	Información obtenida

Fuente: Campos, Daniel (2022)

Matriz FODA

La matriz FODA es una herramienta diseñada para realizar un análisis interno, mediante el estudio de las fortalezas y debilidades, y externo, mediante el estudio de las oportunidades y amenazas. Las iniciales de los 4 aspectos que se estudian mediante esta herramienta, son las que le dan el nombre a la misma. La matriz FODA se realiza con el objetivo de desarrollar una estrategia de resolución de problemas, o de desarrollo de nuevas propuestas, partiendo del análisis de los factores que son de importancia en el entorno ligado al estudio que se esté realizando.

El gráfico 4 muestra un ejemplo de una matriz FODA.

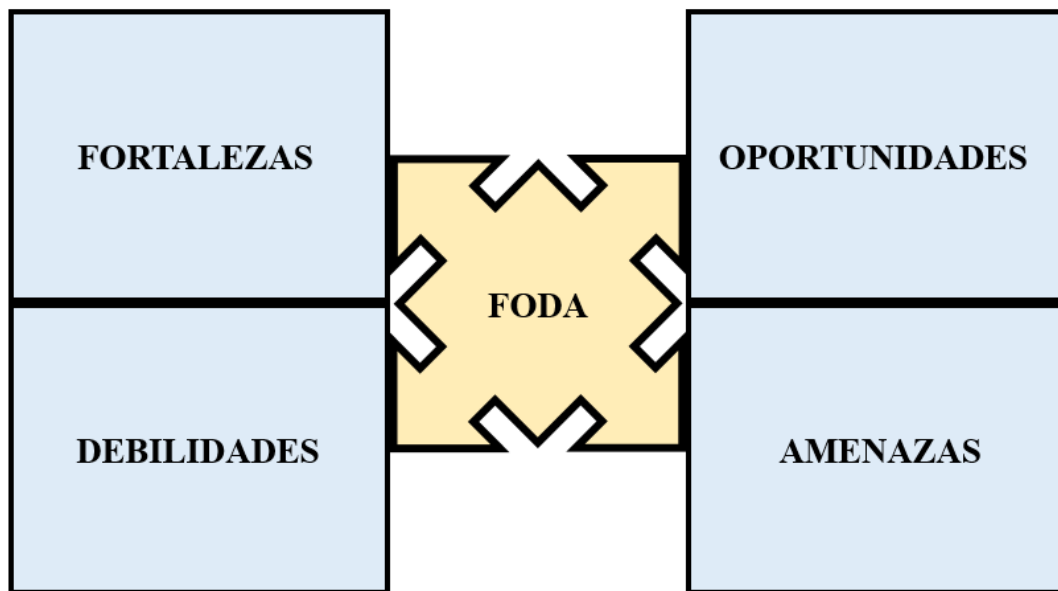


Gráfico 4. Esquema de una matriz FODA

Fuente: Campos, Daniel (2022)

3.7 Fases metodológicas de la investigación

En la siguiente sección, se describen las fases metodológicas que se han de llevar a cabo en la investigación del presente proyecto. Para describir dichas fases, se tomará como punto de referencia los distintos objetivos específicos que fueron planteados en el capítulo I del presente. El procedimiento que se realizará a continuación consiste en describir las distintas fases metodológicas y de la misma manera, describir las actividades que corresponderán a cada fase, mediante las cuales el autor plantea que se será posible lograr los objetivos tanto general como específico del presente proyecto de investigación.

FASE I: Diagnóstico de la situación actual del sistema de distribución de aguas blancas en el Sector “El Rincón” – Municipio Libertador, Edo. Carabobo.

Actividades:

1. Realizar revisión de textos referentes al tema.

2. Realizar revisión de la documentación existente referente a la problemática presentada en el sitio de estudio.
3. Realizar observación en la zona en estudio.

FASE II: Análisis de los factores que afectan el rendimiento del sistema de distribución de aguas blancas en el Sector “El Rincón” – Municipio Libertador, Edo. Carabobo.

Actividades:

1. Realizar entrevistas no estructuradas con especialistas en el tema o en el campo laboral ligado al tema en estudio.
2. Analizar la información obtenida anteriormente.
3. Identificar los factores que afectan que el rendimiento del sistema de distribución de aguas blancas en el sitio en estudio.

FASE III: Diseño de un sistema de distribución de aguas blancas en el Sector “El Rincón” – Municipio Libertador, Edo. Carabobo.

Actividades:

1. Generar una base de datos con la información disponible, que permita aclarar los requerimientos, condiciones y restricciones que se deben tomar en cuenta a la hora de realizar un diseño de distribución de aguas blancas en la zona en estudio.
2. Diseñar un sistema de distribución de aguas blancas para la zona en estudio.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Luego de que se han planteado los objetivos, tanto el objetivo general como los objetivos específicos del presente trabajo de grado, y se ha realizado la investigación tanto teórica como metodológica del mismo, es pertinente presentar un registro de los procedimientos ejecutados y resultados obtenidos ligados al desarrollo de cada una de las fases definidas en el marco metodológico del presente trabajo de grado.

4.1 FASE I: Diagnóstico de la situación actual del sistema de distribución de aguas blancas en el Sector “El Rincón” – Municipio Libertador, Edo. Carabobo.

4.1.1 Análisis geográfico de la zona en estudio

El primer paso para realizar el diagnóstico de la problemática asociada al presente trabajo de grado es realizar el estudio de la ubicación geográfica del sitio en el cual se presenta la problemática, para lo cual se hará uso de herramientas electrónicas que nos permitan tener acceso a tomas satelitales del sitio en estudio y a las coordenadas de los distintos puntos determinantes a la hora de hacer la delimitación del sitio.

Además de lo anterior, es pertinente presentar información general relativa al sitio en estudio, a pesar de que esta información ya ha sido presentada en el apartado de la delimitación geográfica del problema, el autor considera importante exponerla nuevamente cuenta en este apartado, relativo al diagnóstico del problema.

País: Venezuela

Estado: Carabobo

Municipio: Libertador

Parroquia: Independencia

Sector: “El Rincón”

También se presenta mediante la tabla 6, los límites geográficos del Sector “El Rincón”.

Tabla 6. Límites del sector “El Rincón”

Dirección	Límite Geográfico
Norte	Quebrada “Manzanal” / Autopista José Antonio Páez
Sur	Cerca perimetral “Las Tres Rosas” / Filas del Cerro
Este	Quebrada “La tuerta” / Filas del Cerro
Oeste	Cerca perimetral “Mayoral” / Finca José Pérez / Paso “El mango” / Cerro la placita

Fuente: Miguel Calderón / Concejo Comunal “El Rincón”

Luego de conocer la información general del sitio, mediante una toma satelital, se hará la delimitación de la zona en la cuál se desarrolla el presente trabajo de grado, trazando una poligonal que encierra la mencionada zona.



Figura 3. Poligonal del Sector “El Rincón” en una toma satelital

Fuente: Miguel Calderón / Concejo Comunal “El Rincón” – Vía Google Maps

Es posible apreciar que una gran parte del Sector “El Rincón” corresponde a zonas no habitadas y es importante acotar que estas zonas, se encuentran en gran parte como propiedad privada, y no existe una actividad establecida para la utilización de estos terrenos. Expuesto lo anterior, cabe aclarar que el presente trabajo de grado va dirigido a la zona habitada residencialmente del sector “El Rincón”.

En la figura 24, se muestra la zona residencial del Sector “El Rincón”, demarcada en la toma satelital que se presentó anteriormente.



Figura 24. Demarcación de la zona poblada del Sector “El Rincón” en una toma satelital

Fuente: Miguel Calderón / Concejo Comunal “El Rincón” – Vía Google Maps



Figura 4. Zona en estudio del Sector “El Rincón” en una toma satelital

Fuente: Campos, Daniel (2022) – Vía Google Maps

El siguiente paso, será ubicar en la poligonal anteriormente trazada los puntos determinantes relativos a ella, es decir, aquellos puntos que definen la poligonal. La figura 25 muestra la poligonal del Sector “El Rincón” con sus puntos determinantes.



Figura 25. Puntos determinantes de la poligonal del Sector “El Rincón” en una toma satelital

Fuente: Campos, Daniel (2022) – Vía Google Maps

El siguiente paso será ubicar las coordenadas de cada uno de los puntos determinantes de la poligonal que anteriormente se trazó en la zona en estudio (ver tabla 7). Aparte de esto, se calcula el área y el perímetro de la poligonal del Sector “El Rincón” (ver tabla 8).

Tabla 7. Coordenadas del sector “El Rincón”

Punto	Coordenadas (Latitud, Longitud)	Coordenadas (Grados, minutos y segundos)
-------	---------------------------------	--

	Latitud	Longitud	Norte	Este
A	10.008076	-68.148334	10° 00' 29.1'' N	68° 08' 54.0'' W
B	10.013490	-68.143317	10° 00' 48.6'' N	68° 08' 35.9'' W
C	10.018381	-68.140179	10° 01' 06.2'' N	68° 08' 24.6'' W
D	10.020783	-68.135727	10° 01' 14.8'' N	68° 08' 08.6'' W
E	10.026493	-68.139498	10° 01' 35.4'' N	68° 08' 22.2'' W
F	10.029882	-68.135143	10° 01' 47.6'' N	68° 08' 06.5'' W
G	10.035272	-68.131071	10° 02' 07.0'' N	68° 07' 51.9'' W
H	10.032654	-68.121382	10° 01' 57.6'' N	68° 07' 17.0'' W
I	10.029839	-68.115583	10° 01' 47.4'' N	68° 06' 56.1'' W
J	10.027260	-68.119431	10° 01' 38.1'' N	68° 07' 10.0'' W
K	10.006805	-68.118450	10° 00' 24.5'' N	68° 07' 06.4'' W
L	9.999681	-68.121788	09° 59' 58.9'' N	68° 07' 18.4'' W
M	9.996791	-68.130262	09° 59' 48.4'' N	68° 07' 48.9'' W
N	9.998096	-68.134742	09° 59' 53.1'' N	68° 08' 05.1'' W
O	9.993974	-68.133137	09° 59' 38.3'' N	68° 07' 59.3'' W
P	9.991857	-68.131562	09° 59' 30.7'' N	68° 07' 53.6'' W
Q	9.990151	-68.133042	09° 59' 24.5'' N	68° 07' 59.0'' W
R	9.989758	-68.143545	09° 59' 23.1'' N	68° 08' 36.8'' W
S	9.999086	-68.146010	09° 59' 56.7'' N	68° 08' 45.6'' W
T	10.002313	-68.147213	10° 00' 08.3'' N	68° 08' 50.0'' W
U	10.003570	-68.146449	10° 00' 12.9'' N	68° 08' 47.2'' W

Fuente: Campos, Daniel (2022) – Vía Google Maps

Tabla 8. Área y perímetro del sector “El Rincón”

Área (Km2)	10,91
Perímetro (Km)	15,44

Fuente: Campos, Daniel (2022) – Vía Google Maps

Se tiene un sector con un área de aproximadamente 10.91 kilómetros cuadrados (Km²) y un perímetro de aproximadamente 15,44 kilómetros (Km), sin embargo, ésta área no es representativa del área total de estudio, la cual corresponde a las zonas habitadas residencial y comercialmente del Sector “El Rincón”, que es en la cuál se presenta la problemática relacionada al sistema de distribución de aguas blancas para dicho lugar.

Planteado lo anterior, el autor ha delimitado una nueva poligonal para la zona residencial del sector “El Rincón”, la cuál se muestra en la figura 26.

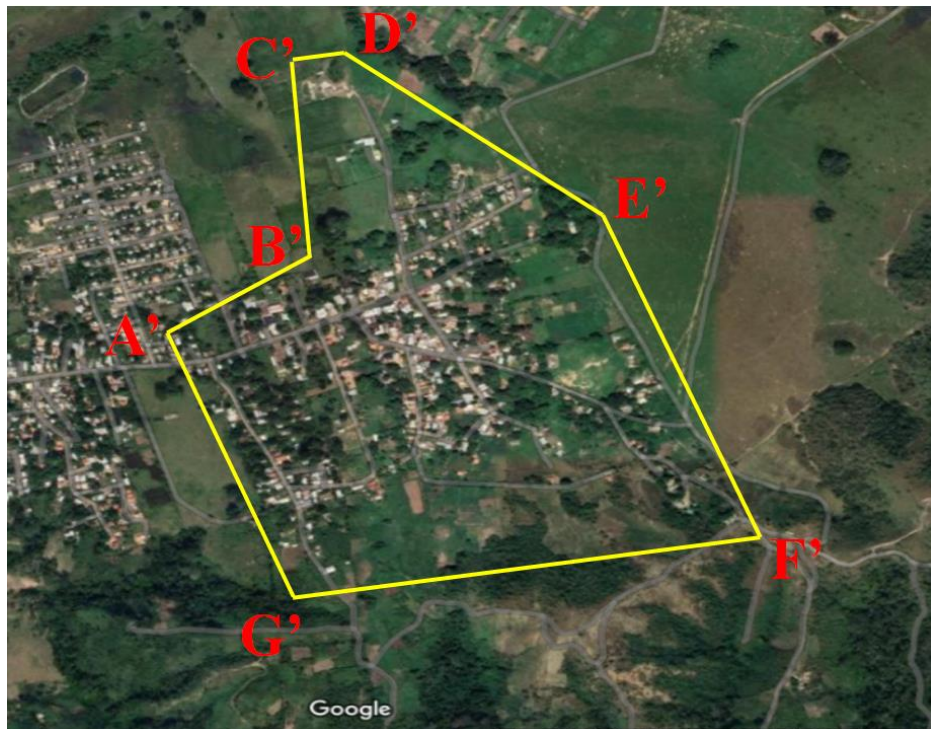


Figura 26. Poligonal de la Zona en estudio del Sector “El Rincón” en una toma satelital

Fuente: Campos, Daniel (2022) – Vía Google Maps

El mismo procedimiento, realizado para la poligonal anterior se realizará para ésta nueva poligonal, con el fin de obtener las coordenadas de los distintos puntos, así como también el área reducida de estudio y su perímetro. (Ver tablas 9 y 10).

Tabla 9. Coordenadas de la zona en estudio del sector “El Rincón”

Punto	Coordenadas (Latitud, Longitud)		Coordenadas (Grados, minutos y segundos)	
	Latitud	Longitud	Norte	Este
A'	10.002234	-68.147271	10° 00' 08.0'' N	68° 08' 50.2'' W
B'	10.003761	-68.144968	10° 00' 13.5'' N	68° 08' 41.9'' W
C'	10.007726	-68.145331	10° 00' 27.8'' N	68° 08' 43.2'' W
D'	10.008097	-68.144498	10° 00' 29.2'' N	68° 08' 40.2'' W
E'	10.004527	-68.140288	10° 00' 16.3'' N	68° 08' 25.0'' W
F'	9.998342	-68.137729	09° 59' 54.0'' N	68° 08' 15.8'' W
G'	9.997076	-68.145288	09° 59' 49.5'' N	68° 08' 43.0'' W

Fuente: Campos, Daniel (2022) – Vía Google Maps

Tabla 10. Área y perímetro de la zona en estudio del sector “El Rincón”

Área (m2)	726.270,84
Perímetro (Km)	3,65

Fuente: Campos, Daniel (2022) – Vía Google Maps

4.1.2 Revisión de documentación asociada a la problemática.

Para analizar la situación actual de la problemática, es decir, del sistema de distribución de aguas blancas en la zona, la cuál es el Sector “El Rincón”, es pertinente cómo paso siguiente, realizar una revisión documental, es decir, un estudio de cualquier tipo de documentos existentes de relevancia y/o importancia que de alguna manera estén ligados a la problemática en estudio. Los documentos que se pudieron ubicar permitieron acceso a la siguiente información:

- Planos de las calles de la zona en estudio

- Plano de curvas de nivel de la zona en estudio
- Plano de calles y parcelas de la zona en estudio
- Planos del sistema actual de distribución de aguas blancas
- Profundidad del pozo profundo
- Capacidad del pozo profundo
- Potencia de la bomba existente

A continuación, se presenta la información antes mencionada.

La figura 27 muestra el plano de calles de la zona en estudio del Sector “El Rincón”.

La figura 28 muestra el plano de calles y parcelas de la zona en estudio del Sector “El Rincón”.

La figura 29 muestra el plano de curvas de nivel de la zona en estudio del Sector “El Rincón”.

La figura 30 muestra el plano conjunto de las calles, parcelas y curvas de nivel de la zona en estudio en el Sector “El Rincón”.

La figura 31 muestra el plano de la red de distribución de aguas existente en el Sector “El Rincón”.

Material de las tuberías: PVC (según datos del concejo comunal “El Rincón”).

Tiempo de colocación de las tuberías: 15 años (según datos del concejo comunal “El Rincón”).

Al observar la red de distribución de aguas blancas, para apreciarla de una mejor manera y también para fines de cálculos a ejecutar más adelante, se va a dividir la red en tres (3) “sub-redes” las cuáles se presentan por separado en las figuras 32, 33 y 34.

Profundidad del pozo: 90 m (según datos del Concejo Comunal “El Rincón”).

Profundidad de colocación de la bomba: 75 m (según datos del Concejo Comunal “El Rincón”).

Capacidad del pozo: 2.7 l/s (según datos del Concejo Comunal “El Rincón”).

Potencia de la bomba existente: 5HP (según datos del Concejo Comunal “El Rincón”).

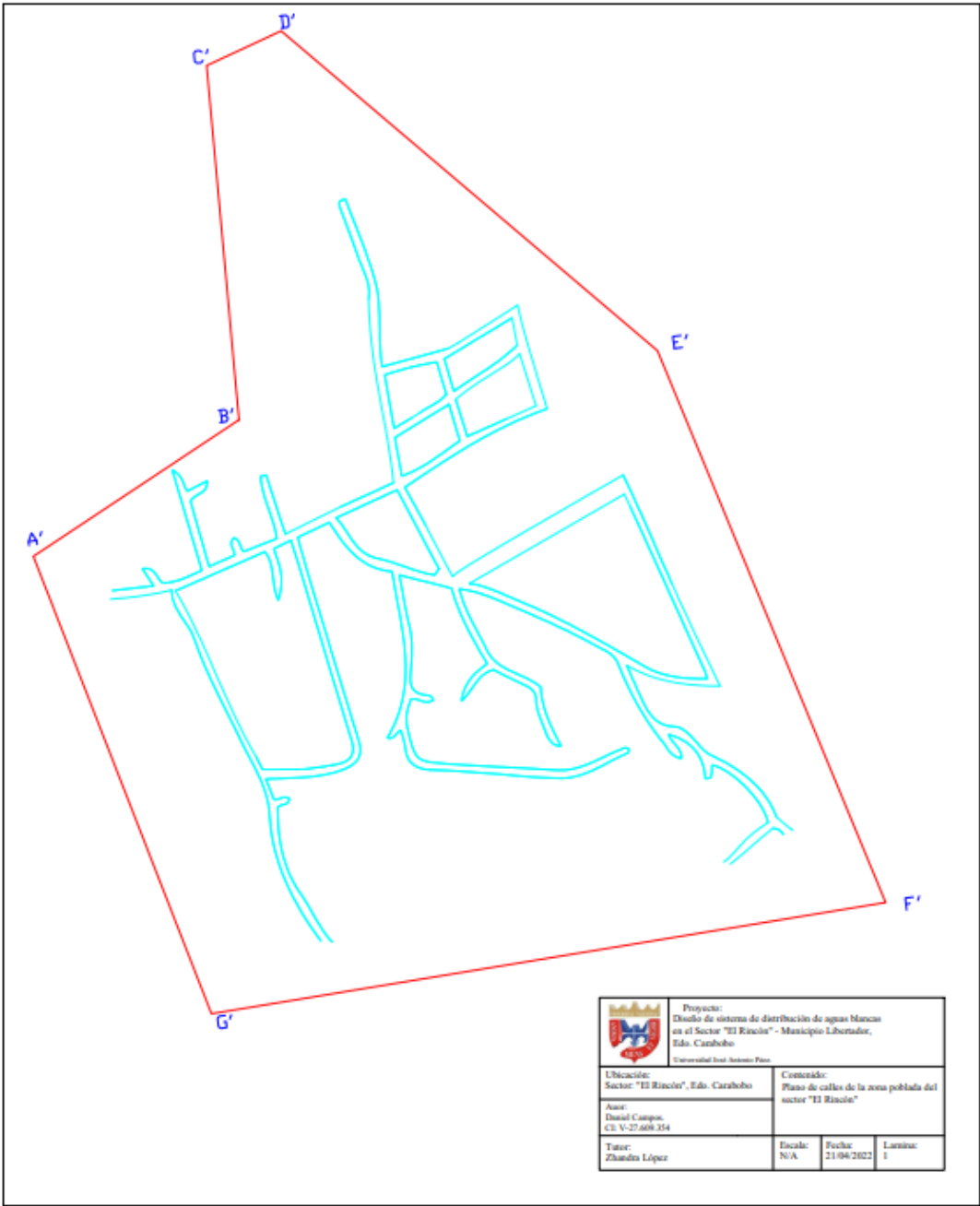


Figura 27. Plano de calles de la zona en estudio del Sector “El Rincón”

Fuente: Campos, Daniel (2022) – Vía Google Maps

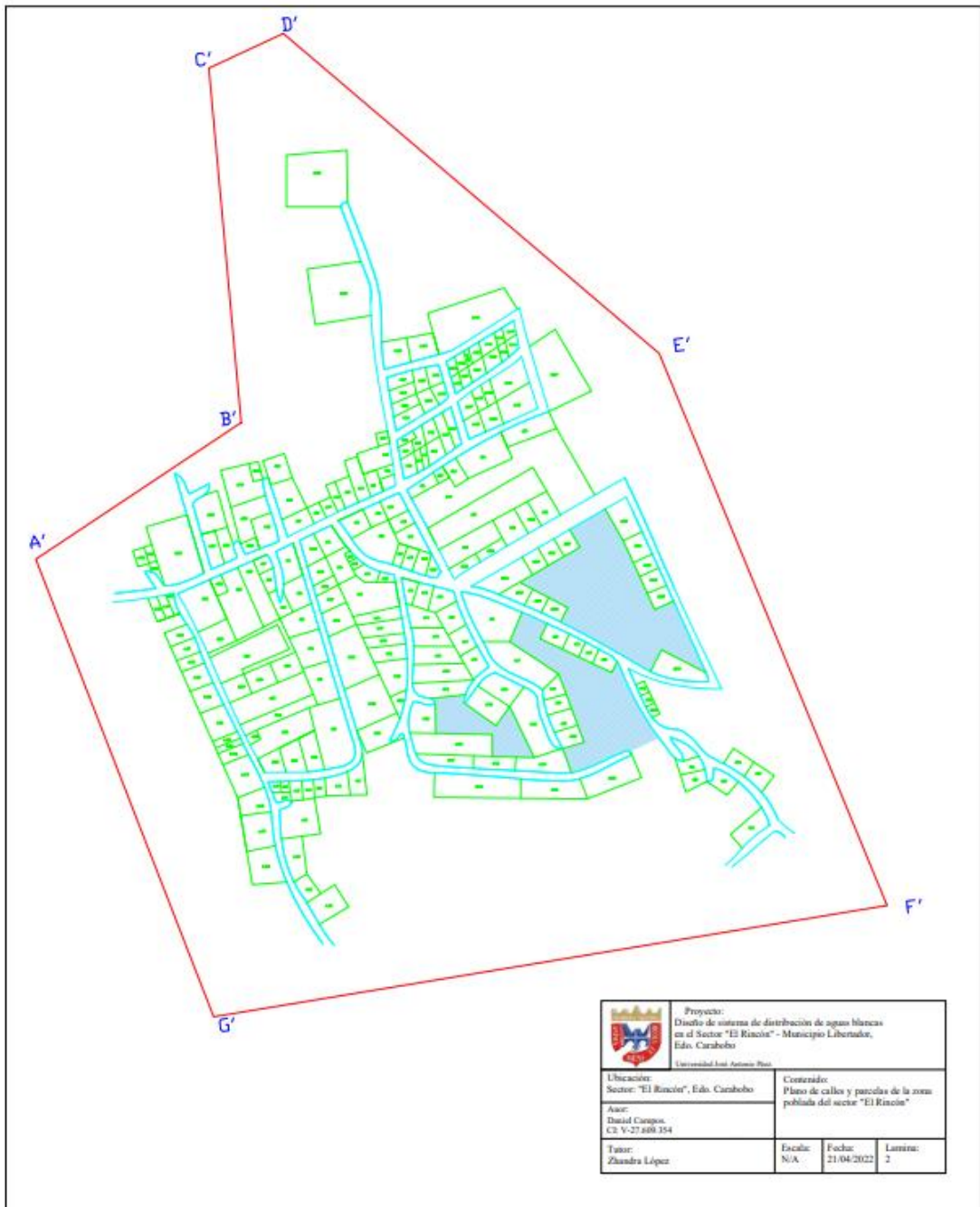


Figura 28. Plano de calles y parcelas de la zona en estudio del Sector “El Rincón”

Fuente: Campos, Daniel (2022) – Vía Google Maps

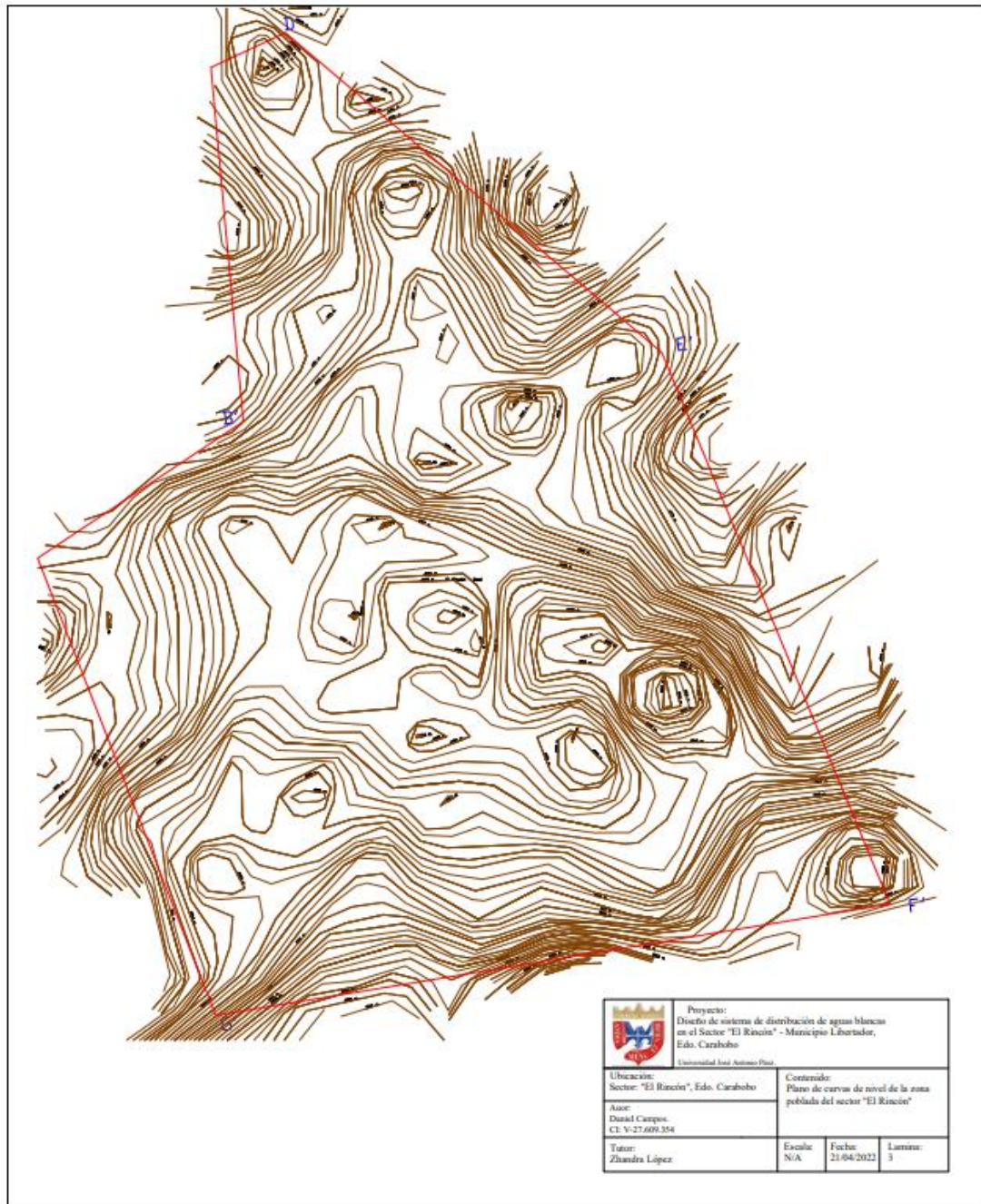


Figura 29. Plano de curvas de nivel de la zona en estudio del Sector “El Rincón”

Fuente: Campos, Daniel (2022) – Vía Global Mapper

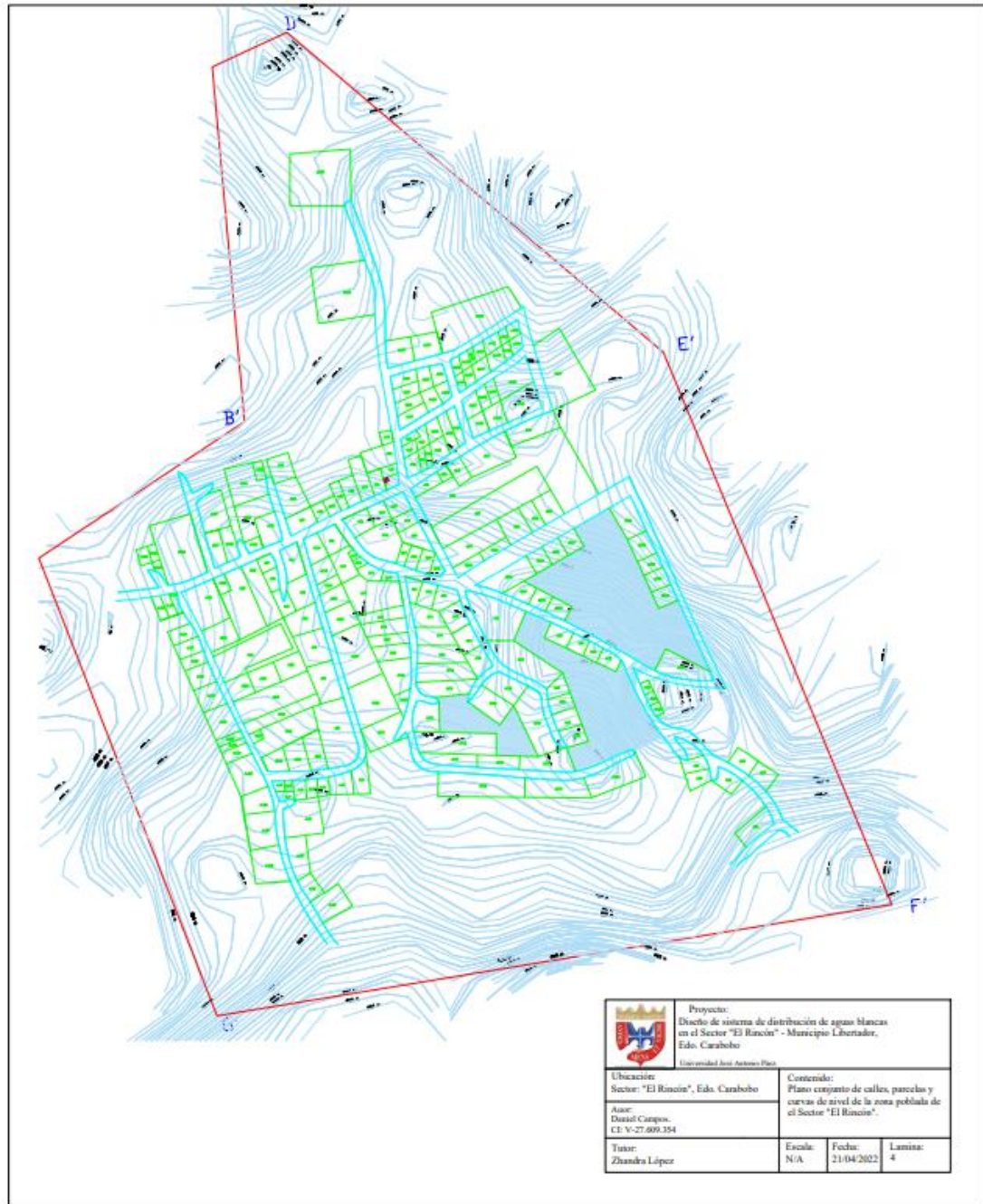


Figura 30. Plano conjunto de calles, parcelas y curvas de nivel de la zona en estudio del Sector “El Rincón”

Fuente: Campos, Daniel (2022) – Vía Google Maps – Vía Global Mapper

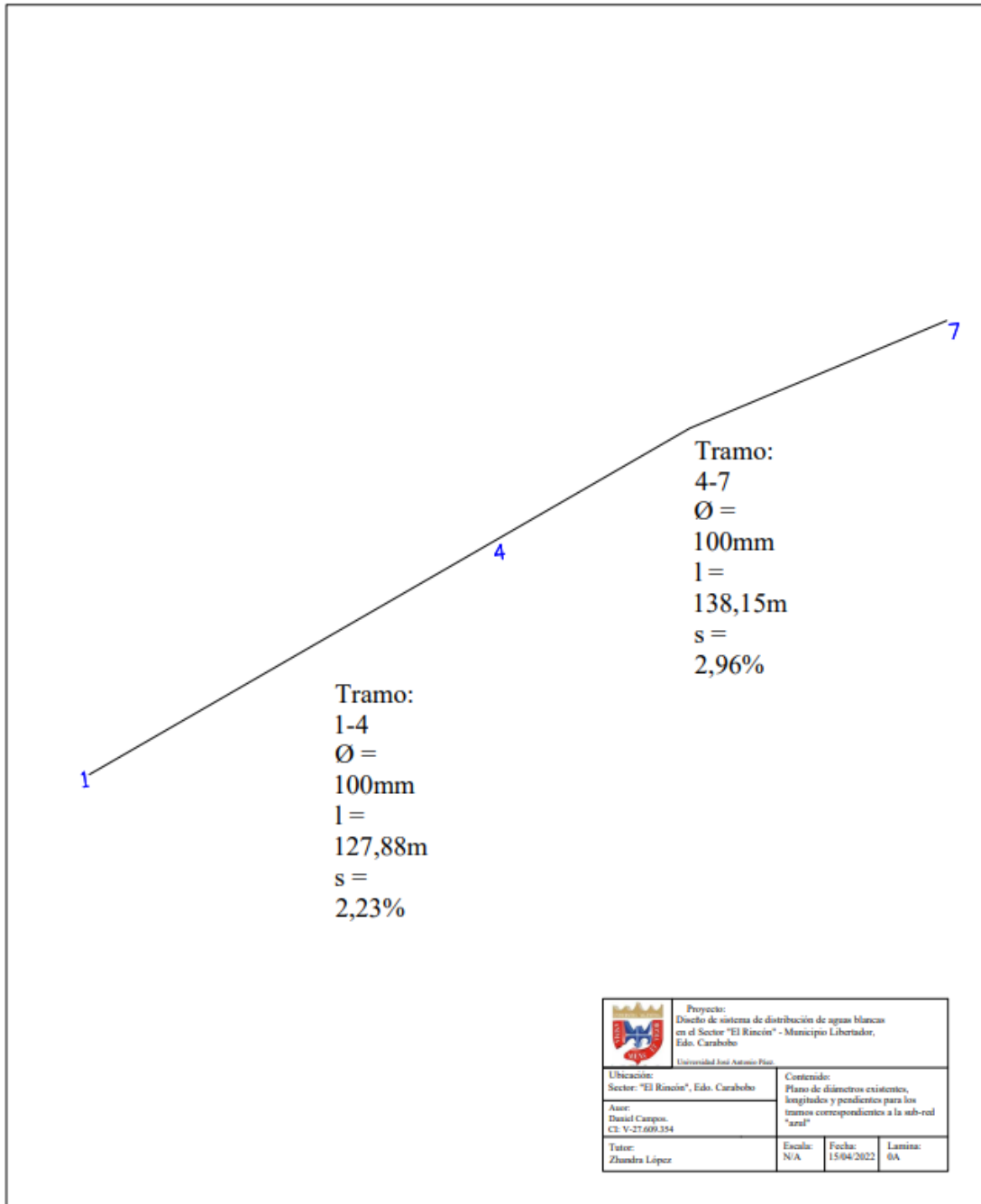


Figura 32. Plano de diámetros existentes, longitudes y pendientes de la “Sub-red Azul”

Fuente: Campos, Daniel (2022) – Vía Concejo Comunal “El Rincón”

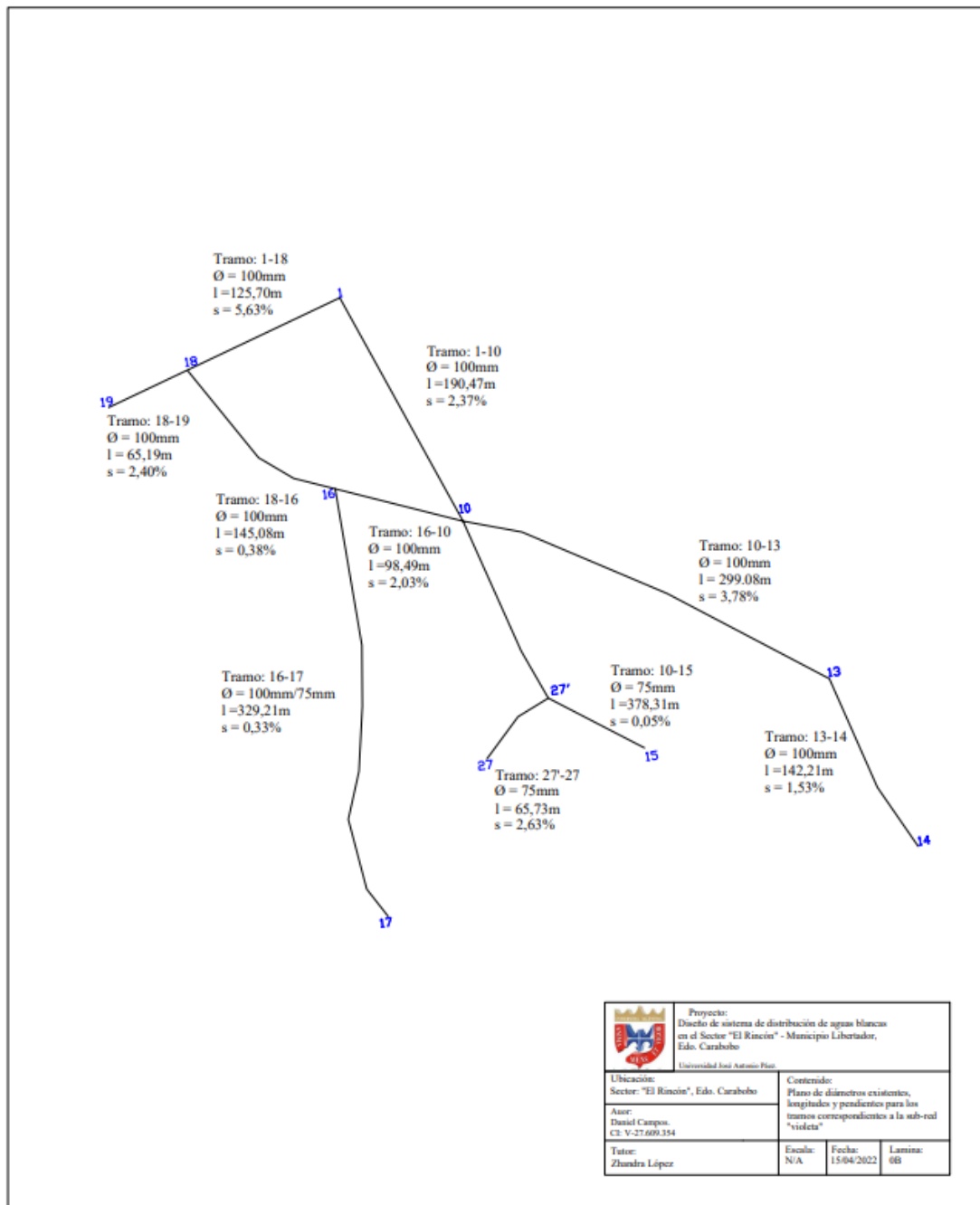


Figura 33. Plano de diámetros existentes, longitudes y pendientes de la “Sub-red Violeta”

Fuente: Campos, Daniel (2022) – Vía Concejo Comunal “El Rincón”

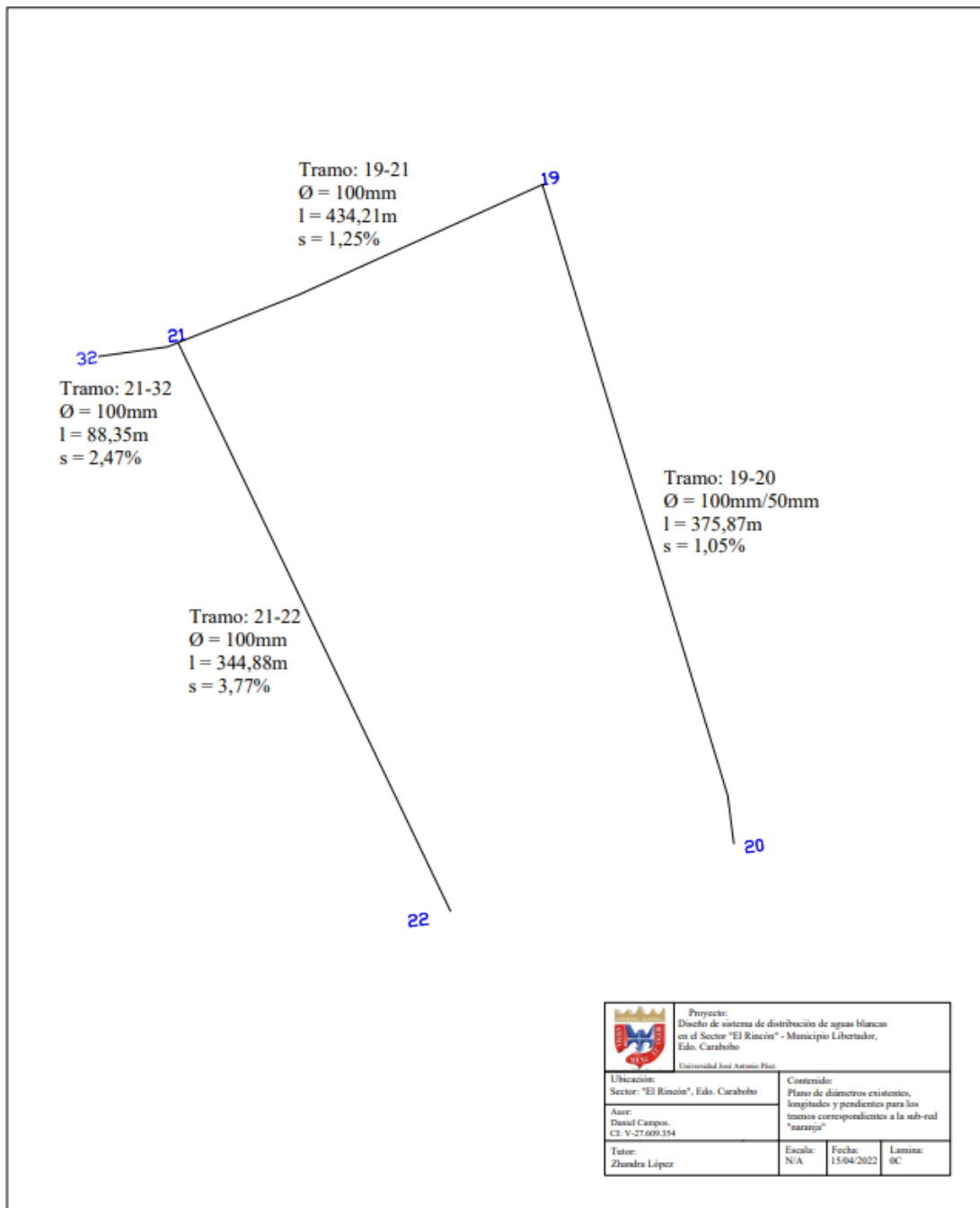


Figura 34. Plano de diámetros existentes, longitudes y pendientes de la “Sub-red Naranja”

Fuente: Campos, Daniel (2022) – Vía Concejo Comunal “El Rincón”

Partiendo de la información obtenida del plano de calles y parcelas, y mediante un estudio urbanístico de la zona, es decir, conociendo las parcelas y su respectiva nomenclatura y ocupación, se calculará la dotación requerida por cada parcela, finalmente la suma de la dotación de todas las parcelas dará como resultado la dotación o el gasto requerido para abastecer toda la zona en estudio.

Éste cálculo se realizará según lo establecido en la Gaceta oficial 4044.

Para parcelas con dos o más usos, se calculará la dotación por separado para cada uso y finalmente se sumarán los anteriores, con la finalidad de obtener la dotación total por parcela.

Según la Gaceta Oficial 4044, en su artículo 109 indica la dotación para edificaciones destinadas a viviendas unifamiliares.

El Sector “El Rincón” además de ser un sector principalmente residencial, presenta también una cantidad de actividad industrial, la cuál, en su totalidad es la fábrica de casabe. Las fábricas de casabe, conocidas informalmente como “casaberas” tienen una presencia significativa en el Sector “El Rincón”, por lo tanto, son un factor de suma importancia al momento de calcular la dotación para cada una de las parcelas, tramos y en general, para la red de distribución de aguas blancas en el mencionado Sector.

La Gaceta Oficial 4044, en su artículo 112 indica la dotación para edificaciones destinadas a fines industriales.

El consumo de agua para las actividades industriales realizadas en una casabera, está definido por el número de planchas con las cuáles cuenta la casabera, que son directamente un control de la cantidad de actividad que se ha de desarrollar en la misma. Según distintos dirigentes y trabajadores de casaberas con más de 20 años en la labor, una casabera consume alrededor de 400 litros de agua por día por plancha.

Las figuras 35, 36, 37 y 38 muestran la lista de cálculo de dotación por parcela para el Sector “El Rincón”.

PARCELA	ÁREA (m2)	ZONIFICACIÓN	USO	DESCRIPCIÓN	DOTACIÓN (l/día)	Gasto (l/s)	Gasto Total (PP (l/s))
AA1	452,67	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2100	0,02	0,02
			UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3800	0,04	
AA2	1905,65	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	CASABERA DE 4 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 5 TRABAJADORES	2000	0,02	0,07
AA3	408,94	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2100	0,02	0,02
AA4	823,53	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2500	0,03	0,03
AA5	476,24	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2100	0,02	0,02
AA6	391,68	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	1900	0,02	0,02
AA7	380,85	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	1900	0,02	0,02
AA8	607,15	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2300	0,03	0,03
AA9	570,90	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	1900	0,02	0,02
AA10	758,25	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2400	0,03	0,03
AA11	950,04	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2600	0,03	0,03
AA12	1096,72	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2800	0,03	0,03
AA13	894,11	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2500	0,03	0,03
AA14	1034,01	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2800	0,03	0,03
AA15	905,95	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2600	0,03	0,03
AA16	908,48	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2600	0,03	0,03
AA17	901,26	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2600	0,03	0,03
AA18	881,65	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2500	0,03	0,03
AA19	841,02	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2500	0,03	0,03
AA20	634,73	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2300	0,03	0,03
AA21	745,08	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2400	0,03	0,03
AA22	1853,25	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3800	0,04	0,04
AA23	1757,99	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3800	0,04	0,04
AA24	8677,71	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	10700	0,12	0,12
			UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	10900	0,13	
AA25	8818,08	RESIDENCIAL	AGROPECUARIO	PARCELA DESTINADA A LA CRIA Y CUIDADO DE ANIMALES CON ESPACIO PARA 20 PORCINOS, 100 POLLOS	820	0,01	0,14
AA26	979,52	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2600	0,03	0,03
AA27	936,99	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2600	0,03	0,03
AA28	1179,69	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2800	0,03	0,03
AA29	638,78	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2300	0,03	0,03
AA30	620,15	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2300	0,03	0,03
AA31	2555,93	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	5000	0,06	0,06
AA32	2555,18	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	5000	0,06	0,06
AA33	380,45	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	1900	0,02	0,02
AA34	407,26	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2100	0,02	0,02
AA35	482,09	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2100	0,02	0,02
AA36	449,20	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2100	0,02	0,02
AA37	737,02	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2400	0,03	0,03
AA38	236,67	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	1700	0,02	0,02
AA39	485,34	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	1900	0,02	0,02
AA40	786,67	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2400	0,03	0,03
AA41	700,92	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2400	0,03	0,03
AA42	358,07	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	1900	0,02	0,02
AA43	330,41	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	1900	0,02	0,02
AA44	483,87	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2100	0,02	0,02
AA45	491,07	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2100	0,02	0,02
			UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	10100	0,12	
AA46	895,09	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	CASABERA DE 9 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 12 TRABAJADORES	4560	0,05	0,17
			UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	9300	0,11	
AA47	7257,08	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	CASABERA DE 6 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 10 TRABAJADORES	3200	0,04	0,14
AB1		RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	CASABERA DE 6 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 8 TRABAJADORES	6400	0,07	0,07
AB2	381,96	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	1900	0,02	0,02
AB3	999,07	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2600	0,03	0,03
AB4	3586,94	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	5600	0,06	0,06
AB5	2472,87	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	4500	0,05	0,05
			UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3800	0,04	
AB6	17150,01	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	CASABERA DE 12 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 15 TRABAJADORES	6000	0,07	0,14
			AGROPECUARIO	PARCELA DESTINADA A LA CRIA Y CUIDADO DE ANIMALES CON ESPACIO PARA 30 BOVINOS, 300 POLLOS, 100 PAVOS	2420	0,03	
			UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	10500	0,12	
AB7	8478,95	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	CASABERA DE 6 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 8 TRABAJADORES	3040	0,04	0,16
AB8	3488,50	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	5500	0,06	0,06
AB9	1935,12	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3800	0,04	0,04
AB10	1155,05	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2800	0,03	0,03
AB11	1632,62	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3400	0,04	0,04
AB12	906,18	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2600	0,03	0,03
AB13	806,07	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2500	0,03	0,03
			UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	5000	0,06	
AB14	2664,57	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	CASABERA DE 4 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 5 TRABAJADORES	2000	0,02	0,08
AB15	1013,05	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2800	0,03	0,03
AB16	1013,05	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2800	0,03	0,03
AB17	1013,05	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2800	0,03	0,03
AB18	2282,73	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	4500	0,05	0,05
AB19	1103,46	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2800	0,03	0,03
AB20	1375,21	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3000	0,03	0,03
AB21	858,72	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2500	0,03	0,03
AB22	859,03	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2500	0,03	0,03
AB23	961,42	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2600	0,03	0,03
AB24	1059,38	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2800	0,03	0,03
AB25	998,56	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2600	0,03	0,03
			UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	5000	0,06	
AB26	2676,89	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	CASABERA DE 6 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 8 TRABAJADORES	3040	0,04	0,09

Figura 35. Lista de cálculo de dotación por parcelas para el Sector “El Rincón”

(1)

Fuente: Campos, Daniel (2022)

PARCELA	ÁREA (m2)	ZONIFICACIÓN	USO	DESCRIPCIÓN	DOTACION (l/día)	Gasto (l/s)	Gasto Total PP
AC1	4860,04	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	6900	0,08	0,08
AC2	1110,42	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2800	0,03	0,03
AC3	821,10	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2500	0,03	0,03
AC4	659,67	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2300	0,03	0,03
AC5	851,46	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2500	0,03	0,03
			UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	6500	0,08	
AC6	4441,59	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	CASABERA DE 6 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 8 TRABAJADORES	3040	0,04	0,11
AC7	912,33	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2600	0,03	0,03
AC8	1031,43	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2800	0,03	0,03
AC9	1224,69	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3000	0,03	0,03
			UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2800	0,03	
AC10	1148,94	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	CASABERA DE 6 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 8 TRABAJADORES	3040	0,04	0,07
AC11	302,95	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	1900	0,02	0,02
AC12	310,88	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	1900	0,02	0,02
AC13	300,27	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	1900	0,02	0,02
AD1	929,71	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2600	0,03	0,03
AD2	974,60	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2600	0,03	0,03
AD3	1117,16	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2800	0,03	0,03
AD4	1160,58	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2800	0,03	0,03
AD5	1221,64	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3000	0,03	0,03
			UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3800	0,04	
AD6	1906,31	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	CASABERA DE 3 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 5 TRABAJADORES	1600	0,02	0,06
AE1	1414,45	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3400	0,04	0,04
AE2	1007,12	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2800	0,03	0,03
			UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2800	0,03	
AE3	1185,89	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	CASABERA DE 8 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 12 TRABAJADORES	4160	0,05	0,08
			UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	5500	0,06	
AE4	3406,49	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	CASABERA DE 6 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 5 TRABAJADORES	2800	0,03	0,10
AE5	906,54	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2600	0,03	0,03
AE6	1456,86	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3400	0,04	0,04
AE7	529,42	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2200	0,03	0,03
AE8	729,80	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2400	0,03	0,03
AE9	825,51	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2500	0,03	0,03
AE10		RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	CASABERA DE 6 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 8 TRABAJADORES	2880	0,03	0,03
AF1	780,38	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2400	0,03	0,03
			UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2800	0,03	
AF2	1067,71	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	CASABERA DE 6 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 5 TRABAJADORES	2800	0,03	0,06
AF3	1288,96	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3000	0,03	0,03
AF4	1558,59	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3400	0,04	0,04
AF5	1559,35	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3400	0,04	0,04
AF6	1827,96	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3800	0,04	0,04
			UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2800	0,03	
AF7	1133,76	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	CASABERA DE 4 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 4 TRABAJADORES	1920	0,02	0,05
AF8	2176,20	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	4500	0,05	0,05
AF9	1365,97	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3000	0,03	0,03
			UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	5000	0,06	
AF10	2719,52	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	CASABERA DE 6 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 8 TRABAJADORES	3040	0,04	0,09
AF11	2176,71	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	4500	0,05	0,05
AF12	2077,73	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	4500	0,05	0,05
AF13	2351,18	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	4500	0,05	0,05
AF14	2176,46	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	4500	0,05	0,05
AF15	4580,47	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	6600	0,08	0,08
			UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	6300	0,07	
AF16	4225,38	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	CASABERA DE 4 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 5 TRABAJADORES	2000	0,02	0,10
AF17	1649,97	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3400	0,04	0,04
AF18	1490,66	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3400	0,04	0,04
			UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	4500	0,05	
AF19	2472,88	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	CASABERA DE 6 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 8 TRABAJADORES	1046	0,01	0,06
			UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	7200	0,08	
AF20	5115,78	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	CASABERA DE 8 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 10 TRABAJADORES	4000	0,05	0,13
			UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	5200	0,06	
AF21	3124,03	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	CASABERA DE 6 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 6 TRABAJADORES	2880	0,03	0,09
AF22		RESIDENCIAL	AGROPECUARIO	PARCELA DESTINADA A LA CRIA Y CUIDADO DE ANIMALES CON ESPACIO PARA 20 BOVINOS	800	0,01	0,01

Figura 36. Lista de cálculo de dotación por parcelas para el Sector “El Rincón”
(2)

Fuente: Campos, Daniel (2022)

PARCELA	ÁREA (m2)	ZONIFICACIÓN	USO	DESCRIPCIÓN	DOTACION (l/día)	Gasto (l/s)	Gasto Total PP
AG1	869.04	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2500	0.03	0.03
AG2	1579.61	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3400	0.04	0.09
			INDUSTRIAL	CASABERA DE 8 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 10 TRABAJADORES	4000	0.05	
AG3	1128.21	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2800	0.03	0.03
			UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2400	0.03	
AG4	702.83	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	CASABERA DE 6 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 6 TRABAJADORES	2880	0.03	0.06
			UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2200	0.03	
AG5	588.65	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2200	0.03	0.03
AG6	612.52	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2300	0.03	0.03
AG7	1377.47	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3000	0.03	0.04
		RESIDENCIAL	AGROPECUARIO	PARCELA DESTINADA A LA CRÍA Y CUIDADO DE ANIMALES CON ESPACIO PARA 20 PORCINOS	600	0.01	
AG8	2382.27	RESIDENCIAL	AGROPECUARIO	PARCELA DESTINADA A LA CRÍA Y CUIDADO DE ANIMALES CON ESPACIO PARA 10 BOVINOS	4500	0.05	0.05
AG9	1561.96	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3400	0.04	0.04
AG10	472.29	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	1900	0.02	0.02
AG11	1734.33	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3800	0.04	0.04
AG12	525.19	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2200	0.03	0.03
AG13		RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	CASABERA DE 18 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 30 TRABAJADORES	9600	0.11	0.11
AG14		RESIDENCIAL	AGROPECUARIO	PARCELA DESTINADA A LA CRÍA Y CUIDADO DE ANIMALES CON ESPACIO PARA 20 BOVINOS, 10 EQUINOS, 30 PORCINOS	2100	0.02	0.02
AG15	2672.90	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	5000	0.06	0.06
AG16	1202.80	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3000	0.03	0.03
AG17	1351.46	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3000	0.03	0.09
			INDUSTRIAL	CASABERA DE 9 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 12 TRABAJADORES	4560	0.05	
AG18		RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	CASABERA DE 12 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 15 TRABAJADORES	6000	0.07	0.07
AG19	349.29	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	1900	0.02	0.02
AG20	371.20	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	1900	0.02	0.02
			UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2200	0.03	
AG21	521.13	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	CASABERA DE 6 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 6 TRABAJADORES	2880	0.03	0.06
AH1	1491.21	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3400	0.04	0.05
			AGROPECUARIO	PARCELA DESTINADA A LA CRÍA Y CUIDADO DE ANIMALES CON ESPACIO PARA 20 BOVINOS	800	0.01	
AH2	191.91	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	1500	0.02	0.02
AH3	274.73	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	1700	0.02	0.02
AH4	863.28	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2500	0.03	0.03
AH5	403.88	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2100	0.02	0.02
AH6	1657.29	RESIDENCIAL		TEMPLO	828.645	0.01	0.01
AH7	4462.32	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	6500	0.08	0.08
			AGROPECUARIO	PARCELA DESTINADA A LA CRÍA Y CUIDADO DE ANIMALES CON ESPACIO PARA 20 BOVINOS	800	0.01	
AH8	1374.46	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3000	0.03	0.03
AH9	1656.70	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3400	0.04	0.04
AH10	1175.12	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2800	0.03	0.03
AH11	1244.67	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3000	0.03	0.03
AH12	2344.67	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	4500	0.05	0.09
			INDUSTRIAL	CASABERA DE 6 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 8 TRABAJADORES	3040	0.04	
AH13	629.00	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2300	0.03	0.03
AH14	1288.47	RESIDENCIAL		PARQUE	322.1175	0.00	0.00
AH15	1197.85	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2800	0.03	0.03
AH16	679.32	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2300	0.03	0.03
AH17	1322.28	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3000	0.03	0.09
			INDUSTRIAL	CASABERA DE 9 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 12 TRABAJADORES	4560	0.05	
AH18	1937.29	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3800	0.04	0.04
AH19	5048.88	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	7100	0.08	0.08
			AGROPECUARIO	PARCELA DESTINADA A LA CRÍA Y CUIDADO DE ANIMALES CON ESPACIO PARA 200 POLLOS	40	0.00	
AH20	4732.58	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	6800	0.08	0.08
AH21	2545.55	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	5000	0.06	0.06

Figura 37. Lista de cálculo de dotación por parcelas para el Sector “El Rincón”
(3)

Fuente: Campos, Daniel (2022)

PARCELA	ÁREA (m2)	ZONIFICACIÓN	USO	DESCRIPCIÓN	DOTACION (l/d)	Gasto (l/s)	Gasto Totl PP (l/s)
A11	1759.56	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3800	0.04	0.04
A12		RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	CASABERA DE 8 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 10 TRABAJADORES	4000	0.05	0.05
A13	2166.46	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	4500	0.05	0.05
A14	2601.00	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	5000	0.06	0.06
A15		RESIDENCIAL	AGROPECUARIO	PARCELA DESTINADA A LA CRIA Y CUIDADO DE ANIMALES CON ESPACIO PARA 30 BOVINOS	1200	0.01	0.01
A16	5839.51	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	7900	0.09	0.10
			AGROPECUARIO	PARCELA DESTINADA A LA CRIA Y CUIDADO DE ANIMALES CON ESPACIO PARA 10 EQUINOS	400	0.00	
A17	622.03	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2300	0.03	0.03
A18	730.80	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2400	0.03	0.03
A19		RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	CASABERA DE 6 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 8 TRABAJADORES	3040	0.04	0.04
A110		RESIDENCIAL	AGROPECUARIO	PARCELA DESTINADA A LA CRIA Y CUIDADO DE ANIMALES CON ESPACIO PARA 10 BOVINOS (L.ECHERO), 20 BOVINOS (COMUNES)	2000	0.02	0.02
			UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	7500	0.09	
A111	5466.46	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	CASABERA DE 6 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 8 TRABAJADORES	3040	0.04	0.12
A112	1615.06	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3400	0.04	0.04
			UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	7300	0.08	
A113	5268.46	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	CASABERA DE 9 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 12 TRABAJADORES	4560	0.05	0.14
A114	2549.57	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	5000	0.06	0.06
			UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	6200	0.07	
A115	4137.26	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	CASABERA DE 6 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 6 TRABAJADORES	2880	0.03	0.11
			AGROPECUARIO	PARCELA DESTINADA A LA CRIA Y CUIDADO DE ANIMALES CON ESPACIO PARA 5 EQUINOS	200	0.00	
A116	1774.98	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3800	0.04	0.04
A117	4807.45	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	6900	0.08	0.08
A118	1615.06	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3400	0.04	0.04
A119	1694.69	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3400	0.04	0.04
A120	593.39	RESIDENCIAL		MERCADO CON AREA DE VENTAS DE 10X10m	1500	0.02	0.02
			UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	5900	0.07	
A121	3885.75	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	CASABERA DE 6 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 4 TRABAJADORES	2720	0.03	0.10
A122		RESIDENCIAL	AGROPECUARIO	PARCELA DESTINADA A LA CRIA Y CUIDADO DE ANIMALES CON ESPACIO PARA 40 BOVINOS	1600	0.02	0.02
A123	1413.42	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3400	0.04	0.04
A124	328.60	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	1900	0.02	0.02
A125	1214.23	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3000	0.03	0.03
A1		RESIDENCIAL		CENTRO MEDICO ASISTENCIAL CON 5 CONSULTORIOS PREPARADOS PARA CONSULTA EXTERNA	2500	0.03	
A12	1328.32	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3000	0.03	0.03
A13	569.42	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2200	0.03	0.03
A14	590.55	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2200	0.03	0.03
A15	655.23	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2300	0.03	0.03
A16	260.86	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	1700	0.02	0.02
A17		RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	CASABERA DE 9 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 12 TRABAJADORES	3690	0.04	0.04
A18	312.79	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	1900	0.02	0.02
			UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	5400	0.06	
A19	3385.89	RESIDENCIAL	AGROPECUARIO	PARCELA DESTINADA A LA CRIA Y CUIDADO DE ANIMALES CON ESPACIO PARA 100 POLLOS, 100 PAVOS	40	0.00	0.06
A110	1993.85	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3800	0.04	0.04
A111	1055.13	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2800	0.03	0.03
A112		RESIDENCIAL	AGROPECUARIO	PARCELA DESTINADA A LA CRIA Y CUIDADO DE ANIMALES CON ESPACIO PARA 300 POLLOS	60	0.00	0.00
A113	374.39	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	1900	0.02	0.02
A114	558.73	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2200	0.03	0.03
A115	598.39	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2200	0.03	0.03
A116	1039.00	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2800	0.03	0.03
A117	1065.59	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2800	0.03	0.03
A118	818.07	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2500	0.03	0.03
A119	1417.85	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3400	0.04	0.04
A120	1637.07	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3400	0.04	0.04
A121	2127.44	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	4500	0.05	0.05
A122	523.06	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2200	0.03	0.03
A123	442.87	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2100	0.02	0.02
			UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	2600	0.03	
A124	902.58	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	CASABERA DE 6 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 6 TRABAJADORES	2880	0.03	0.06
			UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	5000	0.06	
A125	2774.40	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	CASABERA DE 6 PLANCHAS CON ESPACIOS PREPARADOS PARA 6 TRABAJADORES	2880	0.03	0.09
A126	1755.55	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	3800	0.04	0.04
A127	2806.58	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	5000	0.06	0.06
A128	3005.72	RESIDENCIAL	UNIFAMILIAR	PARCELA CERCADA DESTINADA A VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN NIVEL	5100	0.06	0.06
						TOTAL GASTO	9.8298

Figura 38. Lista de cálculo de dotación por parcelas para el Sector “El Rincón” (4)

Fuente: Campos, Daniel (2022)

Luego de calcular la dotación o gasto requerido para toda la zona en estudio, es pertinente hacer una comparación con la capacidad de la fuente (pozo subterráneo) con la finalidad de determinar, si la fuente tiene la capacidad de abastecer a todo el sistema

en simultáneo, o si, por el contrario, es necesario realizar un plan de distribución con la finalidad de poder distribuir agua a toda la zona partiendo de la fuente existente.

Dotación o Gasto Total para el Sector “El Rincón”: 9,8298 l/s

La capacidad de la fuente que abastece el sistema es de 2,7 l/s (según datos del Concejo Comunal “El Rincón”), representando esto poco más de la cuarta parte de la dotación requerida para el Sector “El Rincón”.

A continuación, se presentará un caso hipotético de estudio del sistema de bombeo, con la finalidad de estudiar la capacidad del equipo de bombeo existente. Las condiciones para el caso de estudio son las siguientes:

horas de bombeo: 24 horas

$$HB = \Delta Z$$

Pb: 5 HP (Potencia de la bomba existente)

Qm: 2,7 l/s (Capacidad de la fuente)

$$Qb = \frac{24 * 2,7 * 1,5}{24} = 4,05 \text{ l/s}$$

$$Pb = \frac{\gamma H_2 O * h_b * Q_b}{76 * \eta} \quad 5 = \frac{1000 * \Delta Z * 4,05 * 10^{-3}}{76 * 0,85}$$

$$\Delta Z = 79,753 \text{ m}$$

El cálculo realizado anteriormente da una muestra clara de una de las carencias del sistema de distribución de aguas blancas existente en el Sector “El Rincón”. Y es la potencia de la bomba instalada, que resulta insuficiente para el mencionado sistema.

4.1.3 Observación directa de la problemática.

El siguiente paso en el diagnóstico de la situación actual del sistema de distribución de aguas blancas en el sector “El Rincón”, será realizar una observación directa en la zona, la cual permitirá al autor recoger información de importancia sobre la problemática.

En la observación estructurada realizada, se utilizó una lista de cotejo como herramienta de recolección de información, luego de realizada la observación, a continuación, se presenta la lista de cotejo que muestra los resultados obtenidos de la observación. El cuadro 3 muestra la lista de cotejo realizada durante la observación a la zona en estudio.

Cuadro 3. Lista de Cotejo para el Sector “El Rincón”

Aspecto en Evaluación	Resultado de la observación	
	SI	NO
Existencia de fuente de abastecimiento	✓	
Existencia de obra de captación	✓	
Existencia de obras de distribución de aguas	✓	
Existencia de tuberías en la zona en estudio	✓	
Existencia de tuberías en toda la zona en estudio		✓
Existencia de válvulas de paso	✓	
Existencia de evidencia de reparaciones en las tuberías de distribución de aguas	✓	
Existencia de roturas que se presentan actualmente en las tuberías de distribución de aguas	✓	
Existencia de perforaciones para reparar fallos en las tuberías		✓
Existencia de pavimentos en la zona en estudio	✓	
Existencia de pavimentos en toda la zona en estudio		✓
Existencia de “acera” en la vialidad	✓	
Existencia de “acera” en toda la vialidad		✓
Existencia de drenajes urbanos en la zona		✓
Existencia de sistemas de cloacas en la zona en estudio		✓
Existencia de otros servicios subterráneos además del agua		✓

Fuente: Campos, Daniel (2022)

Además de la lista de cotejo, durante la observación directa realizada, se tomaron fotografías a lo largo de toda la zona estudiada, en donde se aprecian diversos aspectos interesantes relativos al Sector “El Rincón”. Las fotografías tomadas serán utilizadas para realizar un registro fotográfico, en el cuál se presentan las fotografías y la descripción de lo que se aprecia en ella, o lo que se quiere mostrar mediante ella (Ver figuras 39 a 45).



Figura 39. Registro Fotográfico #1 en el Sector “El Rincón”

Fuente: Campos, Daniel (2022)



Figura 40. Registro Fotográfico #2 en el Sector “El Rincón”

Fuente: Campos, Daniel (2022)



Figura 41. Registro Fotográfico #3 en el Sector “El Rincón”

Fuente: Campos, Daniel (2022)



Figura 42. Registro Fotográfico #4 en el Sector “El Rincón”

Fuente: Campos, Daniel (2022)



Figura 43. Registro Fotográfico #5 en el Sector “El Rincón”

Fuente: Campos, Daniel (2022)



Figura 44. Registro Fotográfico #6 en el Sector “El Rincón”

Fuente: Campos, Daniel (2022)



Figura 45. Registro Fotográfico #7 en el Sector “El Rincón”

Fuente: Campos, Daniel (2022)

4.1.4 Entrevistas

Para finalizar con el proceso de recolección de información, se realizarán entrevistas con conocedores del tema y de la problemática en estudio, la finalidad de éstas entrevistas, es que mediante ellas los entrevistados puedan proporcionar opiniones e información que acerquen al autor a una conclusión acertada al momento de realizar el diagnóstico final sobre el sistema de distribución de aguas blancas en el Sector “El Rincón”.

A continuación, se presenta una lista de los entrevistados, así como también una breve credencial que exponga el motivo por el cual han sido elegidos para dicha entrevista.

Ciudadano, José Campos: Encargado del servicio del agua en la zona en estudio, conocedor de la problemática debido a su cargo y residencia en la zona.

Ciudadano, Miguel Calderón: Vicepresidente Concejo Comunal “El Rincón”, conocedor de la problemática debido a su cargo y residencia en la zona.

La información obtenida en las entrevistas se va a exponer y comparar mediante un cuadro comparativo, el cual se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4. Cuadro comparativo de información obtenida.

	José Campos	Miguel Calderón
Posibles causas de la deficiencia	<ul style="list-style-type: none"> Falta de aporte de presión por parte del equipo de bombeo Tuberías en mal estado Falta de llaves de paso o de cierre, que permitan la ejecución de un plan eficiente de distribución de aguas. 	<ul style="list-style-type: none"> Equipo de bombeo deficiente Tubería en estado de deterioro debido a la actividad industrial de la zona Crecimiento Poblacional
Propuesta de mejora partiendo del sistema de distribución de aguas blancas existente en el sector “El Rincón”	<ul style="list-style-type: none"> Equipar el sistema con un equipo de bombeo de mayor potencia Colocar llaves de paso ubicadas estratégicamente, para poder regular el flujo de aguas en toda la red de distribución, y así ejecutar un plan de distribución de aguas. 	<ul style="list-style-type: none"> Gestionar de mejor manera la distribución de las aguas blancas Ampliar la red de distribución de aguas blancas Sustituir el equipo de bombeo por uno con mayor potencia
Aspectos a considerar para el diseño de un nuevo sistema de distribución de aguas blancas en el Sector “El Rincón”	<ul style="list-style-type: none"> Cubrir toda la zona ocupada residencial y/o comercialmente del Sector “El Rincón” Considerar los aspectos expuestos en el apartado anterior. 	<ul style="list-style-type: none"> Ubicación de las válvulas de paso Cobertura de la red de distribución de aguas blancas Posible construcción de un pozo complementario
Aspectos positivos relativos al servicio del agua en el Sector “El Rincón” (Sin tomar en cuenta la red de distribución de aguas blancas)	<ul style="list-style-type: none"> Existencia de la fuente de abastecimiento y de obras de captación Calidad comprobada de la fuente de abastecimiento 	<ul style="list-style-type: none"> Existencia de fuente de abastecimiento Agua de buena calidad Contribución ciudadana a la financiación de las obras relativas al servicio.
Aspectos negativos relativos al servicio del agua en el Sector “El Rincón” (Sin tomar en cuenta la red de distribución de aguas blancas)	<ul style="list-style-type: none"> Ubicación de la fuente topográficamente desfavorable, provocando que el la distribución de aguas blancas deba hacerse cuesta arriba Capacidad de la fuente de abastecimiento insuficiente (probablemente) para abastecer en simultaneo a toda la población proyectada. 	<ul style="list-style-type: none"> La distribución se debe hacer cuesta arriba Transito pesado sobre el pavimento debido a la actividad industrial de la zona pudiera afectar las tuberías

Fuente: Campos, Daniel (2022)

4.1.5 Análisis FODA

Luego de completar la recolección de información o datos, y haberlos analizado directamente o mediante el uso de herramientas, el autor propone la realización de una matriz FODA y mediante ésta presentar el diagnóstico de la situación actual del sistema de distribución de aguas blancas en el Sector “El Rincón” – Municipio Libertador, Estado. Carabobo.

El grafico muestra la matriz FODA relativa a la situación actual del sistema de distribución de aguas blancas en el Sector “El Rincón”

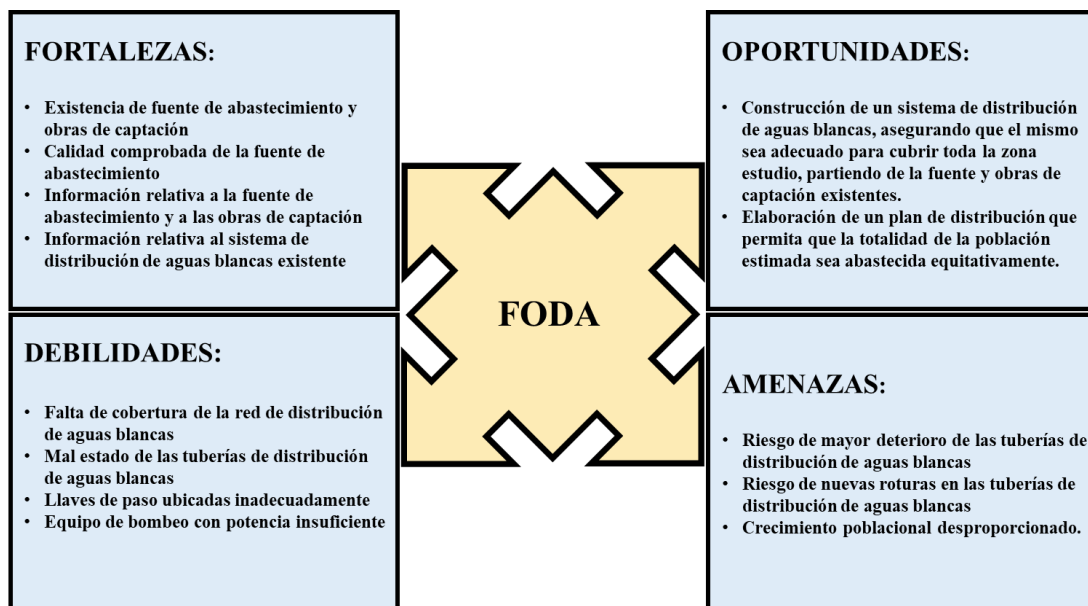


Gráfico 5. Matriz FODA para el sistema de distribución de aguas blancas existente en el Sector “El Rincón”

Fuente: Campos, Daniel (2022)

4.2 FASE II: Análisis de los factores que afectan el rendimiento del sistema de distribución de aguas blancas en el Sector “El Rincón” – Municipio Libertador, Edo. Carabobo.

Partiendo de toda la información obtenida en la Fase I del presente trabajo de grado relativa al diagnóstico de la situación actual del sistema de distribución de aguas blancas en el Sector “El Rincón”, se va a realizar a continuación un diagrama de causa

y efecto, que presente aquellos factores que probablemente están provocando deficiencia en el mencionado sistema.

El gráfico 6 presenta el Diagrama de Causa y Efecto para el sistema de distribución de aguas blancas en el Sector “El Rincón”

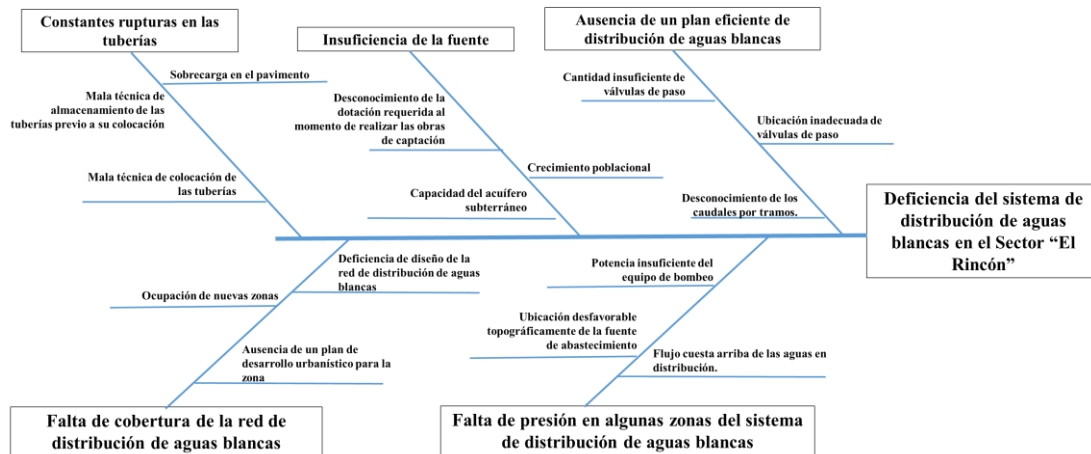


Gráfico 6. Diagrama de Causa y Efecto para el sistema de distribución de aguas blancas existente en el Sector “El Rincón”

Fuente: Campos, Daniel (2022)

Además del diagrama de causa y efecto presentado, se van a presentar los factores evidenciados que afectan el rendimiento del sistema de distribución de aguas blancas en el Sector “El Rincón”, y de la misma manera se presentará la manera en que se ve afectado el mismo por cada factor mencionado.

- Equipo de bombeo: En el Sector “El Rincón”, el equipo de bombeo en existencia, tiene una potencia de 5 HP (caballos de fuerza), sobre el mencionado equipo se ha determinado que la potencia que este aporta al sistema de distribución de aguas blancas es insuficiente. Debido a la ubicación de la fuente de abastecimiento de agua y a la topografía de la zona, la distribución del vital líquido debe hacerse venciendo una diferencia de altura, para esto es importante el equipo de bombeo, que será el encargado de aportar al sistema de distribución

de aguas blancas la potencia necesaria para asegurar que el agua llegue con buena presión a todos los puntos del mencionado sistema.

- Ubicación de la fuente de abastecimiento: La ubicación de la fuente de abastecimiento es un aspecto de suma importancia, pues es el punto de partida de todo el sistema de abastecimiento de aguas blancas. En el Sector “El Rincón”, la ubicación de la fuente de abastecimiento no es la más conveniente debido a las características topográficas de la zona.
- Cobertura de la red de distribución de aguas blancas: En el Sector “El Rincón” la cobertura de la red de distribución de aguas blancas no es total, es decir, hay zonas pobladas pertenecientes a dicho Sector donde no existen las tuberías. Éste es un aspecto a tener en cuenta al momento del diseño de un nuevo sistema de distribución de aguas blancas, pues en éste mismo, se debe asegurar que la red de distribución de aguas blancas alcance todas las zonas pobladas pertenecientes al Sector “El Rincón”.
- Colocación de las válvulas de paso: Las válvulas de paso o de cierre son claves en el sistema de distribución de aguas blancas, debido a que permiten controlar el flujo del agua por las tuberías, abriendo o cerrando las mismas según sea necesario. En el Sector “El Rincón” actualmente las válvulas de paso no tienen la cantidad ni la ubicación adecuada según las normativas correspondientes, provocando esto grandes problemas a la hora de realizar la distribución de agua. Al realizar el diseño de un sistema de abastecimiento de aguas para el Sector “El Rincón” se debe tener en cuenta este aspecto, ya que mediante la colocación de éstas válvulas se podrá controlar el flujo de agua por la red de distribución, debido a la configuración urbanística particular de la zona y a la capacidad de la fuente, es sumamente importante este apartado, dado que la fuente no es capaz de abastecer a todo el sector de manera simultánea, haciendo necesario hacer una distribución por sectores. Adicional a lo anterior, las válvulas de paso y su ubicación son importantes a la hora de reparar fallas en el sistema.

- Estado de las tuberías que conforman la red de distribución de aguas blancas: El estado de las tuberías es un factor de importancia al momento de estudiar el rendimiento de cualquier sistema de distribución de aguas blancas. En la actualidad, las tuberías que forman parte de la red de distribución de aguas blancas en el Sector “Rincón” se encuentran deterioradas hasta el punto de ser muy susceptibles a roturas, dado lo anterior, se plantea un diseño completamente nuevo para el sistema de distribución de aguas blancas.
- Incapacidad de la fuente para abastecer de manera simultánea a toda la red de distribución de aguas blancas: La fuente de la cual se abastece de aguas blancas el Sector “El Rincón” no tiene la capacidad suficiente para abastecer a todo el Sector de manera simultánea, esto obliga a la realización de un plan de distribución de aguas que mediante la apertura y cierre de válvulas de paso, permita controlar el flujo, de manera que se pueda asegurar una distribución equitativa del vital líquido a todos los puntos que hacen parte de la red de distribución de aguas blancas.

4.3 Fase III: Diseño de un sistema de distribución de aguas blancas en el Sector “El Rincón” – Municipio Libertador, Edo. Carabobo.

Al momento de realizar el diseño de un sistema de distribución de aguas blancas se debe disponer de información relativa a la zona donde se haya de realizar el diseño, tal información debe ser previamente recolectada para poder dar inicio al diseño, ésta información es la siguiente:

- Plano escalado de la zona, donde se aprecien claramente las calles.
- Plano escalado de la zona, donde se aprecien claramente las calles y las parcelas junto con sus linderos y su respectiva identificación.
- Plano de curvas de nivel de la zona.
- Proyecto de urbanismo de la zona según el cual se ha realizado la distribución de las parcelas y la ocupación de las mismas. Si no existiera tal documento o

no se tuviera disposición del mismo, se debe conocer la ocupación de la totalidad de las parcelas.

- Listado de parcelas con sus respectivas dotaciones

La información listada anteriormente, fue presentada en las figuras 27 al 30 y 35 al 38 del presente. Partiendo de ésta información se puede dar inicio al diseño, donde el primer paso es realizar sobre el plano de carreteras el trazado de líneas que serán representativas de las tuberías que conforman la red de distribución de aguas blancas.

La figura 46 muestra el plano de las calles, parcelas y tuberías correspondientes a la red de distribución de aguas blancas a diseñar.

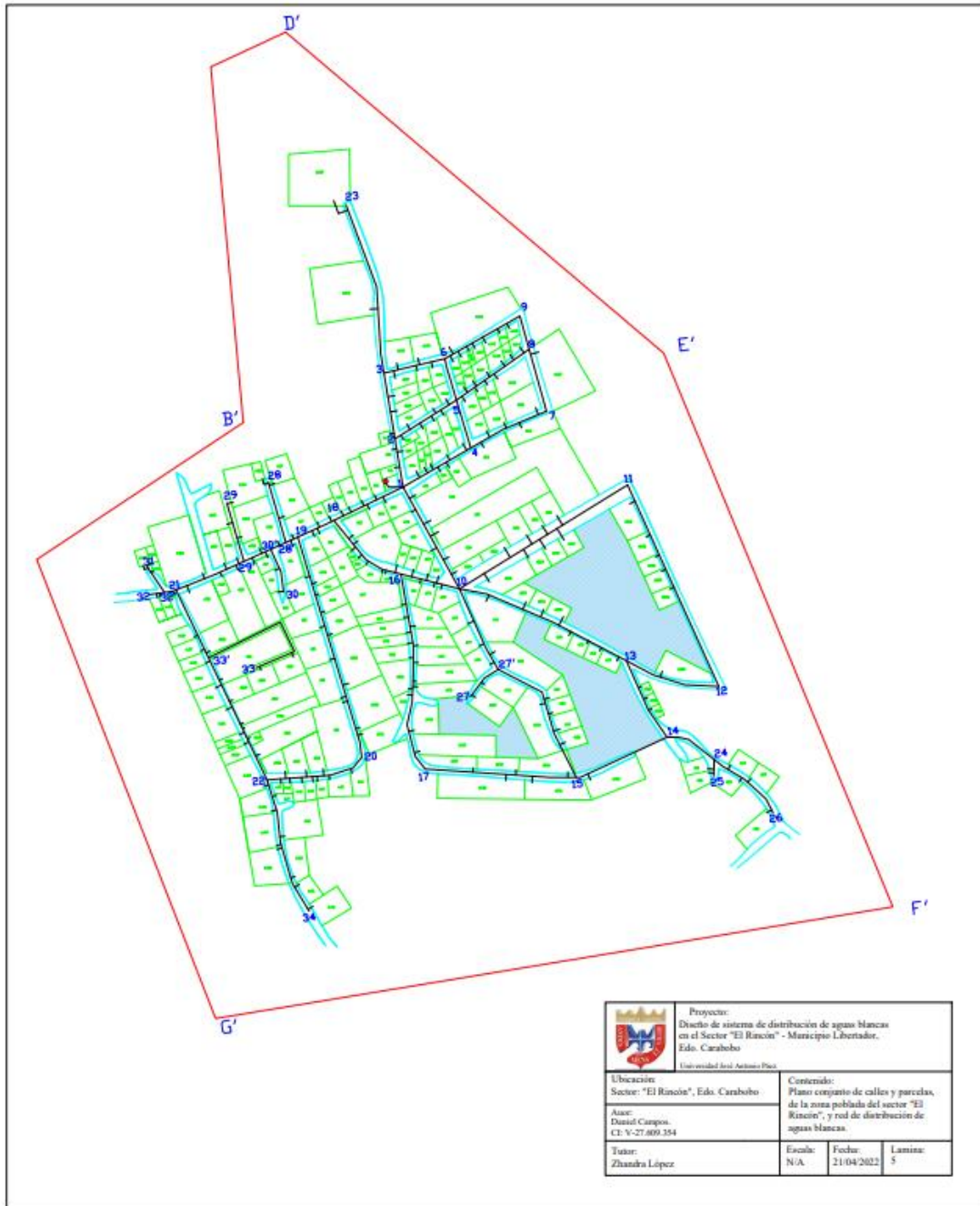


Figura 46. Plano de calles, parcelas y tubería correspondientes al diseño a proponer de un sistema de distribución de aguas en el Sector “El Rincón”

Fuente: Campos, Daniel (2022)

Con la finalidad de mostrar de una mejor manera lo que sería la red de distribución de aguas blancas en el Sector “El Rincón”, la figura 47 muestra la red de distribución de aguas blancas, aislada de las calles y parcelas.

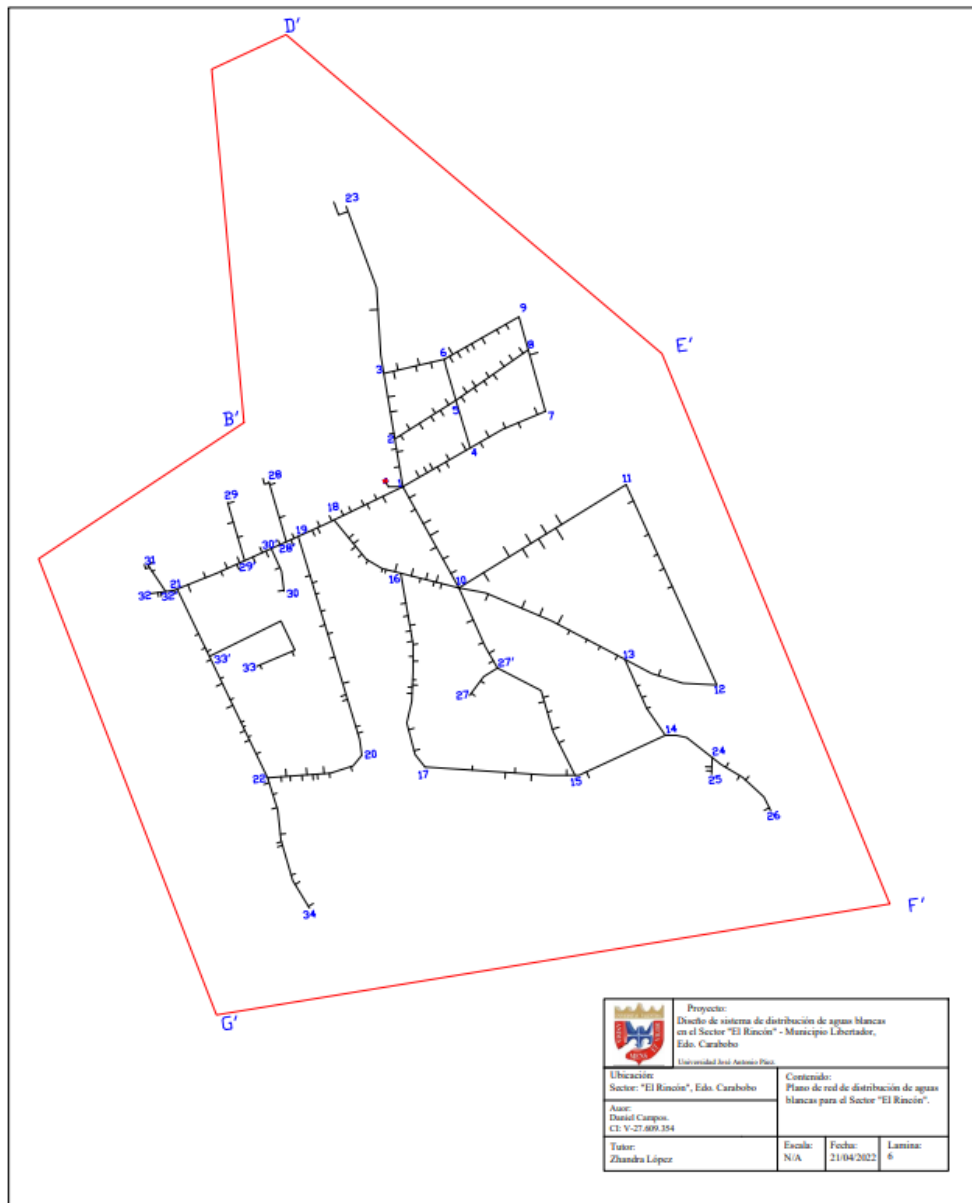


Figura 47. Plano de tuberías correspondientes al diseño a proponer de un sistema de distribución de aguas en el Sector “El Rincón”

Fuente: Campos, Daniel (2022)

Partiendo de la lista de parcelas con sus respectivas dotaciones, es importante obtener las dotaciones por tramos o lo que será equivalente, el gasto por tramos, tomando como referencia el plano de la red de distribución de aguas blancas en el cuál se han nombrado los puntos de interés pertenecientes a la misma y se han trazado las conexiones de cada parcela a la red.

Las figuras 48 al 52 muestran la lista de tramos y parcelas que los integran, con sus respectivos gastos, tanto para cada parcela como para cada tramo.

TRAMO	PARCELAS	GASTO POR PARCELA	GASTO POR TRAMO
1-2	AA1	0,0243	0,116
	AA2	0,0671	
	AA5	0,0243	
2-5	AA6	0,0220	0,197
	AA14	0,0324	
	AA8	0,0266	
	AA10	0,0278	
	AA18	0,0289	
	AA12	0,0324	
	AA20	0,0266	
5-4	NINGUNA	0,0000	0,000
1-4	AA4	0,0289	0,184
	AA7	0,0220	
	AA9	0,0220	
	AB2	0,0220	
	AB3	0,0301	
	AA11	0,0301	
	AA13	0,0289	
2-3	AA3	0,0243	0,084
	AA15	0,0301	
	AA16	0,0301	
3-6	AA17	0,0301	0,175
	AA22	0,0440	
	AA19	0,0289	
	AA23	0,0440	
	AA21	0,0278	
6-5	NINGUNA	0,0000	0,000
4-7	AB4	0,0648	0,237
	AA26	0,0301	
	AA28	0,0324	
	AB5	0,0521	
	AA31	0,0579	
	AA27	0,0301	
5-8	AA33	0,0220	0,289
	AA29	0,0266	
	AA35	0,0243	
	AA30	0,0266	
	AA37	0,0278	
	AA32	0,0579	
	AA40	0,0278	
	AA42	0,0220	
	AA44	0,0243	

Figura 48. Lista de gastos por tramo para el Sector “El Rincón” (1)

Fuente: Campos, Daniel (2022)

TRAMO	PARCELAS	GASTO POR PARCELA	GASTO POR TRAMO
7-8	AA47	0,1447	0,145
6-9	AA34	0,0243	0,334
	AA46	0,1697	
	AA36	0,0243	
	AA38	0,0197	
	AA39	0,0220	
	AA41	0,0278	
	AA43	0,0220	
	AA45	0,0243	
8-9	NINGUNA	0,0000	0,000
3-23	AA24	0,1238	0,259
	AA25	0,1356	
1-10	AB1	0,0741	0,535
	AE5	0,0301	
	AB6	0,1414	
	AB7	0,1567	
	AE6	0,0394	
	AB8	0,0637	
	AB12	0,0301	
1-18	AE3	0,0806	0,321
	AG1	0,0289	
	AE2	0,0324	
	AG2	0,0856	
	AG3	0,0324	
	AG4	0,0611	
18-16	AE1	0,0394	0,261
	AE4	0,0961	
	AH6	0,0096	
	AH2	0,0174	
	AH3	0,0197	
	AH4	0,0289	
	AH5	0,0243	
	AE7	0,0255	
16-10	AE8	0,0278	0,217
	AF1	0,0278	
	AE9	0,0289	
	AF2	0,0648	
	AE10	0,0333	
	AF3	0,0347	

Figura 49. Lista de gastos por tramo para el Sector “El Rincón” (2)

Fuente: Campos, Daniel (2022)

TRAMO	PARCELAS	GASTO POR PARCELA	GASTO POR TRAMO
16-17	AH7	0,0845	0,749
	AH8	0,0347	
	AF4	0,0394	
	AH9	0,0394	
	AH10	0,0324	
	AF6	0,0440	
	AH11	0,0347	
	AF8	0,0521	
	AF10	0,0931	
	AF11	0,0521	
	AH12	0,0873	
	AH13	0,0266	
	AF12	0,0521	
	AF15	0,0764	
17-15	AF17	0,0394	0,366
	AF20	0,1296	
	AF18	0,0394	
	AF21	0,0935	
	AF19	0,0642	
10-15	AF5	0,0394	0,500
	AF7	0,0546	
	AC6	0,1104	
	AF9	0,0347	
	AC7	0,0301	
	AF16	0,0961	
	AC8	0,0324	
	AC9	0,0347	
	AC10	0,0676	
27'-27	AF14	0,0521	0,104
	AF13	0,0521	
15-14	AF22	0,0093	0,009
10-13	AC1	0,0799	0,288
	AB19	0,0324	
	AB21	0,0289	
	AB23	0,0301	
	AC2	0,0324	
	AC3	0,0289	
	AC4	0,0266	
	AC5	0,0289	
13-12	AB26	0,0931	0,093

Figura 50. Lista de gastos por tramo para el Sector “El Rincón” (3)

Fuente: Campos, Daniel (2022)

TRAMO	PARCELAS	GASTO POR PARCELA	GASTO POR TRAMO
13-14	AC11	0,0220	0,066
	AC12	0,0220	
	AC13	0,0220	
14-24	NINGUNA	0,0000	0,000
24-25	AD1	0,0301	0,060
	AD2	0,0301	
24-26	AD3	0,0324	0,162
	AD4	0,0324	
	AD5	0,0347	
	AD6	0,0625	
18-19	AG5	0,0255	0,104
	AG6	0,0266	
	AH1	0,0486	
	AH14	0,0037	
19-20	AI2	0,0463	0,676
	AH15	0,0324	
	AH16	0,0266	
	AH17	0,0875	
	AI3	0,0521	
	AH18	0,0440	
	AI4	0,0579	
	AH19	0,0826	
	AI5	0,0139	
	AH20	0,0787	
	AI6	0,0961	
19-21	AH21	0,0579	0,594
	AG7	0,0417	
	AI1	0,0440	
	AG11	0,0440	
	AI7	0,0266	
	AG12	0,0255	
	AI10	0,0231	
	AG16	0,0347	
	AI17	0,0799	
	AG17	0,0875	
21-22	AI20	0,0174	0,842
	AI21	0,0998	
	AG18	0,0694	
	AJ16	0,0324	
	AJ17	0,0324	
	AI22	0,0185	
	AJ18	0,0289	
	AJ19	0,0394	
	AI11	0,1220	
	AJ20	0,0394	
	AI23	0,0394	
	AJ21	0,0521	
	AI13	0,1373	
	AI14	0,0579	
AJ22	0,0255		
AI24	0,0220		
AJ23	0,0243		
AJ24	0,0634		
AI15	0,1074		

Figura 51. Lista de gastos por tramo para el Sector “El Rincón” (4)

Fuente: Campos, Daniel (2022)

TRAMO	PARCELAS	GASTO POR PARCELA	GASTO POR TRAMO
20-22	AJ8	0,0220	0,301
	AI25	0,0347	
	AJ6	0,0197	
	AI19	0,0394	
	AJ5	0,0266	
	AI16	0,0440	
	AJ4	0,0255	
	AJ3	0,0255	
	AJ2	0,0347	
AJ1	0,0289		
21-32'	AJ13	0,0220	0,022
32'-32	AJ14	0,0255	0,051
	AJ15	0,0255	
32'-31	AG19	0,0220	0,103
	AG20	0,0220	
	AG21	0,0588	
22-34	AJ25	0,0912	0,435
	AJ7	0,0428	
	AJ26	0,0440	
	AJ9	0,0630	
	AJ27	0,0579	
	AJ28	0,0590	
	AJ10	0,0440	
	AJ11	0,0324	
AJ12	0,0007		
33'-33	AI12	0,0394	0,079
	AI18	0,0394	
30'-30	AI8	0,0278	0,063
	AI9	0,0352	
29'-29	AG13	0,1111	0,193
	AG14	0,0243	
	AG15	0,0579	
28'-28	AG8	0,0521	0,113
	AG9	0,0394	
	AG10	0,0220	
10-11	AB14	0,0810	0,323
	AB13	0,0289	
	AB15	0,0324	
	AB9	0,0440	
	AB16	0,0324	
	AB10	0,0324	
	AB17	0,0324	
	AB11	0,0394	
AB18	0,0521		
11-12	AB20	0,0347	0,178
	AB22	0,0289	
	AB24	0,0324	
	AB25	0,0301	
		TOTAL	9,8298

Figura 52. Lista de gastos por tramo para el Sector “El Rincón” (5)

Fuente: Campos, Daniel (2022)

Con el caudal de los tramos obtenido, lo siguiente es, según el plano de la red de distribución de aguas blancas, conformar las mallas y hacer una lista con los tramos que conforman cada malla.

La figura 53 muestra la lista de conformación de mallas

MALLA	TRAMOS
1.2.4.5	1-2
	1-4
	2-5
	5-4
2.3.5.6	2-3
	2-5
	3-6
	6-5
4.5.8.7	5-4
	4-7
	5-8
	7-8
5.6.8.9	6-5
	5-8
	6-9
	8-9
1.10.16.18	1-18
	1-10
	18-16
	16-10
10.11.12.13	10-11
	10-13
	13-12
	11-12
10.13.14.15	10-13
	10-15
	13-14
	15-14
10.15.16.17	10-15
	16-10
	16-17
	17-15
19.20.21.22	19-20
	19-21
	21-22
	20-22

Figura 53. Lista de conformación de mallas para el Sector “El Rincón”

Fuente: Campos, Daniel (2022)

Lo siguiente es analizar las mallas y partiendo de ello hacer una lista de las sub-redes que se forman. La figura 54 muestra cómo se ha dividido la red de distribución de aguas blancas en el Sector “El Rincón” en tres sub-redes, las cuales se han diferenciado por colores.

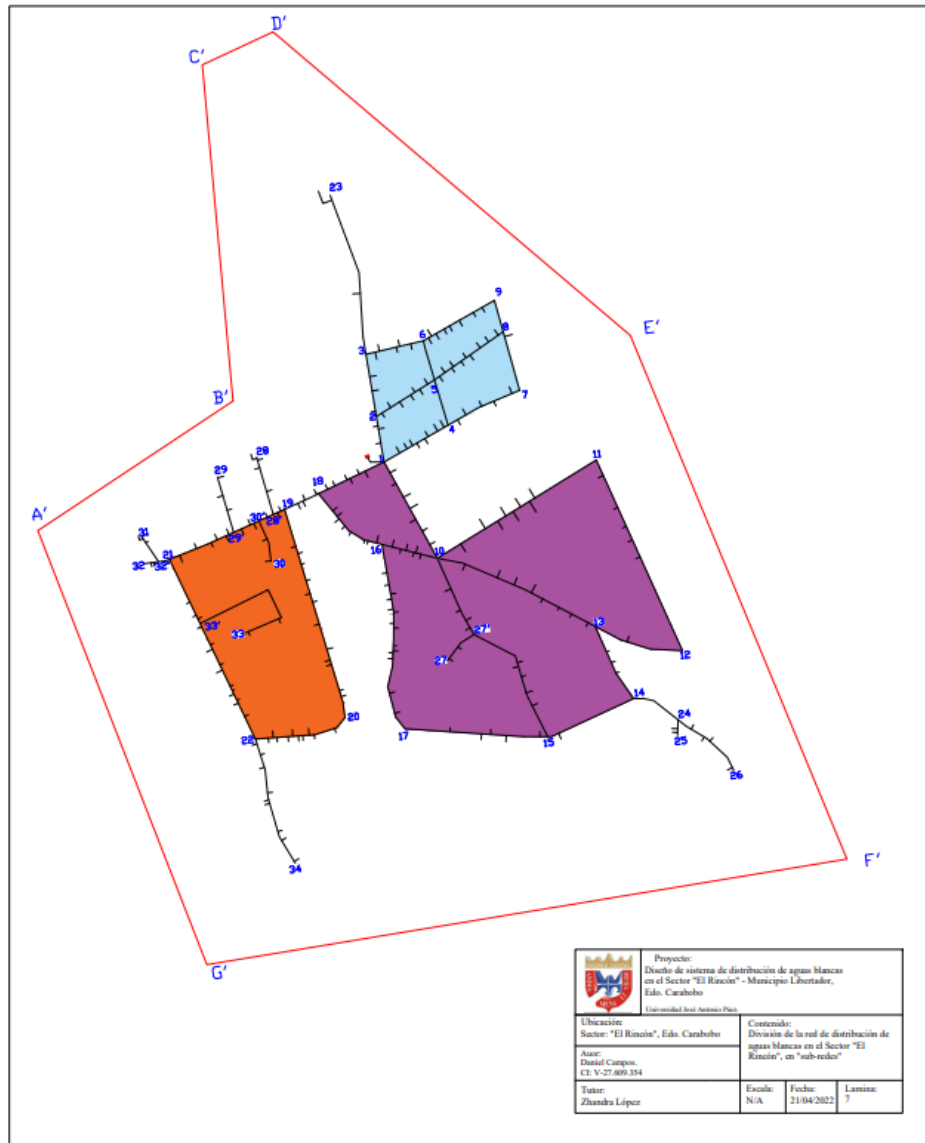


Figura 54. Plano de división de red de distribución de aguas blancas para el Sector “El Rincón”

Fuente: Campos, Daniel (2022)

Visto lo anterior, es oportuno presentar una lista que indique las sub-redes y las mallas que las conforman, así como también, el caudal o gasto que se ha de destinar a cada sub-red, según las dotaciones para cada tramo que forme parte de ellas.

La figura 55 muestra la lista de sub-redes

SUB-RED	MALLAS	GASTO (L/S)
AZUL	1.2.4.5	2,0206
	2.3.5.6	
	5.6.8.9	
	4.5.8.7	
VIOLETA	1.10.16.18	7,8092
	10.11.12.13	
	10.13.14.15	
	10.15.16.17	
NARANJA	19.20.21.22	3,4715
	TOTAL	9,8298

Figura 55. Lista de conformación de sub-redes para el Sector “El Rincón”

Fuente: Campos, Daniel (2022)

Teniendo la información anterior y siguiendo el procedimiento explicado en el capítulo II del presente trabajo de grado, se calcularán los diámetros de las tuberías que conforman cada una de las sub-redes presentadas.

4.3.1 Cálculo de sub-red “azul”

La figura 56 muestra el plano de las sub-red “Azul”, así como también los puntos que la conforman.

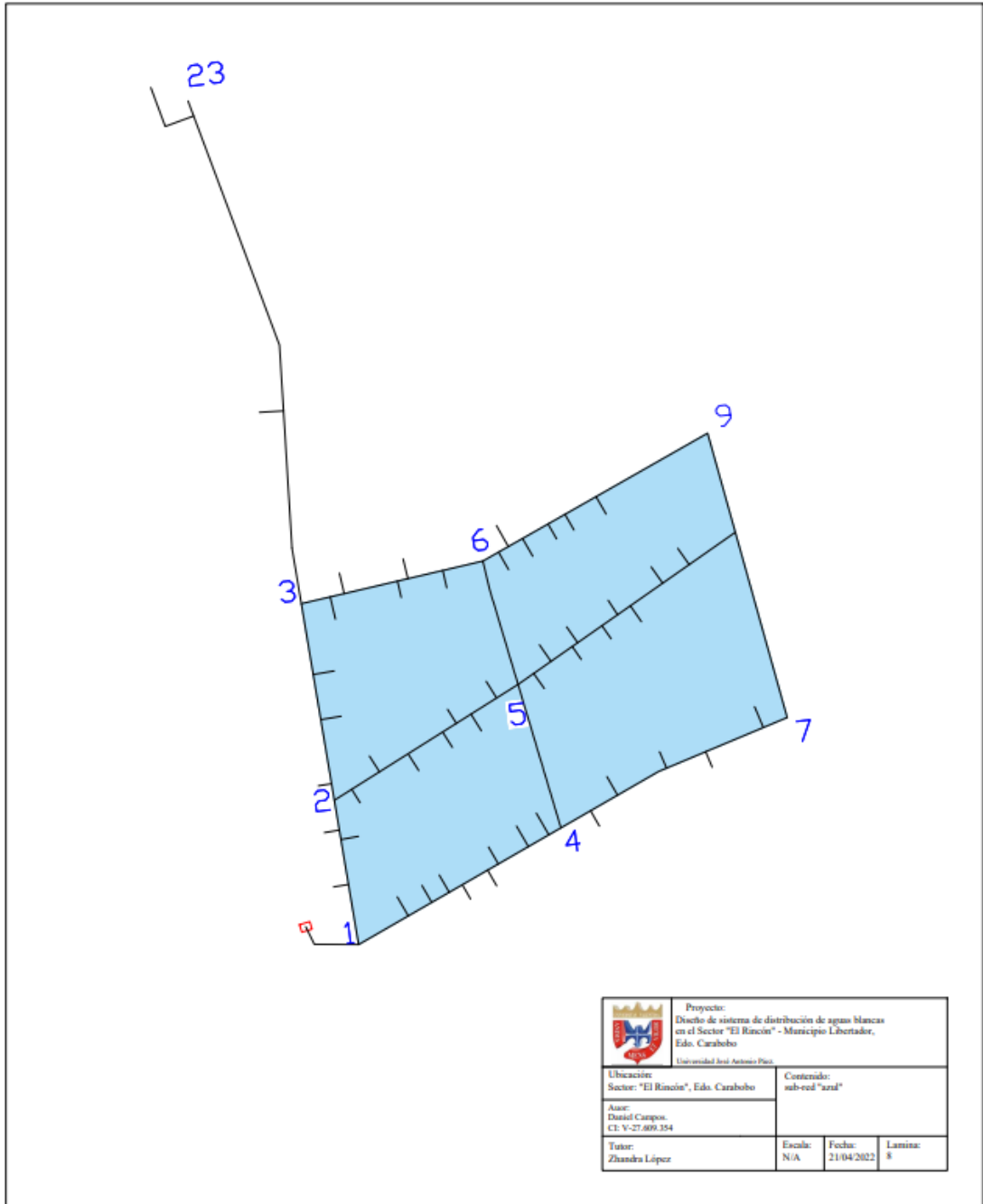


Figura 56. Plano de Sub-red "Azul"

Fuente: Campos, Daniel (2022)

La figura 57 muestra la lista de dotaciones para la sub-red “Azul”

DOTACIONES		
MALLA	TRAMO	GASTO
1.2.4.5	1-2	0,116
	1-4	0,184
	2-5	0,197
	5-4	0,000
2.3.5.6	2-5	0,197
	2-3	0,344
	3-6	0,175
	6-5	0,000
4.5.7.8	5-4	0,000
	4-7	0,237
	5-8	0,289
	7-8	0,145
5.6.8.9	5-8	0,289
	6-5	0,000
	8-9	0,000
	6-9	0,334
TOTAL		2,021

Figura 57. Lista de dotación para la sub-red “Azul”

Fuente: Campos, Daniel (2022)

La figura 58 muestra el esquema de la sub-red “Azul” con sus gastos originales.

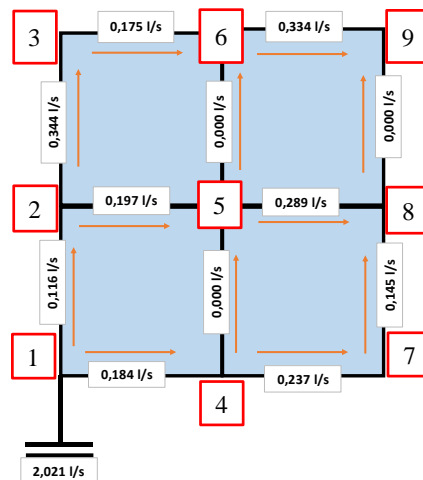


Figura 58. Esquema de sub-red “Azul” con sus gastos originales

Fuente: Campos, Daniel (2022)

Conociendo que existen dos casos de mayoración para el cálculo de redes cerradas, se debe calcular los caudales mayorados para ambos casos y provenientes de estos se calcularán los gastos de nodo y de tránsito.

La figura 59 muestra la lista de dotaciones, gastos de nodo y de tránsito para la sub-red “Azul” según el caso de mayoración máximo horario.

DOTACIONES			GASTO DE NODO		GASTO DE TRANSITO	
MALLA	TRAMO	GASTO	NODO	GASTO	TRAMO	GASTO
1.2.4.5	1-2	0,289	1	0,375	1-2	2,338
	1-4	0,460	2	0,821	1-4	2,338
	2-5	0,492	3	0,648	2-5	0,759
	5-4	0,000	4	0,527	5-4	0,906
2.3.5.6	2-5	0,492	5	0,608	2-3	0,759
	2-3	0,860	6	0,636	3-6	0,110
	3-6	0,437	7	0,477	6-5	0,529
	6-5	0,000	8	0,543	4-7	0,906
4.5.7.8	5-4	0,000	9	0,418	5-8	0,529
	4-7	0,593			7-8	0,428
	5-8	0,723			8-9	0,414
	7-8	0,362			6-9	0,003
5.6.8.9	5-8	0,723			9	0,000
	6-5	0,000				
	8-9	0,000				
	6-9	0,835				
TOTAL		5,052				

Figura 59. Lista de dotaciones, gastos de nodo y tránsito para la sub-red “Azul” según el caso de mayoración máximo horario

Fuente: Campos, Daniel (2022)

La figura 60 muestra el esquema de las sub-red “Azul” con los gastos mayorados según el caso de mayoración máximo horario.

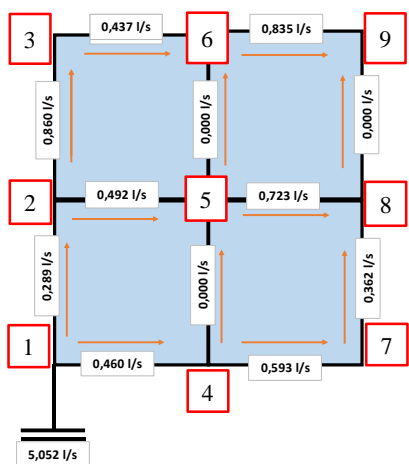


Figura 60. Esquema de sub-red “Azul” con los gastos mayorados según el caso de mayoración máximo horario

Fuente: Campos, Daniel (2022)

La figura 61 muestra el esquema de la sub-red “Azul” con los gastos de nodo y de tránsito para cada tramo, así como también el sentido asumido del flujo de agua según el caso de mayoración máximo horario.

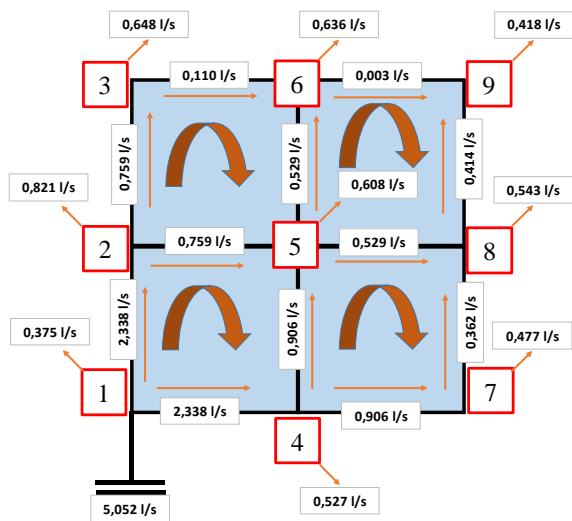


Figura 61. Esquema de sub-red “Azul” con los gastos de nodo y tránsito, y con el sentido de flujo asumido, según el caso de mayoración máximo horario

Fuente: Campos, Daniel (2022)

Una vez calculados los gastos de tránsito para cada tramo de la sub-red “Azul” es posible iniciar el cálculo iterativo para balancear los caudales de tránsito y obtener también los diámetros de las tuberías.

La Tabla 11 muestra la tabla de Hardy Cross para el cálculo de redes cerradas para la sub-red “Azul” según el caso de mayoración máximo horario en la vuelta inicial, es decir, la 0.

Tabla 11. Tabla de iteración por método Hardy Cross para la sub-red “Azul” según el caso de mayoración máximo horario

Material "PVC" >>> C=140

0											
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)
1.2.4.5	1-2	80,12		2,33839699	1						
	1-4	127,8799		2,33839699	-1						
	5-4	81,9797		0,90588831	-1						
	2-5	118,8959		0,75889757	1						

Conclusion de Vuelta (Malla) >>>

0											
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)
2.3.5.6	2-5	118,8959		0,75889757	-1						
	2-3	109,1731		0,75889757	1						
	3-6	102,1141		0,11046007	1						
	6-5	70,2225		0,5285735	-1						

Conclusion de Vuelta (Malla) >>>

0											
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)
4.5.7.8	5-4	81,9797		0,90588831	1						
	4-7	138,1509		0,90588831	-1						
	7-8	105,3629		0,42845775	-1						
	5-8	145,2466		0,5285735	1						

Conclusion de Vuelta (Malla) >>>

0											
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)
5.6.8.9	5-8	145,2466		0,5285735	-1						
	6-5	70,2225		0,5285735	1						
	8-9	56,3455		0,41449653	-1						
	6-9	141,5364		0,00303819	1						

Conclusion de Vuelta (Malla) >>>

Conclusion de Vuelta (sub-RED) >>>

Fuente: Campos, Daniel (2022)

El cálculo iterativo luego de 15 iteraciones, ha devuelto el siguiente resultado.

La tabla 12 muestra la tabla balanceada para la sub-red “Azul” según el caso de mayoración máximo horario.

Tabla 12. Tabla de balanceada por método Hardy Cross para la sub-red “Azul” según el caso de mayoración máximo horario

Material "PVC" >>> C= 140

15												
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)	
1.2.4.5	1-2	80,12	75	2,5956468	1	0,588	0,4760	0,4760	0,1834	0,0000	2,596	
	1-4	127,8799	75	2,08114718	-1	0,471	0,5048	-0,5048	0,2426	0,0000	2,081	
	5-4	81,9797	75	0,81054111	-1	0,183	0,0565	-0,0565	0,0698	0,0000	0,811	
	2-5	118,8959	75	0,82851018	1	0,188	0,0854	0,0854	0,1031	0,0000	0,829	
									0,0000	0,5988		

Conclusion de Vuelta (Malla) >>> MALLA CORREGIDA

15												
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)	
2.3.5.6	2-5	118,8959	75	0,82851018	-1	0,188	0,0854	-0,0854	0,1031	0,0000	0,829	
	2-3	109,1731	75	0,94653476	1	0,214	0,1003	0,1003	0,1060	0,0000	0,947	
	3-6	102,1141	75	0,29809726	1	0,067	0,0111	0,0111	0,0371	0,0000	0,298	
	6-5	70,2225	75	0,57906699	-1	0,131	0,0260	-0,0260	0,0449	0,0000	0,579	
									0,0000	0,2911		

Conclusion de Vuelta (Malla) >>> MALLA CORREGIDA

15												
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)	
4.5.7.8	5-4	81,9797	75	0,81054111	1	0,183	0,0565	0,0565	0,0698	0,0000	0,811	
	4-7	138,1509	75	0,74398571	-1	0,168	0,0813	-0,0813	0,1093	0,0000	0,744	
	7-8	105,3629	75	0,26655515	-1	0,060	0,0093	-0,0093	0,0348	0,0000	0,267	
	5-8	145,2466	75	0,45234541	1	0,102	0,0341	0,0341	0,0753	0,0000	0,452	
									0,0000	0,2892		

Conclusion de Vuelta (Malla) >>> MALLA CORREGIDA

15												
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)	
5.6.8.9	5-8	145,2466	75	0,45234541	-1	0,102	0,0341	-0,0341	0,0753	0,0000	0,452	
	6-5	70,2225	75	0,57906699	1	0,131	0,0260	0,0260	0,0449	0,0000	0,579	
	8-9	56,3455	75	0,17636584	-1	0,040	0,0023	-0,0023	0,0131	0,0000	0,176	
	6-9	141,5364	75	0,24116888	1	0,055	0,0104	0,0104	0,0430	0,0000	0,241	
									0,0000	0,1763		

Conclusion de Vuelta (Malla) >>> MALLA CORREGIDA

Conclusion de Vuelta (sub-RED) >>> sub-RED AZUL CORREGIDA

Fuente: Campos, Daniel (2022)

El mismo procedimiento se debe realizar según el caso de mayoración por demanda coincidente.

La figura 62, muestra la lista de dotaciones, gastos de nodo y de tránsito para la sub-red “Azul” según el caso de mayoración por demanda coincidente.

DOTACIONES			GASTO DE NODO		GASTO DE TRANSITO	
MALLA	TRAMO	GASTO	NODO	GASTO	TRAMO	GASTO
1.2.4.5	1-2	0,208	1	0,270	1-2	9,684
	1-4	0,331	2	0,591	1-4	9,684
	2-5	0,354	3	0,467	2-5	4,546
	5-4	0,000	4	0,379	5-4	4,652
2.3.5.6	2-5	0,354	5	0,438	2-3	4,546
	2-3	0,619	6	0,458	3-6	4,080
	3-6	0,315	7	0,344	6-5	4,381
	6-5	0,000	8	0,391	4-7	4,652
4.5.7.8	5-4	0,000	9	0,301	5-8	4,381
	4-7	0,427			7-8	4,308
	5-8	0,521			8-9	8,298
	7-8	0,260			6-9	8,002
5.6.8.9	5-8	0,521			9	16,000
	6-5	0,000				
	8-9	0,000				
	6-9	0,601				
GASTO DE INCENDIO		16,000				
TOTAL		19,637				

Figura 62. Lista de dotaciones, gastos de nodo y tránsito para la sub-red “Azul” según el caso de mayoración por demanda coincidente

Fuente: Campos, Daniel (2022)

La figura 63 muestra el esquema de las sub-red “Azul” con los gastos mayorados según el caso de mayoración por demanda coincidente.

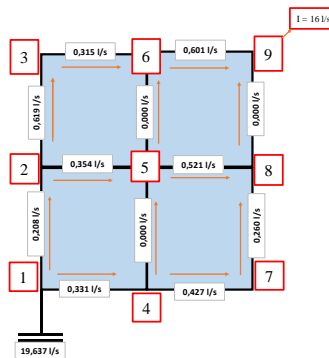


Figura 63. Esquema de sub-red “Azul” con los gastos mayorados según el caso de mayoración por demanda coincidente

Fuente: Campos, Daniel (2022)

La figura 64 muestra el esquema de la sub-red “Azul” con los gastos de nodo y de tránsito para cada tramo, así como también el sentido asumido del flujo de agua según el caso de mayoración por demanda coincidente.

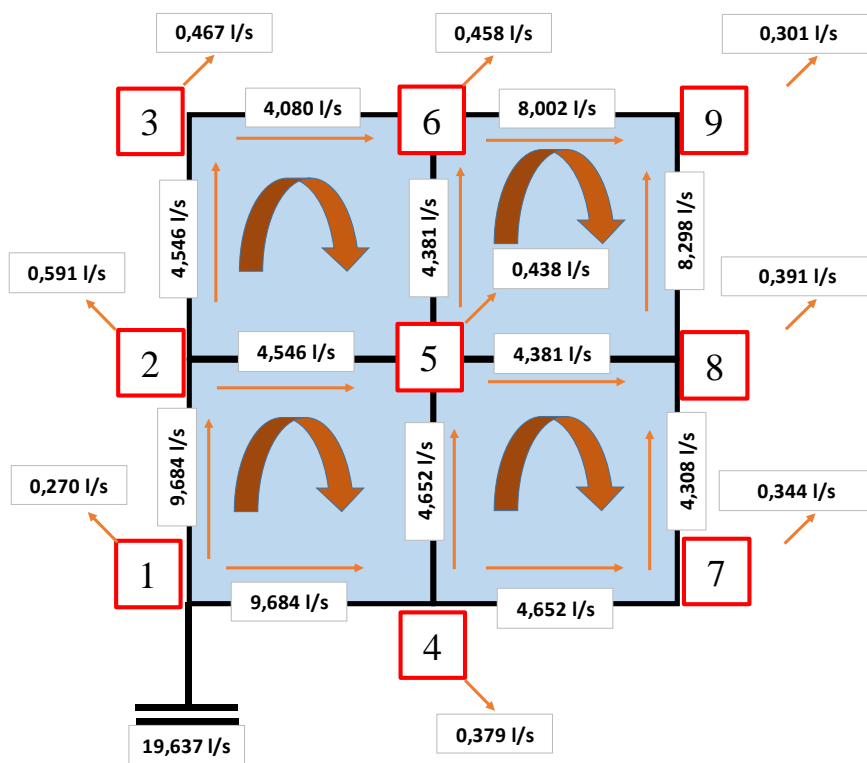


Figura 64. Esquema de sub-red “Azul” con los gastos de nodo y tránsito, y con el sentido de flujo asumido, según el caso de mayoración por demanda coincidente

Fuente: Campos, Daniel (2022)

Una vez calculados los gastos de tránsito para cada tramo de la sub-red “Azul” es posible iniciar el cálculo iterativo para balancear los caudales de tránsito y obtener también los diámetros de las tuberías.

La Tabla 13 muestra la tabla de Hardy Cross para el cálculo de redes cerradas para la sub-red “Azul” según el caso de mayoración por demanda coincidente en la vuelta inicial, es decir, la 0.

Tabla 13. Tabla de iteración por método Hardy Cross para la sub-red “Azul” según el caso de mayoración por demanda coincidente.

Material "PVC" >>> C= 140

0											
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)
1.2.4.5	1-2	80,12		9,68364583	1						
	1-4	127,8799		9,68364583	-1						
	5-4	81,9797		4,65223958	-1						
	2-5	118,8959		4,54640625	1						

Conclusion de Vuelta (Malla) >>>

0											
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)
2.3.5.6	2-5	118,8959		4,54640625	-1						
	2-3	109,1731		4,54640625	1						
	3-6	102,1141		4,07953125	1						
	6-5	70,2225		4,38057292	-1						

Conclusion de Vuelta (Malla) >>>

0											
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)
4.5.7.8	5-4	81,9797		4,65223958	1						
	4-7	138,1509		4,65223958	-1						
	7-8	105,3629		4,30848958	-1						
	5-8	145,2466		4,38057292	1						

Conclusion de Vuelta (Malla) >>>

0											
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)
5.6.8.9	5-8	145,2466		4,38057292	-1						
	6-5	70,2225		4,38057292	1						
	8-9	56,3455		8,2984375	-1						
	6-9	141,5364		8,0021875	1						

Conclusion de Vuelta (Malla) >>>

Conclusion de Vuelta (sub-RED) >>>

Fuente: Campos, Daniel (2022)

El cálculo iterativo luego de 21 iteraciones, ha devuelto el siguiente resultado.

La tabla 14 muestra la tabla balanceada para la sub-red “Azul” según el caso de mayoración por demanda coincidente.

Tabla 14. Tabla de balanceada por método Hardy Cross para la sub-red “Azul” según el caso de mayoración por demanda coincidente

Material "PVC" >>> C= 140

21												
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)	
1.2.4.5	1-2	80,12	150	9,73753334	1	0,551	0,1879	0,1879	0,0193	0,0000	9,738	
	1-4	127,8799	150	9,62975833	-1	0,545	0,2937	-0,2937	0,0305	0,0000	9,630	
	5-4	81,9797	100	4,86565438	-1	0,620	0,3836	-0,3836	0,0788	0,0000	4,866	
	2-5	118,8959	100	4,54016189	1	0,578	0,4895	0,4895	0,1078	0,0000	4,540	
									0,0000	0,2365		

Conclusion de Vuelta (Malla) >>> MALLA CORREGIDA

21												
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)	
2.3.5.6	2-5	118,8959	100	4,54016189	-1	0,578	0,4895	-0,4895	0,1078	0,0000	4,540	
	2-3	109,1731	100	4,60653811	1	0,587	0,4617	0,4617	0,1002	0,0000	4,607	
	3-6	102,1141	100	4,13966311	1	0,527	0,3544	0,3544	0,0856	0,0000	4,140	
	6-5	70,2225	100	4,84939303	-1	0,617	0,3266	-0,3266	0,0673	0,0000	4,849	
									0,0000	0,3610		

Conclusion de Vuelta (Malla) >>> MALLA CORREGIDA

21												
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)	
4.5.7.8	5-4	81,9797	100	4,86565438	1	0,620	0,3836	0,3836	0,0788	0,0000	4,866	
	4-7	138,1509	100	4,38493728	-1	0,558	0,5333	-0,5333	0,1216	0,0000	4,385	
	7-8	105,3629	100	4,04118728	-1	0,515	0,3497	-0,3497	0,0865	0,0000	4,041	
	5-8	145,2466	100	4,11892324	1	0,524	0,4994	0,4994	0,1213	0,0000	4,119	
									0,0000	0,4083		

Conclusion de Vuelta (Malla) >>> MALLA CORREGIDA

21												
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)	
5.6.8.9	5-8	145,2466	100	4,11892324	-1	0,524	0,4994	-0,4994	0,1213	0,0000	4,119	
	6-5	70,2225	100	4,84939303	1	0,617	0,3266	0,3266	0,0673	0,0000	4,849	
	8-9	56,3455	150	7,76948552	-1	0,440	0,0870	-0,0870	0,0112	0,0000	7,769	
	6-9	141,5364	150	8,53113948	1	0,483	0,2598	0,2598	0,0305	0,0000	8,531	
									0,0000	0,2303		

Conclusion de Vuelta (Malla) >>> MALLA CORREGIDA

Conclusion de Vuelta (Malla) >>> sub- RED AZUL CORREGIDA

Fuente: Campos, Daniel (2022)

4.3.2 Cálculo de sub-red “Violeta”

La figura 65 muestra el plano de las sub-red “azul”, así como también los puntos que la conforman.

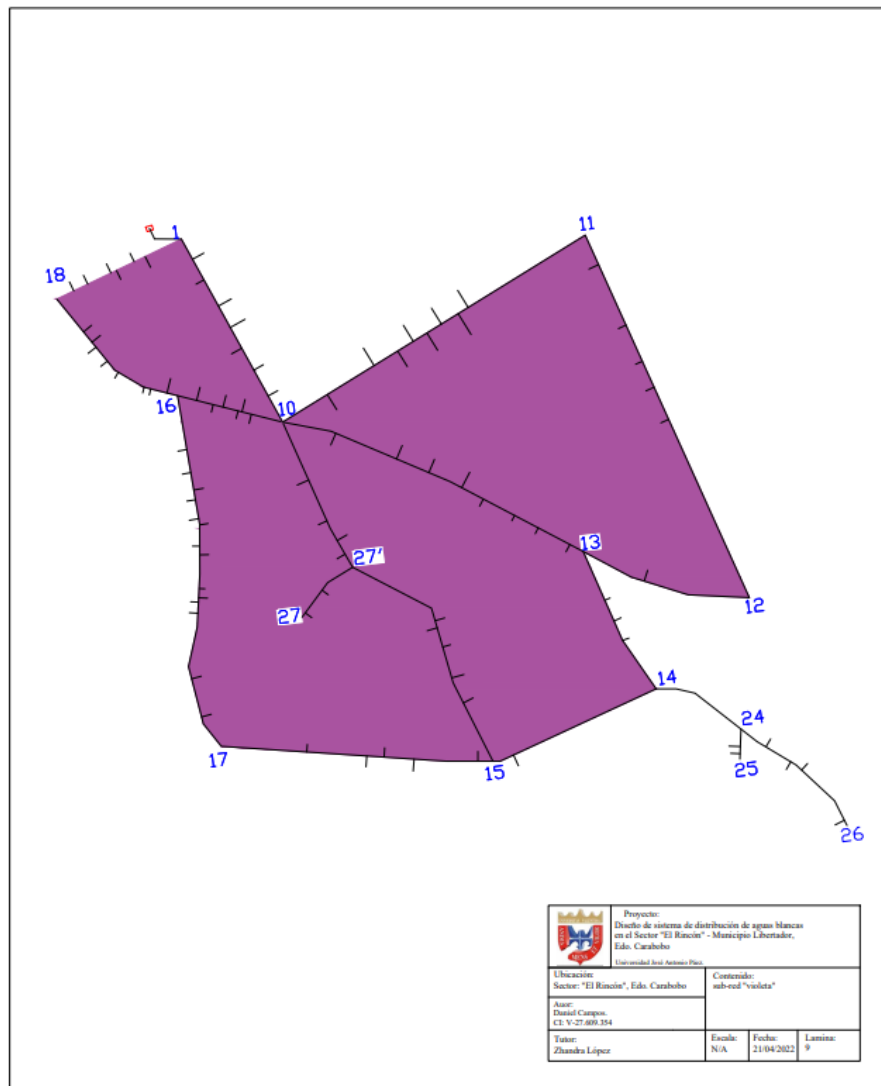


Figura 65. Plano de Sub-red “Violeta”

Fuente: Campos, Daniel (2022)

La figura 66 muestra la lista de dotaciones para la sub-red “Violeta”

DOTACIONES		
MALLA	TRAMO	GASTO
1.2.4.5	1-2	0,116
	1-4	0,184
	2-5	0,197
	5-4	0,000
2.3.5.6	2-5	0,197
	2-3	0,344
	3-6	0,175
	6-5	0,000
4.5.7.8	5-4	0,000
	4-7	0,237
	5-8	0,289
	7-8	0,145
5.6.8.9	5-8	0,289
	6-5	0,000
	8-9	0,000
	6-9	0,334
TOTAL		2,021

Figura 66. Lista de dotación para la sub-red “Violeta”

Fuente: Campos, Daniel (2022)

La figura 67 muestra el esquema de la sub-red “Violeta” con sus gastos originales.

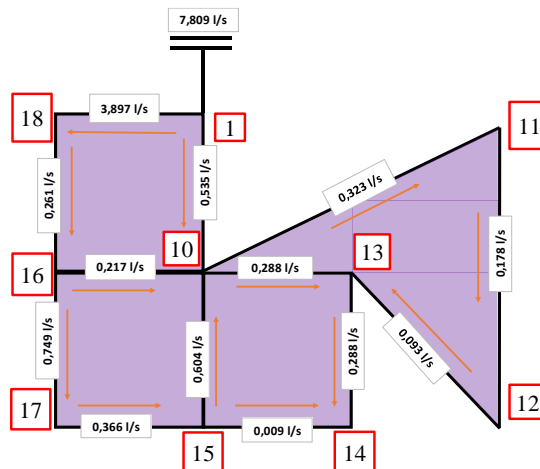


Figura 67. Esquema de sub-red “Violeta” con sus gastos originales

Fuente: Campos, Daniel (2022)

Conociendo que existen dos casos de mayoración para el cálculo de redes cerradas, se debe calcular los caudales mayorados para ambos casos, y provenientes de estos se calcularán los gastos de nodo y de tránsito.

La figura 68 muestra la lista de dotaciones, gastos de nodo y de tránsito para la sub-red “Violeta” según el caso de mayoración máximo horario.

DOTACIONES			GASTO DE NODO		GASTO DE TRANSITO	
MALLA	TRAMO	GASTO	NODO	GASTO	TRAMO	GASTO
1.10.16.18	1-10	1,339	1	5,540	1-10	6,991
	16-10	0,543	10	2,460	1-18	6,991
	1-18	9,742	11	0,626	16-10	1,133
	18-16	0,652	12	0,339	18-16	1,794
10.11.12.13	10-11	0,807	13	0,837	10-11	1,133
	10-13	0,720	14	0,372	10-13	1,133
	13-12	0,233	15	1,224	13-12	0,167
	11-12	0,446	16	1,533	11-12	0,506
10.13.14.15	10-13	0,720	17	1,393	13-14	0,463
	10-15	1,510	18	5,197	10-15	1,133
	13-14	0,720			14-15	0,091
	15-14	0,023			17-15	0,000
10.15.16.17	16-10	0,543			16-17	1,393
	10-15	1,510			15	0,000
	17-15	0,915				
	16-17	1,872				
TOTAL		19,523				

Figura 68. Lista de dotaciones, gastos de nodo y tránsito para la sub-red “Violeta” según el caso de mayoración máximo horario

Fuente: Campos, Daniel (2022)

La figura 69 muestra el esquema de las sub-red “Violeta” con los gastos mayorados según el caso de mayoración máximo horario.

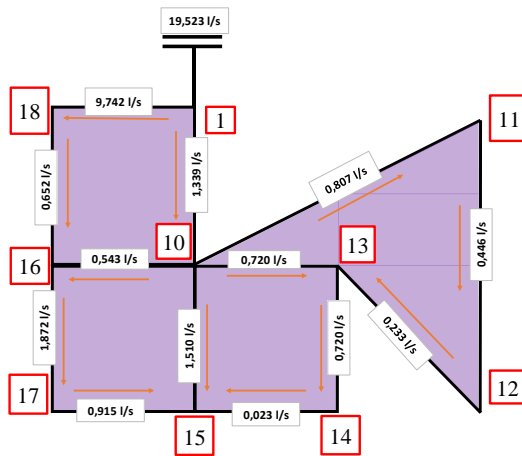


Figura 69. Esquema de sub-red “Violeta” con los gastos mayorados según el caso de mayoración máximo horario

Fuente: Campos, Daniel (2022)

La figura 70 muestra el esquema de la sub-red “Violeta” con los gastos de nodo y de tránsito para cada tramo, así como también el sentido asumido del flujo de agua según el caso de mayoración máximo horario.

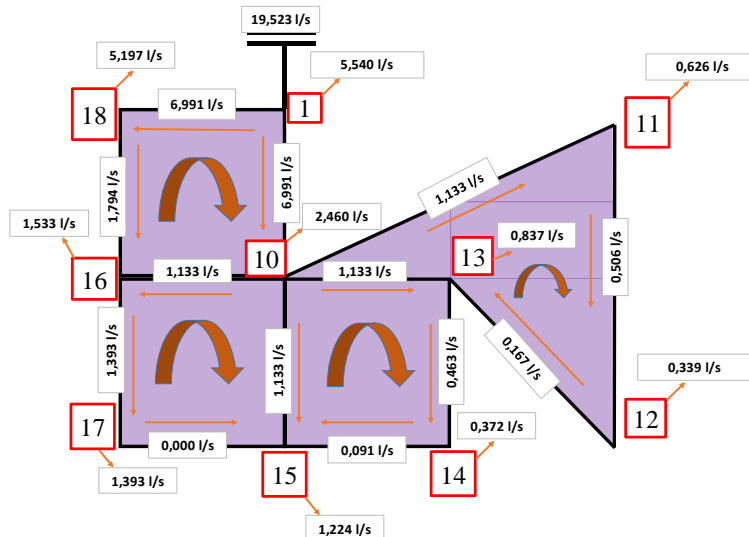


Figura 70. Esquema de sub-red “Violeta” con los gastos de nodo y tránsito, y con el sentido de flujo asumido, según el caso de mayoración máximo horario

Fuente: Campos, Daniel (2022)

Una vez calculados los gastos de tránsito para cada tramo de la sub-red “Violeta” es posible iniciar el cálculo iterativo para balancear los caudales de tránsito y obtener también los diámetros de las tuberías.

La Tabla 15 muestra la tabla de Hardy Cross para el cálculo de redes cerradas para la sub-red “Violeta” según el caso de mayoración máximo horario en la vuelta inicial, es decir, la 0.

Tabla 15. Tabla de iteración por método Hardy Cross para la sub-red “Violeta” según el caso de mayoración máximo horario

Material "PVC" >>> C=140

0											
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)
1.10.16.18	1-10	190,471		6,99122835	1						
	18-16	145,0808		1,7940819	-1						
	1-18	125,6971		6,99122835	-1						
	16-10	98,4905		1,13278973	1						

Conclusion de Vuelta (Malla) >>>

0											
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)
10.11.12.13	10-11	323,6502		1,13278973	1						
	11-12	362,0995		0,50634297	1						
	13-12	159,4683		0,1672226	1						
	10-13	299,0765		1,13278973	-1						

Conclusion de Vuelta (Malla) >>>

0											
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)
10.13.14.15	10-13	299,0765		1,13278973	1						
	14-15	163,0503		0,09138964	1						
	13-14	142,2104		0,46320677	1						
	10-15	378,3114		1,13278973	-1						

Conclusion de Vuelta (Malla) >>>

0											
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)
10.15.16.17	16-10	98,4905		1,13278973	-1						
	10-15	378,3114		1,13278973	1						
	17-15	247,386		0,00015512	-1						
	16-17	329,2115		1,3934711	-1						

Conclusion de Vuelta (Malla) >>>

Conclusion de Vuelta (sub-RED) >>>

Fuente: Campos, Daniel (2022)

El cálculo iterativo, luego de 21 iteraciones, ha devuelto el siguiente resultado.

La tabla 16 muestra la tabla balanceada para la sub-red “Violeta” según el caso de mayoración máximo horario.

Tabla 16. Tabla de balanceada por método Hardy Cross para la sub-red “Violeta” según el caso de mayoración máximo horario

Material "PVC" >>> C= 140

21												
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)	
1.10.16.18	1-10	190,471	150	7,37485176	1	0,417	0,2671	0,2671	0,0362	0,0000	7,375	
	18-16	145,0808	75	1,41045849	-1	0,319	0,2789	-0,2789	0,1977	0,0000	1,410	
	1-18	125,6971	150	6,60760494	-1	0,374	0,1438	-0,1438	0,0218	0,0000	6,608	
	16-10	98,4905	75	1,26871502	1	0,287	0,1556	0,1556	0,1227	0,0000	1,269	
									0,0000	0,3784		

Conclusion de Vuelta (Malla) >>> MALLA CORREGIDA

21												
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)	
10.11.12.13	10-11	323,6502	75	1,10790271	1	0,251	0,3980	0,3980	0,3592	0,0000	1,108	
	11-12	362,0995	75	0,48145595	1	0,109	0,0953	0,0953	0,1979	0,0000	0,481	
	13-12	159,4683	75	0,14233558	1	0,032	0,0044	0,0044	0,0309	0,0000	0,142	
	10-13	299,0765	75	1,30471318	-1	0,295	0,4977	-0,4977	0,3815	0,0000	1,305	
									0,0000	0,9695		

Conclusion de Vuelta (Malla) >>> MALLA CORREGIDA

21												
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)	
10.13.14.15	10-13	299,0765	75	1,30471318	1	0,295	0,4977	0,4977	0,3815	0,0000	1,305	
	14-15	163,0503	75	0,23842608	1	0,054	0,0117	0,0117	0,0490	0,0000	0,238	
	13-14	142,2104	75	0,61024321	1	0,138	0,0580	0,0580	0,0951	0,0000	0,610	
	10-15	378,3114	75	1,23345141	-1	0,279	0,5674	-0,5674	0,4600	0,0000	1,233	
									0,0000	0,9856		

Conclusion de Vuelta (Malla) >>> MALLA CORREGIDA

21												
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)	
10.15.16.17	16-10	98,4905	75	1,26871502	-1	0,287	0,1556	-0,1556	0,1227	0,0000	1,269	
	10-15	378,3114	75	1,23345141	1	0,279	0,5674	0,5674	0,4600	0,0000	1,233	
	17-15	247,386	75	0,247543	1	0,056	0,0190	0,0190	0,0768	0,0000	0,248	
	16-17	329,2115	75	1,14577297	-1	0,259	0,4308	-0,4308	0,3760	0,0000	1,146	
									0,0000	1,0355		

Conclusion de Vuelta (Malla) >>> MALLA CORREGIDA

Conclusion de Vuelta (sub-RED) >>> sub- RED VIOLETA CORREGIDA

Fuente: Campos, Daniel (2022)

En esta ocasión es importante resaltar que al momento de hacer el balanceo de la sub-red “Violeta” uno de los tramos que la conforma, el 17-15, ha presentado un cambio significativo, que se observa en el Q-sent, el cuál cambió de signo, es decir, para el mencionado tramo el caudal de tránsito o flujo realmente se encuentra en sentido contrario al asumido inicialmente.

El mismo procedimiento, se debe realizar según el caso de mayoración por demanda coincidente.

La figura 71 muestra la lista de dotaciones, gastos de nodo y de tránsito para la sub-red “Violeta” según el caso de mayoración por demanda coincidente.

DOTACIONES			GASTO DE NODO		GASTO DE TRANSITO	
MALLA	TRAMO	GASTO	NODO	GASTO	TRAMO	GASTO
1.10.16.18	1-10	0,964	1	3,989	1-10	13,034
	16-10	0,391	10	1,771	1-18	13,034
	1-18	7,015	11	0,451	16-10	2,816
	18-16	0,469	12	0,244	18-16	9,292
10.11.12.13	10-11	0,581	13	0,603	10-11	2,816
	10-13	0,519	14	0,268	10-13	2,816
	13-12	0,168	15	0,882	13-12	2,120
	11-12	0,321	16	1,104	11-12	2,365
10.13.14.15	10-13	0,519	17	1,003	13-14	4,334
	10-15	1,088	18	3,742	10-15	2,816
	13-14	0,519			14-15	4,066
	15-14	0,017			17-15	6,000
10.15.16.17	16-10	0,391			16-17	11,003
	10-15	1,088			17	16,000
	17-15	0,659				
	16-17	1,348				
GASTO DE INCENDIO		16,000				
TOTAL		30,057				

Figura 71. Lista de dotaciones, gastos de nodo y tránsito para la sub-red “Violeta” según el caso de mayoración por demanda coincidente

Fuente: Campos, Daniel (2022)

La figura 72 muestra el esquema de la sub-red “Violeta” con los gastos mayorados según el caso de mayoración por demanda coincidente.

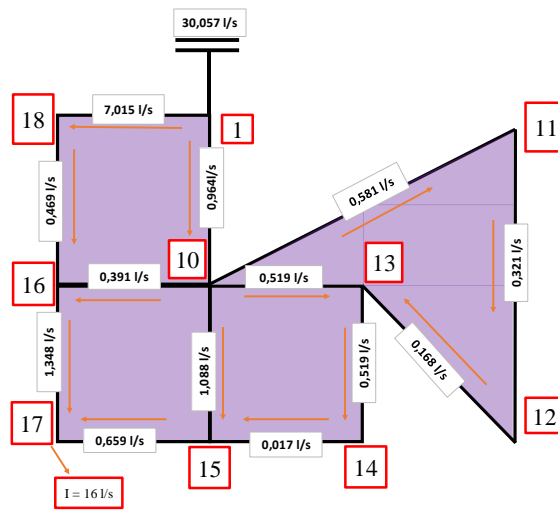


Figura 72. Esquema de sub-red “Violeta” con los gastos mayorados según el caso de mayoración por demanda coincidente

Fuente: Campos, Daniel (2022)

La figura 73 muestra el esquema de la sub-red “Violeta” con los gastos de nodo y de tránsito para cada tramo, así como también el sentido asumido del flujo de agua según el caso de mayoración por demanda coincidente.

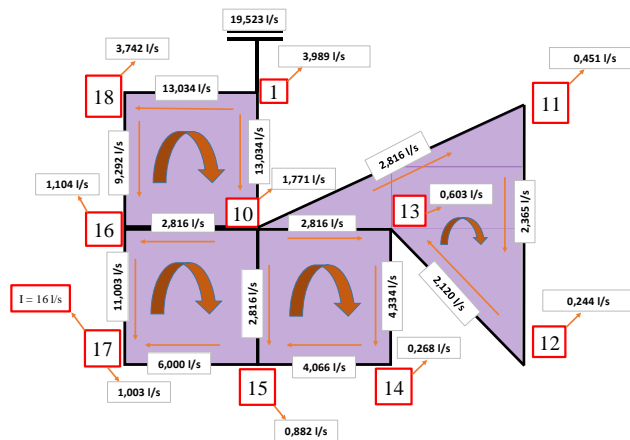


Figura 73. Esquema de sub-red “Violeta” con los gastos de nodo y tránsito, y con el sentido de flujo asumido, según el caso de mayoración por demanda coincidente

Fuente: Campos, Daniel (2022)

Una vez calculados los gastos de tránsito para cada tramo de la sub-red “Violeta” es posible iniciar el cálculo iterativo para balancear los caudales de tránsito y obtener también los diámetros de las tuberías.

La Tabla 17 muestra la tabla de Hardy Cross para el cálculo de redes cerradas para la sub-red “Violeta” según el caso de mayoración por demanda coincidente en la vuelta inicial, es decir, la 0.

Tabla 17. Tabla de iteración por método Hardy Cross para la sub-red “Violeta” según el caso de mayoración por demanda coincidente.

Material "PVC" >>> C= 140											
0											
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)
1.10.16.18	1-10	190,471		13,0336844	1						
	18-16	145,0808		9,29173897	-1						
	1-18	125,6971		13,0336844	-1						
	16-10	98,4905		2,8156086	1						
Conclusion de Vuelta (Malla) >>>											
0											
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)
10.11.12.13	10-11	323,6502		2,8156086	1						
	11-12	362,0995		2,36456694	1						
	13-12	159,4683		2,12040027	1						
	10-13	299,0765		2,8156086	-1						
Conclusion de Vuelta (Malla) >>>											
0											
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)
10.13.14.15	10-13	299,0765		2,8156086	1						
	14-15	163,0503		4,06580054	1						
	13-14	142,2104		4,33350887	1						
	10-15	378,3114		2,8156086	-1						
Conclusion de Vuelta (Malla) >>>											
0											
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)
10.15.16.17	16-10	98,4905		2,8156086	-1						
	10-15	378,3114		2,8156086	1						
	17-15	247,386		5,99988831	1						
	16-17	329,2115		11,0032992	-1						
Conclusion de Vuelta (Malla) >>>											
Conclusion de Vuelta (sub-RED) >>>											

Fuente: Campos, Daniel (2022)

El cálculo iterativo luego de 46 iteraciones, ha devuelto el siguiente resultado.

La tabla 18 muestra la tabla balanceada para la sub-red “Violeta” según el caso de mayoración por demanda coincidente.

Tabla 18. Tabla de balanceada por método Hardy Cross para la sub-red “Violeta” según el caso de mayoración por demanda coincidente

Material "PVC" >>> C=140

46												
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)	
1.10.16.18	1-10	190,471	150	6,66664094	1	0,377	0,2216	0,2216	0,0332	0,0000	6,667	
	18-16	145,0808	200	15,6587824	-1	0,498	0,2018	-0,2018	0,0129	0,0000	15,659	
	1-18	125,6971	200	19,4007279	-1	0,618	0,2599	-0,2599	0,0134	0,0000	19,401	
	16-10	98,4905	75	1,60386823	1	0,363	0,2401	0,2401	0,1497	0,0000	1,604	
									0,0000	0,2092		

Conclusion de Vuelta (Malla) >>> MALLA CORREGIDA

46												
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)	
10.11.12.13	10-11	323,6502	75	0,933862	1	0,211	0,2901	0,2901	0,3107	0,0000	0,934	
	11-12	362,0995	75	0,48282033	1	0,109	0,0958	0,0958	0,1984	0,0000	0,483	
	13-12	159,4683	75	0,23865366	1	0,054	0,0115	0,0115	0,0480	0,0000	0,239	
	10-13	299,0765	75	1,1552084	-1	0,261	0,3973	-0,3973	0,3440	0,0000	1,155	
									0,0000	0,9010		

Conclusion de Vuelta (Malla) >>> MALLA CORREGIDA

46												
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)	
10.13.14.15	10-13	299,0765	75	1,1552084	1	0,261	0,3973	0,3973	0,3440	0,0000	1,155	
	14-15	163,0503	75	0,52365373	1	0,119	0,0501	0,0501	0,0957	0,0000	0,524	
	13-14	142,2104	75	0,79136207	1	0,179	0,0938	0,0938	0,1186	0,0000	0,791	
	10-15	378,3114	75	1,20245232	-1	0,272	0,5413	-0,5413	0,4502	0,0000	1,202	
									0,0000	1,0084		

Conclusion de Vuelta (Malla) >>> MALLA CORREGIDA

46												
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)	
10.15.16.17	16-10	98,4905	75	1,60386823	-1	0,363	0,2401	-0,2401	0,1497	0,0000	1,604	
	10-15	378,3114	75	1,20245232	1	0,272	0,5413	0,5413	0,4502	0,0000	1,202	
	17-15	247,386	75	0,84458521	1	0,191	0,1841	0,1841	0,2180	0,0000	0,845	
	16-17	329,2115	200	16,1586023	-1	0,514	0,4853	-0,4853	0,0300	0,0000	16,159	
									0,0000	0,8479		

Conclusion de Vuelta (Malla) >>> MALLA CORREGIDA

Conclusion de Vuelta (sub-RED) >>> sub- RED VIOLETA CORREGIDA

Fuente: Campos, Daniel (2022)

La figura 75 muestra la lista de dotaciones para la sub-red “Naranja”

DOTACIONES		
MALLA	TRAMO	GASTO
19.20.21.21	19-20	0,676
	19-21	1,139
	21-22	1,356
	20-22	0,301
TOTAL		3,471

Figura 75. Lista de dotación para la sub-red “Naranja”

Fuente: Campos, Daniel (2022)

La figura 76 muestra el esquema de la sub-red “Naranja” con sus gastos originales.

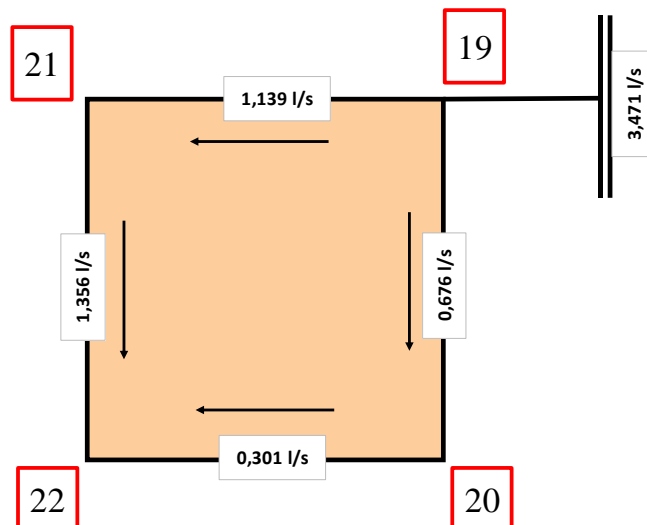


Figura 76. Esquema de sub-red “Naranja” con sus gastos originales

Fuente: Campos, Daniel (2022)

Conociendo que existen dos casos de mayoración para el cálculo de redes cerradas, se debe calcular los caudales mayorados para ambos casos, y provenientes de estos se calcularán los gastos de nodo y de tránsito.

La figura 77 muestra la lista de dotaciones, gastos de nodo y de tránsito para la sub-red “Naranja” según el caso de mayoración máximo horario.

DOTACIONES			GASTO DE NODO		GASTO DE TRANSITO	
MALLA	TRAMO	GASTO	NODO	GASTO	TRAMO	GASTO
19.20.21.21	19-20	1,690	19	2,269	19-20	3,205
	19-21	2,847	20	1,221	19-21	3,205
	21-22	3,389	21	3,118	21-22	0,087
	20-22	0,752	22	2,071	20-22	1,984
TOTAL		8,679			22	0,000

Figura 77. Lista de dotaciones, gastos de nodo y tránsito para la sub-red “Naranja” según el caso de mayoración máximo horario

Fuente: Campos, Daniel (2022)

La figura 78 muestra el esquema de las sub-red “Naranja” con los gastos mayorados según el caso de mayoración máximo horario.

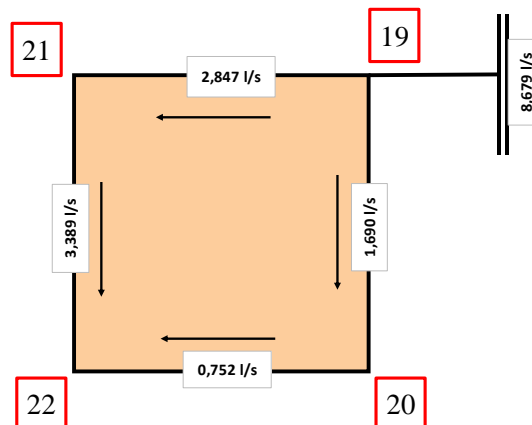


Figura 78. Esquema de sub-red “Naranja” con los gastos mayorados según el caso de mayoración máximo horario

Fuente: Campos, Daniel (2022)

La figura 79 muestra el esquema de la sub-red “Naranja” con los gastos de nodo y de tránsito para cada tramo, así como también el sentido asumido del flujo de agua según el caso de mayoración máximo horario.

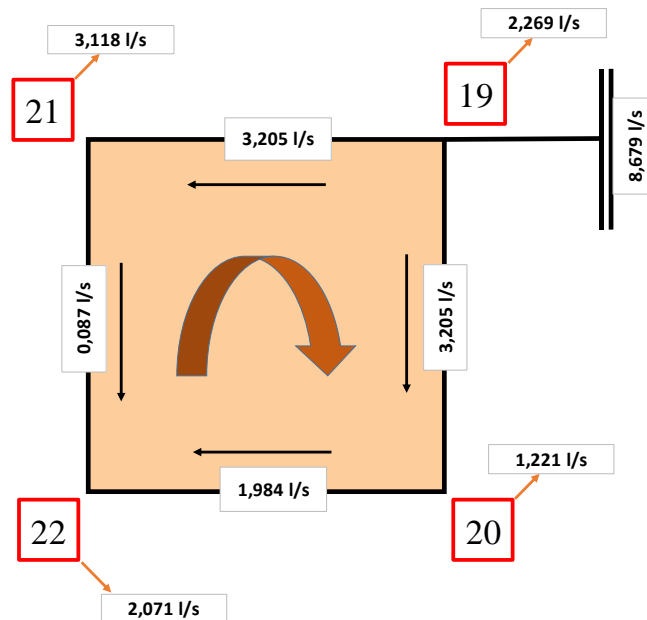


Figura 79. Esquema de sub-red “Naranja” con los gastos de nodo y tránsito, y con el sentido de flujo asumido, según el caso de mayoración máximo horario

Fuente: Campos, Daniel (2022)

Una vez calculados los gastos de tránsito para cada tramo de la sub-red “Naranja” se procede a iniciar el cálculo iterativo para balancear los caudales de tránsito y obtener también los diámetros de las tuberías.

La Tabla 19 muestra la tabla de Hardy Cross para el cálculo de redes cerradas para la sub-red “Naranja” según el caso de mayoración máximo horario en la vuelta inicial, es decir, la 0.

Tabla 19. Tabla de iteración por método Hardy Cross para la sub-red “Naranja” según el caso de mayoración máximo horario

Material "PVC" >>> C= 140											
0											
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)
19.20.21.22	19-20	375,8679		3,20509259	1						
	19-21	217,1035		3,20509259	-1						
	21-22	344,877		0,08680556	-1						
	20-22	165,3487		1,98402778	1						

Conclusion de Vuelta (Malla) >>>

Fuente: Campos, Daniel (2022)

El cálculo iterativo luego de 4 iteraciones, ha devuelto el siguiente resultado.

La tabla 20 muestra la tabla balanceada para la sub-red “Naranja” según el caso de mayoración máximo horario.

Tabla 20. Tabla de balanceada por método Hardy Cross para la sub-red “Naranja” según el caso de mayoración máximo horario

Material "PVC" >>> C= 140											
4											
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)
19.20.21.22	19-20	375,8679	75	1,97250366	1	0,446	1,3437	1,3437	0,6812	0,0000	1,973
	19-21	217,1035	100	4,43768153	-1	0,565	0,8569	-0,8569	0,1931	0,0000	4,438
	21-22	344,877	75	1,31939449	-1	0,299	0,5859	-0,5859	0,4441	0,0000	1,319
	20-22	165,3487	75	0,75143884	1	0,170	0,0991	0,0991	0,1319	0,0000	0,751
								0,0000	1,4503		

Conclusion de Vuelta (sub-RED) >>> sub- RED NARANJA CORREGIDA

Fuente: Campos, Daniel (2022)

El mismo procedimiento se debe realizar según el caso de mayoración por demanda coincidente.

La figura 80, muestra la lista de dotaciones, gastos de nodo y de tránsito para la sub-red “Naranja” según el caso de mayoración por demanda coincidente.

DOTACIONES			GASTO DE NODO		GASTO DE TRANSITO	
MALLA	TRAMO	GASTO	NODO	GASTO	TRAMO	GASTO
19.20.21.21	19-20	1,217	19	1,633	19-20	10,308
	19-21	2,050	20	0,879	19-21	10,308
	21-22	2,440	21	2,245	21-22	8,063
	20-22	0,542	22	1,491	20-22	9,429
GASTO DE INCENDIO		16,000			22	16,000
TOTAL		22,249				

Figura 80. Lista de dotaciones, gastos de nodo y tránsito para la sub-red “Naranja” según el caso de mayoración por demanda coincidente

Fuente: Campos, Daniel (2022)

La figura 81 muestra el esquema de la sub-red “Naranja” con los gastos mayorados según el caso de mayoración por demanda coincidente.

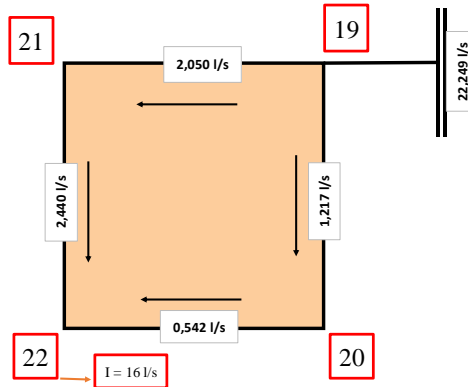


Figura 81. Esquema de sub-red “Naranja” con los gastos mayorados según el caso de mayoración por demanda coincidente

Fuente: Campos, Daniel (2022)

La figura 82 muestra el esquema de la sub-red “Naranja” con los gastos de nodo y de tránsito para cada tramo, así como también el sentido asumido del flujo de agua según el caso de mayoración por demanda coincidente.

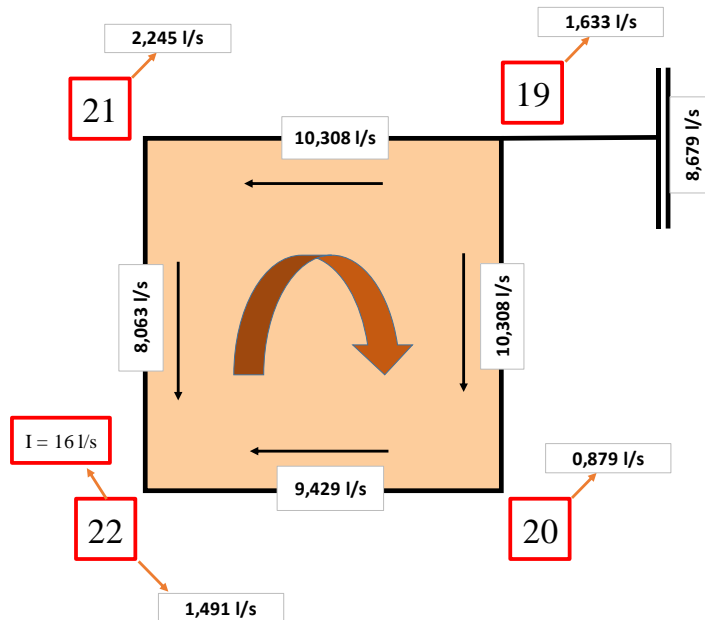


Figura 82. Esquema de sub-red “Naranja” con los gastos de nodo y tránsito, y con el sentido de flujo asumido, según el caso de mayoración por demanda coincidente

Fuente: Campos, Daniel (2022)

Una vez calculados los gastos de tránsito para cada tramo de la sub-red “Naranja” es posible iniciar el cálculo iterativo para balancear los caudales de tránsito y obtener también los diámetros de las tuberías.

La Tabla 21 muestra la tabla de Hardy Cross para el cálculo de redes cerradas para la sub-red “Naranja” según el caso de mayoración por demanda coincidente en la vuelta inicial, es decir, la 0.

Tabla 21. Tabla de iteración por método Hardy Cross para la sub-red “Naranja” según el caso de mayoración por demanda coincidente.

Material "PVC" >>> C= 140

0											
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)
19.20.21.22	19-20	375,8679		10,3076667	1						
	19-21	217,1035		10,3076667	-1						
	21-22	344,877		8,0625	-1						
	20-22	165,3487		9,4285	1						

Conclusion de Vuelta (Malla) >>>

Fuente: Campos, Daniel (2022)

El cálculo iterativo luego de 3 iteraciones, ha devuelto el siguiente resultado.

La tabla 22 muestra la tabla balanceada para la sub-red “Naranja” según el caso de mayoración por demanda coincidente.

Tabla 22. Tabla de balanceada por método Hardy Cross para la sub-red “Violeta” según el caso de mayoración por demanda coincidente

Material "PVC" >>> C= 140

3											
Malla	Tramo	L (m)	Ø (mm)	Q (l/s)	Q-sent	V (m/s)	J (m)	J -sent	J/Q	Qc	Q-corr (l/s)
19.20.21.22	19-20	375,8679	150	9,87322045	1	0,559	0,9041	0,9041	0,0916	0,0000	9,873
	19-21	217,1035	150	10,7421129	-1	0,608	0,6104	-0,6104	0,0568	0,0000	10,742
	21-22	344,877	150	8,49694622	-1	0,481	0,6284	-0,6284	0,0740	0,0000	8,497
	20-22	165,3487	150	8,99405378	1	0,509	0,3347	0,3347	0,0372	0,0000	8,994
								0,0000	0,2596		

Conclusion de Vuelta (sub-RED) >>> sub- RED NARANJA CORREGIDA

Fuente: Campos, Daniel (2022)

4.3.4 Cálculo de los tramos que no pertenecen a una malla

El siguiente paso, es calcular las pérdidas en las tuberías que no pertenecen a una malla, a las cuáles aún no se les ha seleccionado diámetro. El procedimiento de cálculo es el explicado en el capítulo II del presente trabajo de grado.

La tabla 23 muestra la tabla de pérdidas, velocidades y diámetros para los tramos de tubería de la red de distribución de aguas blancas para el Sector “El Rincón” que no pertenecen a una malla, es decir, los tramos abiertos.

Tabla 23. Tabla de pérdidas, velocidades y diámetros para los tramos abiertos pertenecientes a la red de distribución de aguas blancas en Sector “El Rincón”

TRAMO	LONGITUD (m)	Q (l/s)	QB (l/s)	DIAMETRO (mm)	PERDIDA (m)	VELOCIDAD (m/s)
3-23	284,9915	0,2595	0,5190	75	0,0862	0,1175
14-24	88,8235	0,2222	0,4444	75	0,0202	0,1006
24-25	27,3044	0,0602	0,1204	75	0,0006	0,0272
24-26	133,0785	0,1620	0,3241	75	0,0168	0,0734
27-27	65,7315	0,1042	0,2083	75	0,0037	0,0472
28-28	103,3628	0,1134	0,2269	75	0,0068	0,0513
29-29	100,0754	0,1933	0,3866	75	0,0175	0,0875
30-30	74,0782	0,0630	0,1259	75	0,0016	0,0285
21-32'	19,7074	0,1757	0,3514	75	0,0029	0,0795
32'-32	24,4697	0,0509	0,1019	75	0,0004	0,0231
32'-31	52,5577	0,1028	0,2056	75	0,0029	0,0465
33'-33	253,0140	0,0787	0,1574	75	0,0084	0,0356
22-34	228,1057	0,4349	0,8698	75	0,1793	0,1969
18-19	65,1922	3,5759	7,1518	150	0,0864	0,4047
SUCCION	124,9784	2,7000	5,4000	250	0,0082	0,1100
TRAMO	LONGITUD (m)	Q (l/s)	QB (l/s)	DIAMETRO (mm)	PERDIDA (m)	VELOCIDAD (m/s)
10-27'	146,6942	N/A	1,2025	75	0,2099	0,2722
19-28'	21,4377	N/A	10,7421	150	0,0603	0,6079
28'-30'	27,1201	N/A	10,7421	150	0,0763	0,6079
30'-29'	48,2675	N/A	10,7421	150	0,1357	0,6079
21-33'	123,1791	N/A	8,4969	150	0,2245	0,4808

Fuente: Campos, Daniel (2022)

Debido a que en el cálculo de las tres sub-redes cerradas que se formaron provenientes de la red de distribución de aguas blancas del Sector “El Rincón” el caso de mayoración por demanda coincidente devolvió resultados mayores al caso de mayoración máxima horaria, el diseño de la red se propone según el caso de mayoración por demanda coincidente.

Aclarado lo anterior, es importante hacer el chequeo de las presiones residuales. Por el hecho de que el diseño se ha propuesto según el caso de mayoración por demanda coincidente, la presión residual mínima en cualquier punto de la red distribución debe ser de 14 m. Para realizar éste chequeo se ha identificado como punto crítico de la red el nodo 34, en el cuál se asumió que la presión residual debe ser 14 m, y a partir de ahí se calcula la presión residual en el resto de los nodos.

A continuación, se muestra el cuadro de presiones de la red distribución de aguas blancas para el Sector “El Rincón” (ver cuadro 5)

Cuadro 5. Cuadro de presiones de la red de distribución de aguas blancas para el Sector “El Rincón”

PUNTO	COTA TERRENO	COTA PIEZOM.	PRES. RES.
1	490,1769712	526,1120917	35,93512054
2	486,925328	525,9242362	38,99890818
3	487,2116901	525,4625194	38,25082934
4	487,3309185	525,8183652	38,48744667
5	487,5888421	525,4347158	37,84587372
6	487	525,1081168	38,10811682
7	491,4231549	525,2850268	33,86187186
8	482,1772554	524,9352861	42,7580307
9	478,1930157	524,8482825	46,65526675
10	494,6981697	525,8905237	31,19235405
11	482,5917852	525,6004106	43,00862539
12	505,4368393	525,5046251	20,06778581
13	506	525,4931696	19,49316961
14	508,1760259	525,3993283	17,22330242
15	494,4919075	525,3492071	30,85729955
16	496,7017627	525,6504056	28,94864285
17	497,804063	525,1650916	27,36102864
18	497,2539772	525,8522018	28,59822461
19	495,6861533	525,7658409	30,07968754
20	499,6341826	524,8616992	25,22751652
21	490,2698759	525,1554118	34,88553584
22	503,2578753	524,5269875	21,26911216
23	479,504941	525,3763543	45,87141333
24	504	525,3791698	21,37916978
25	504	525,3786169	21,37861686
26	511,2320008	525,3623326	14,13033188
27	496,5470629	525,676954	29,12989108
28	490,8982623	525,6988044	34,80054208
29	494,4972383	525,4760516	30,97881326
30	496,6022963	525,6276804	29,02538404
31	488,7138777	525,1496514	36,4357737
32	488,0893886	525,152152	37,06276336
33	496,4050098	524,9225425	28,51753272
34	510,3477024	524,3477024	14
27'	498,2725634	525,6806263	27,4080629
28'	495,7617205	525,7055646	29,94384405
29'	496,5381876	525,4935975	28,95540995
30'	496,6471553	525,6293111	28,98215582
32'	489,2349861	525,1525157	35,91752963
33'	492,5452187	524,9309586	32,38573988

Fuente: Campos, Daniel (2022)

Al analizar el cuadro de presiones, el resultado obtenido es que. para que el sistema funcione adecuadamente en términos de presión, la presión residual en el nodo 1, debe ser de aproximadamente 36 m, según lo cuál se realizará el cálculo y selección de la bomba, de manera que cumpla con los requerimientos necesarios para poder llevar la presión adecuada a todos los puntos de la red de distribución de aguas blancas para el sector “El Rincón”

4.3.5 Cálculo del equipo de bombeo

A continuación, se presenta el cálculo de la bomba para el sistema de distribución de aguas blancas que se propone en el presente trabajo de grado.

horas de bombeo: 18 horas

Según el cuadro de presiones presentado mediante el cuadro 5 del presente trabajo de grado, la cota piezométrica en el nodo 1 de la red de distribución de aguas blancas debe ser de 526,112 m para que, en el punto más desfavorecido del sistema de distribución de aguas blancas, la presión residual cumpla con un mínimo de 14 m según la normativa para diseños propuestos según el caso de cálculo por demanda coincidente. Partiendo de este dato, es posible calcular la presión que la bomba debe aportar al sistema.

Cota de ubicación de la bomba: 491,534 msnm

Profundidad de la bomba: 75m

$$HB = 526,112 - (491,534 - 75) - 0,0082 = 109,5688$$

Qm: 2,7 l/s (Capacidad de la fuente)

$$Qb = \frac{24 * 2,7 * 1,5}{18} = 5,4 \text{ l/s}$$

$$Pb = \frac{\gamma_{H_2O} * h_b * Q_b}{76 * n} \quad Pb = \frac{1000 * 109,5688 * 5,4 * 10^{-3}}{76 * 0,85}$$

$$P_b = 9,159 \text{ HP}$$

$$P_m = 9,159 * 1,15 = 10,533 \text{ HP}$$

4.3.6 Propuesta de diseño

Ahora es necesario representar la propuesta de diseño final, en los planos y mediante una tabla, la cuál indicará todos los tramos del sistema, el diámetro seleccionado para ese tramo, así como también la longitud y la pendiente del mismo.

La tabla 24 muestra la tabla de diámetros, longitudes y pendientes para cada tramo, en ella además se indica la dirección del flujo, es decir, si va en subida o bajada, según la topografía del terreno.

Con los cálculos realizados para el diseño propuesto, es necesario mostrar también los planos correspondientes.

La figura 83 muestra el plano de la sub-red “Azul” con los diámetros, longitudes y pendientes correspondientes para cada tramo.

La figura 84 muestra el plano de la sub-red “Violeta” con los diámetros, longitudes y pendientes correspondientes para cada tramo.

La figura 85 muestra el plano de la sub-red “Naranja” con los diámetros, longitudes y pendientes correspondientes para cada tramo.

Además de lo anterior es necesario seleccionar la ubicación de los hidrantes, la figura 86 muestra el plano de colocación de los hidrantes en el Sector “El Rincón”

Tabla 24. Tabla de diámetros, longitudes y pendientes por tramo según el diseño propuesto para el sistema de distribución de aguas blancas en el Sector “El Rincón”

TRAMO	LONGITUD	DIAMETRO	COTA INICAL	COTA FINAL	PENDIENTE (%)	DIRECCION DE FLUJO
1-2	80,12	150	490,1769712	486,925328	4,06	BAJADA
2-5	118,8959	100	486,925328	487,5888421	0,56	SUBIDA
5-4	81,9797	100	487,3309185	487,5888421	0,31	SUBIDA
1-4	127,8799	150	490,1769712	487,3309185	2,23	BAJADA
2-3	109,1731	100	486,925328	487,2116901	0,26	SUBIDA
3-6	102,1141	100	487,2116901	487	0,21	BAJADA
6-5	70,2225	100	487,5888421	487	0,84	BAJADA
4-7	138,1509	100	487,3309185	491,4231549	2,96	SUBIDA
5-8	145,2466	100	487,5888421	482,1772554	3,73	BAJADA
7-8	105,3629	100	491,4231549	482,1772554	8,78	BAJADA
6-9	141,5364	150	487	478,1930157	6,22	BAJADA
8-9	56,3455	150	487	478,1930157	15,63	BAJADA
3-23	284,9915	75	487,2116901	479,504941	2,70	BAJADA
1-10	190,471	150	490,1769712	494,6981697	2,37	SUBIDA
1-18	125,6971	200	490,1769712	497,2539772	5,63	SUBIDA
18-16	145,0808	200	497,2539772	496,7017627	0,38	BAJADA
16-10	98,4905	75	494,6981697	496,7017627	2,03	SUBIDA
16-17	329,2115	200	496,7017627	497,804063	0,33	SUBIDA
17-15	247,386	75	494,4919075	497,804063	1,34	SUBIDA
10-15	378,3114	75	494,6981697	494,4919075	0,05	BAJADA
27'-27	65,7315	75	498,2725634	496,5470629	2,63	BAJADA
15-14	163,0503	75	508,1760259	494,4919075	8,39	BAJADA
10-13	299,0765	75	494,6981697	506	3,78	SUBIDA
13-12	159,4683	75	505,4368393	506	0,35	SUBIDA
10-11	323,6502	75	494,6981697	482,5917852	3,74	BAJADA
11-12	362,0995	75	482,5917852	505,4368393	6,31	SUBIDA
13-14	142,2104	75	506	508,1760259	1,53	SUBIDA
14-24	88,8235	75	508,1760259	504	4,70	BAJADA
24-25	27,3044	75	504	504	0,00	N/A
24-26	133,0785	75	504	511,2320008	5,43	SUBIDA
18-19	65,1922	150	497,2539772	495,6861533	2,40	BAJADA
19-20	375,8679	150	495,6861533	499,6341826	1,05	SUBIDA
19-21	217,1035	150	495,6861533	490,2698759	2,49	BAJADA
21-22	344,877	150	490,2698759	503,2578753	3,77	SUBIDA
20-22	165,3487	150	499,6341826	503,2578753	2,19	SUBIDA
21-32'	19,7074	75	490,2698759	489,2349861	5,25	BAJADA
32'-32	24,4697	75	489,2349861	488,0893886	4,68	BAJADA
32'-31	52,5577	75	489,2349861	488,7138777	0,99	BAJADA
22-34	228,1057	75	503,2578753	510,3477024	3,11	SUBIDA
33'-33	253,014	75	492,5452187	496,4050098	1,53	SUBIDA
30'-30	74,0782	75	496,6471553	496,6022963	0,06	BAJADA
29'-29	100,0754	75	496,5381876	494,4972383	2,04	BAJADA
28'-28	103,3628	75	495,7617205	490,8982623	4,71	BAJADA

Fuente: Campos, Daniel (2022)

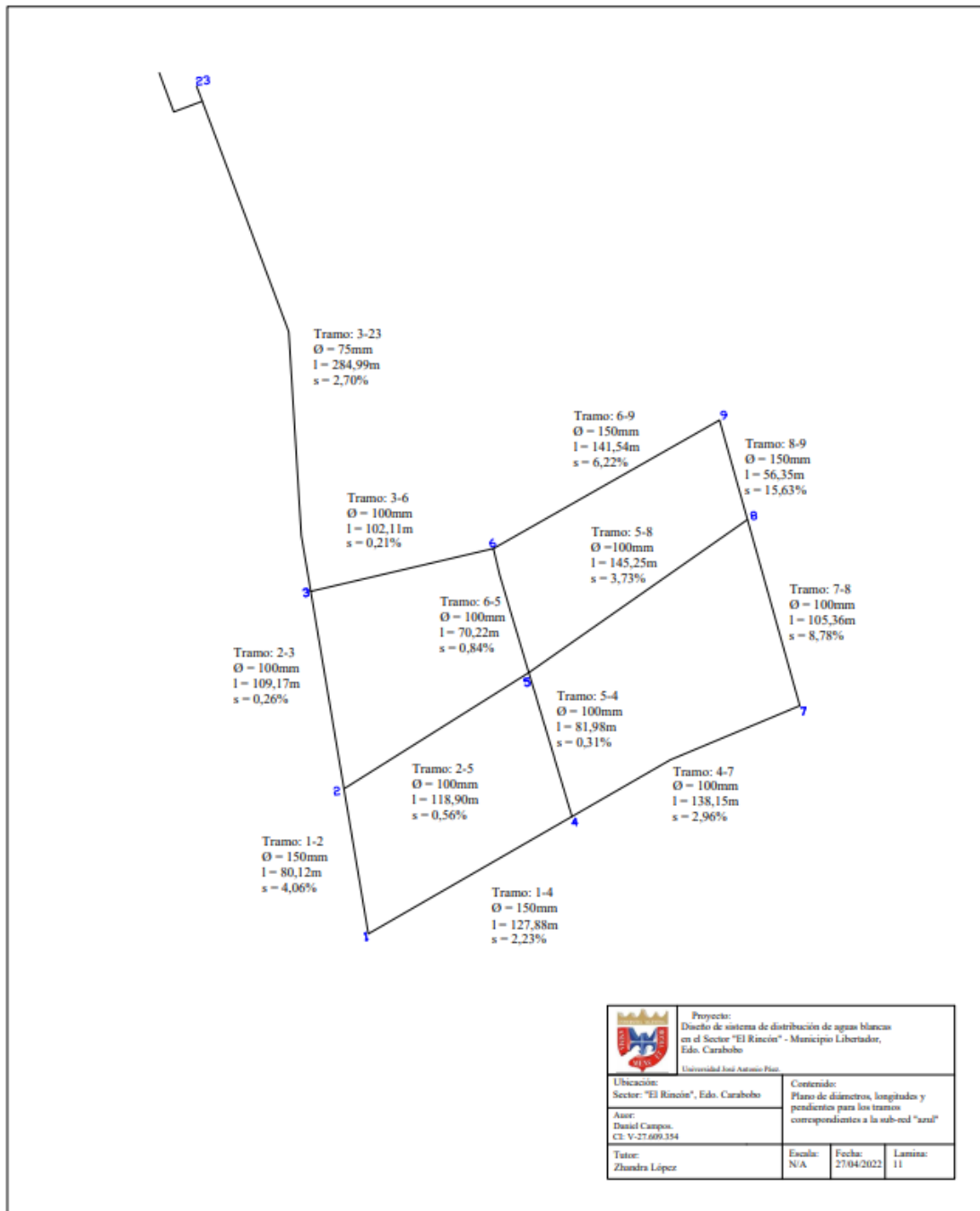


Figura 83. Plano de diámetros, longitudes y pendientes para la sub-red "Azul"

Fuente: Campos, Daniel (2022)

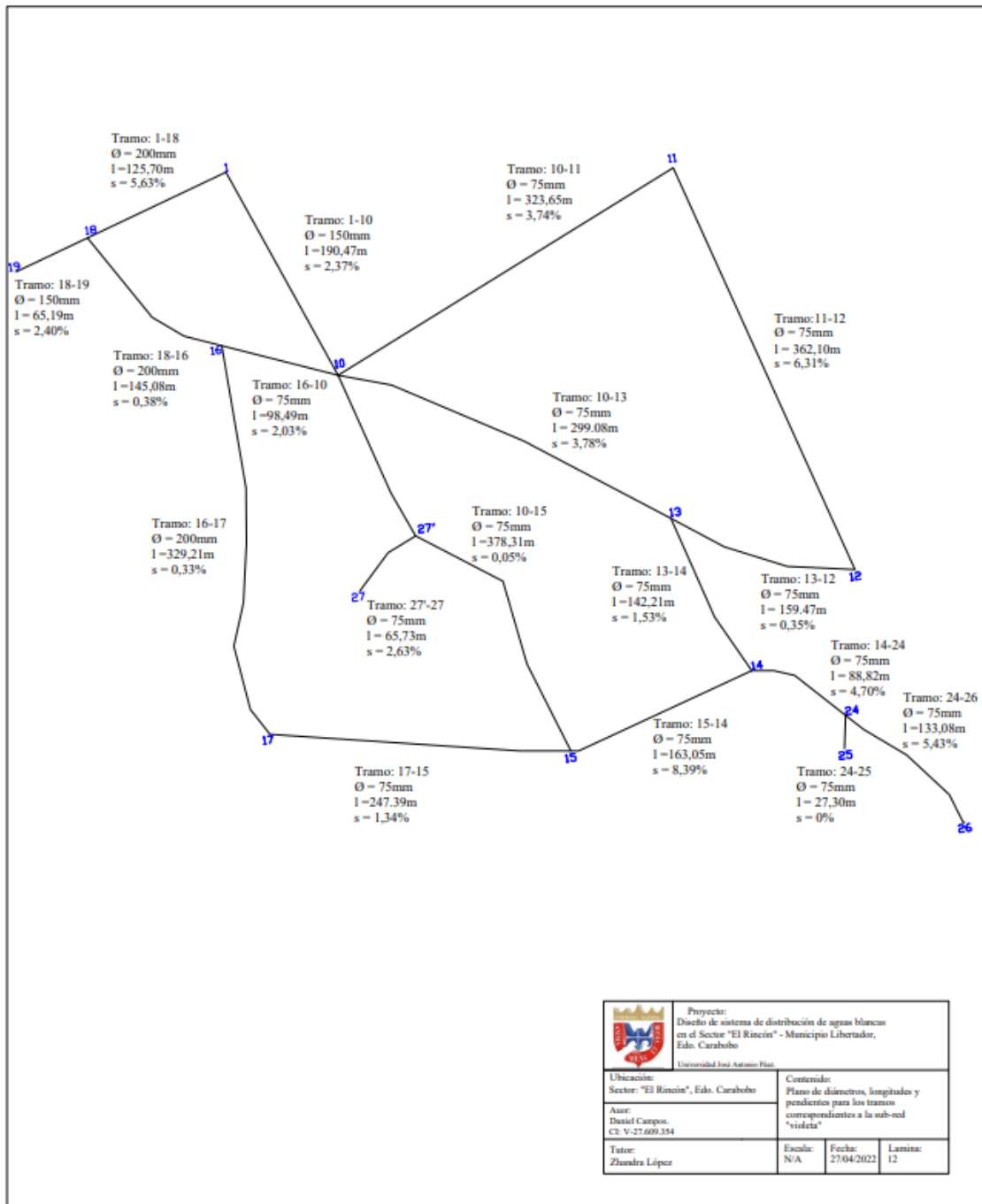


Figura 84. Plano de diámetros, longitudes y pendientes para la sub-red "Violeta"

Fuente: Campos, Daniel (2022)

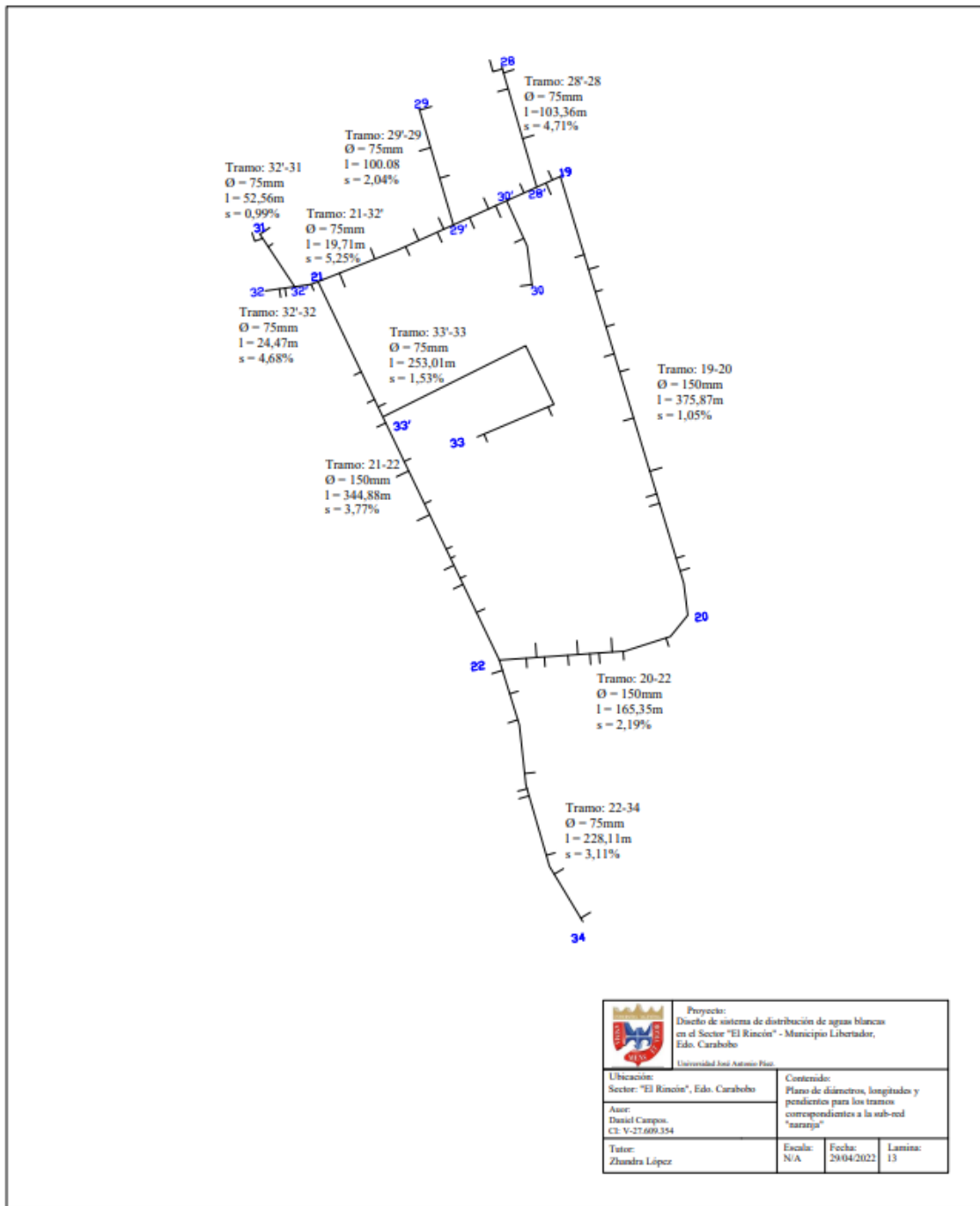


Figura 85. Plano de diámetros, longitudes y pendientes para la sub-red "Naranja"

Fuente: Campos, Daniel (2022)

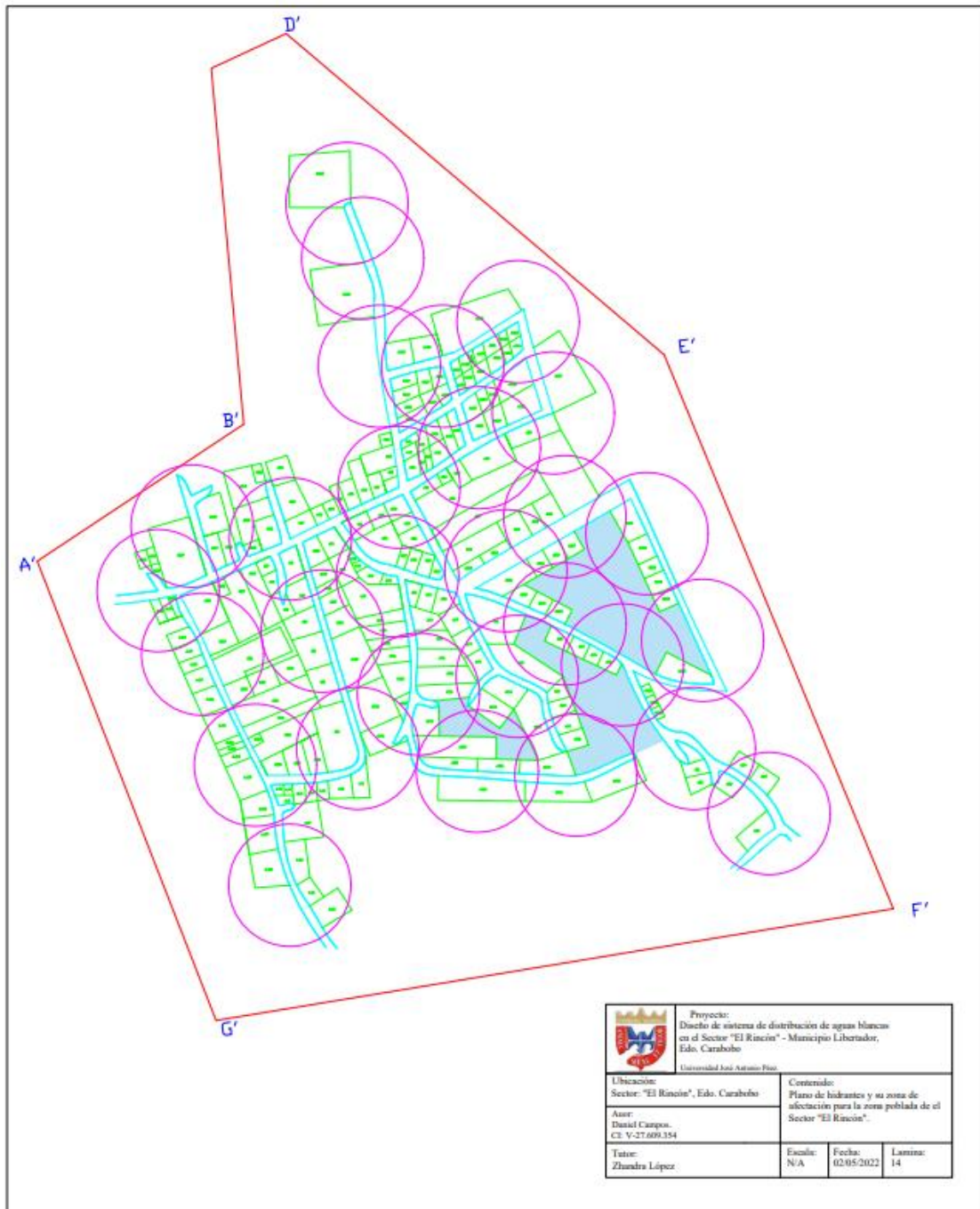


Figura 86. Plano de hidrantes para el Sector “El Rincón”

Fuente: Campos, Daniel (2022)

4.3.7 Colocación de accesorios

Como parte final de diseño, se debe hacer la colocación de accesorios, según los requerimientos del sistema provenientes de la topografía del terreno, de la configuración de la red de distribución de aguas blancas y del diseño propuesto para dicha red. La figura 87 muestra el plano de accesorios para la red de distribución de aguas blancas para el Sector “El Rincón”.

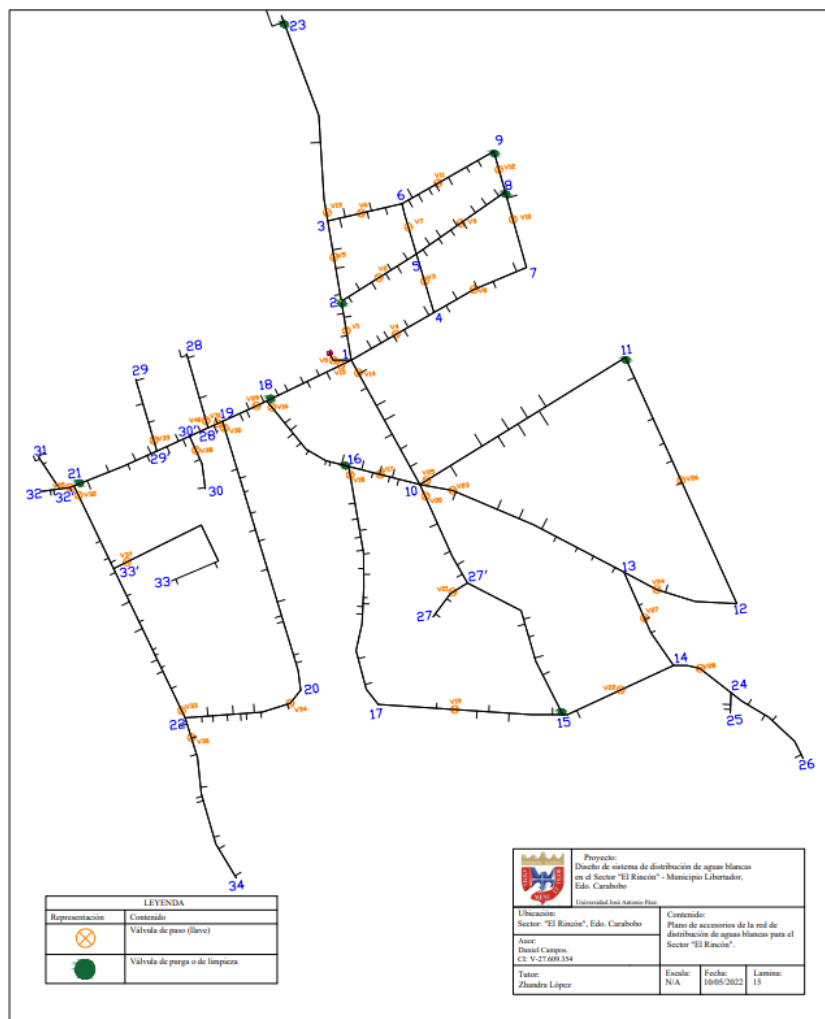


Figura 87. Plano de accesorios de la red de distribución de aguas blancas para el Sector “El Rincón”

Fuente: Campos, Daniel (2022)

La tabla 25 muestra la tabla de diámetros de las llaves o válvulas de paso, según el tramo donde se ubiquen y según el diámetro de la tubería en dicho tramo.

Tabla 25. Tabla de diámetros de válvulas en la red de distribución de aguas para el Sector “El Rincón”

VALVULA	TRAMO	DIAMETRO TUB.	DIAMETRO VALV.
V1	1-2	150	150
V2	2-5	100	100
V3	5-4	100	100
V4	1-4	150	150
V5	2-3	100	100
V6	3-6	100	100
V7	6-5	100	100
V8	4-7	100	100
V9	5-8	100	100
V10	7-8	100	100
V11	6-9	150	150
V12	8-9	150	150
V13	3-23	75	75
V14	1-10	150	150
V15	1-18	200	200
V16	18-16	200	200
V17	16-10	75	75
V18	16-17	200	200
V19	17-15	75	75
V20	10-15	75	75
V21	27-27	75	75
V22	15-14	75	75
V23	10-13	75	75
V24	13-12	75	75
V25	10-11	75	75
V26	11-12	75	75
V27	13-14	75	75
V28	14-24	75	75
V29	18-19	150	150
V30	19-20	150	150
V31	19-21	150	150
V32	21-22	150	150
V33	21-22	150	150
V34	20-22	150	150
V35	21-32'	75	75
V36	22-34	75	75
V37	33'-33	75	75
V38	30'-30	75	75
V39	29'-29	75	75
V40	28'-28	75	75
V0	SUCCION - 1	250	250

Fuente: Campos, Daniel (2022)

Finalmente se presentarán los detalles de los accesorios a colocar en la red de distribución de aguas blancas.

La figura 88 muestra los detalles de la llave o válvula de cierre o de paso, y bocallave.



Figura 88. Detalle de válvulas de paso y bocallave

Fuente: Medina, Ángel (2019)

La figura 89 muestra el vástago para las llaves o válvulas de cierre o de paso.



Figura 89. Vástago para las válvulas de cierre

Fuente: Medina, Ángel (2019)

La figura 90 muestra los distintos tipos de codos, tee, tapones, reducciones, conexiones, y demás accesorios para tuberías de PVC



Figura 90. Accesorios para las tuberías de PVC

Fuente: Made-in-China.com. Recuperado de https://es.made-in-china.com/co_js-nbi/product_Various-PVC-Types-of-Pipe-and-Fittings_euriirhsy.html

La figura 91 muestra un hidrante de poste



Figura 91. Hidrante de poste

Fuente: Medina, Ángel (2019)

La figura 92 muestra la caja troncocónica y abrazadera para conexión domiciliaria.



Figura 92. Caja troncocónica y abrazadera para conexión domiciliaria.

Fuente: Medina, Ángel (2019)

La figura 93 muestra una válvula de purga o limpieza en funcionamiento.



Figura 93. Válvula de limpieza en funcionamiento

Fuente: Medina, Ángel (2019)

CONCLUSIONES

Una vez completadas las 3 fases metodológicas planteadas para el presente trabajo de grado, entre las conclusiones más importantes se destacan las siguientes:

Actualmente en el sector “El Rincón” el servicio del agua presenta una deficiencia importante y gran parte de ésta deficiencia tiene que ver con el sistema de distribución de aguas blancas, entre los aspectos que afectan la funcionalidad regular del mencionado sistema se encontraron los siguientes:

- Tuberías en estado de deterioro, provocando esto constantes roturas en las mismas
- Falta de cobertura de la red de distribución de aguas blancas, es decir, hay zonas del Sector “El Rincón” que no tienen acceso al agua mediante el sistema de abastecimiento del mencionado Sector
- El equipo de bombeo, debido a su potencia, no aporta al sistema de distribución de aguas blancas la presión necesaria para que el agua alcance todos los puntos del sistema
- Falta de un plan eficiente de distribución de aguas blancas, debido a que la fuente no tiene la capacidad para abastecer a todo el Sector “El Rincón” de manera simultánea es necesario la ejecución de un plan de distribución de aguas blancas
- Colocación errónea de válvulas de paso: Ligado estrechamente al apartado anterior, para poder ejecutar efectivamente un plan de distribución de aguas blancas, es importante la existencia de suficientes válvulas de paso y en correcta colocación, al no cumplirse esto no se puede ejecutar un plan de distribución de aguas blancas eficiente y equitativo

El conjunto de los aspectos mencionados anteriormente, lleva al autor a proponer el diseño de un nuevo sistema de distribución de aguas blancas para el Sector “El Rincón”. En la realización de este nuevo diseño se tuvieron en cuenta los aspectos

anteriormente presentados, con la finalidad de evitar las deficiencias que existen actualmente.

Antes de iniciar el diseño, se calculó el gasto requerido para todo el sistema de distribución de aguas blancas en el Sector “El Rincón”, el cuál es de 9,8298 l/s

Según la configuración urbanística del Sector “El Rincón” la red de distribución de aguas blancas para el mencionado Sector es una red mixta, la cuál, para fines de cálculo, el autor ha dividido en 3 “sub-redes” y algunos tramos abiertos que no se pudieron integrar a ninguna de las mallas que hacen parte de las sub-redes. Cada una de las sub-redes se ha calculado según el método iterativo de “Hardy-Cross” para balancear los caudales de tránsito, por su lado, en los tramos abiertos se han calculado las pérdidas de presión según la ecuación de Hazem-Williams. Todos los diámetros seleccionados, se seleccionaron mediante la tabla 1 del presente trabajo de grado, la cuál relaciona directamente los caudales con los diámetros comerciales. Finalmente, se propone el diseño de la red de distribución de aguas blancas según el caso de mayoración por demanda coincidente, debido a que el mismo fue el que entregó resultados mayores, considerándose el caso “más crítico”.

Como resultado del diseño realizado, se obtuvo lo mostrado en las figuras 81, 82 y 83, y la tabla 24 del presente trabajo de grado, las cuáles son las vistas de planta de la red de distribución y una lista de los tramos, así como también sus detalles, todo lo anterior según el diseño propuesto.

Además de lo anteriormente mencionado, las figuras 85 y 84 muestran los planos de accesorios y de hidrantes respectivamente, en relación al diseño propuesto.

Como tópico final de los cálculos realizados para el diseño que propone el presente, se calculó la potencia requerida del equipo de bombeo, la cuál es de 9,159 HP o aproximadamente 10 HP, la misma que aportaría al sistema de distribución de aguas blancas la presión suficiente para alcanzar con el mínimo de presión según normativa todos los puntos que formen parte de la red de distribución de aguas blancas.

Finalmente, el autor plantea que mediante el diseño propuesto del sistema de distribución de aguas blancas para el sector “El Rincón” es posible corregir la situación

desfavorable relativa al servicio del agua, partiendo de la fuente existente y haciendo uso de las obras de captación ya construidas. Lo anterior representaría una mejora significativa en la calidad de vida de los habitantes del mencionado Sector, quienes ya no se verían obligados a realizar una constante inversión de recursos económicos y/o humanos para acceder al vital líquido.

RECOMENDACIONES

Luego de presentar los resultados de los estudios que formaban parte del presente trabajo de grado y tomando como base los conocimientos adquiridos durante los mencionados estudios, aunado a los conocimientos previos del autor, se recomienda:

- Debido a la gravedad de la situación, aplicar a la mayor brevedad posible el diseño propuesto en el presente trabajo de grado. Solventando así los problemas relativos al servicio del agua en el Sector “El Rincón”
- Realizar un plan de financiamiento que permita la recolección de los recursos económicos necesarios para ejecutar el diseño propuesto en el presente trabajo de grado como solución a la problemática planteada, solicitando fondos al Municipio y a los usuarios del sistema de abastecimiento de aguas del Sector “El Rincón”, de conformidad con el Artículo 93 de la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N°38.595 – Ley de Aguas (2007)
- Supervisar de manera minuciosa la instalación de las tuberías que forman parte de la red de distribución de aguas blancas, se recomienda también en éste apartado, el correcto almacenaje de las mismas, así como también en la medida de lo posible, la pronta colocación de las mencionadas tuberías una vez hayan sido adquiridas
- Ejecutar un plan de limpieza sistemática de las tuberías que forman parte de la red de distribución de aguas blancas, haciendo uso de las válvulas de limpieza colocadas para este fin, todo lo anterior, tomando en cuenta que, según el diseño propuesto, el flujo de agua por las tuberías ocurre a muy baja velocidad y las tuberías corren alto riesgo de colmatación, debido a lo anterior, en el diseño propuesto, en aquellos puntos bajos de la red de distribución de aguas blancas se colocarán válvulas de limpieza que permitan mediante su apertura la limpieza de las tuberías
- Crear planes de concientización sobre el cuidado, manejo, aprovechamiento y/o consumo sustentable del vital líquido en el Sector “El Rincón”.

- Establecer un equipo de trabajo que sea el encargado del manejo del servicio del agua en el sector “El Rincón”
- Instalar un equipo de bombeo sumergible con una potencia de 10HP, según los cálculos realizados en el Capítulo IV del presente trabajo de grado
- No permitir tomas domiciliarias sin la supervisión y aprobación de las autoridades competentes

Como parte final de las recomendaciones, el autor propone un plan de distribución de aguas blancas, que va de conformidad con la capacidad de la fuente de abastecimiento y con los gastos por tramo calculados en el capítulo IV del presente trabajo de grado.

Se recomienda seguir el siguiente plan de distribución de aguas blancas:

Sector 1: Para abastecer Sector 1... **Cerrar V14 y V15**

Sector 2: Para abastecer Sector 2... **Cerrar V1, V4, V14, V16, V31 y V33**

Sector 3: Para abastecer Sector 3... **Cerrar V1, V4, V14, V16, V30 y V33**

Sector 4: Para abastecer Sector 4... **Cerrar V1, V4, V20, V27, V18, V29**

Sector 5: Para abastecer Sector 5... **Cerrar V1, V4, V15, V23, V24, V17, V18**

Una vez definidos los sectores, se presentan los horarios de distribución de aguas blancas. El plan gira en torno a un ciclo de 5 días, el cuál, se repetirá pasados los 5 días. En el plan mostrado se consideran 18 horas de bombeo, según las previstas al momento de realizar el cálculo del equipo de bombeo (Ver cuadro 6).

Cuadro 6. Horario de distribución de aguas blancas para el Sector “El Rincón”

HORAS	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5
5:00 AM - 8:30 AM	SECTOR 1	SECTOR 2	SECTOR 3	SECTOR 4	SECTOR 5
8:30 AM - 12:00 PM	SECTOR 2	SECTOR 3	SECTOR 4	SECTOR 5	SECTOR 1
12:00 PM - 3:30 PM	SECTOR 3	SECTOR 4	SECTOR 5	SECTOR 1	SECTOR 2
3:30 PM - 7:00 PM	SECTOR 4	SECTOR 5	SECTOR 1	SECTOR 2	SECTOR 3
7:00 PM - 11:00 PM	SECTOR 5	SECTOR 1	SECTOR 2	SECTOR 3	SECTOR 4

Fuente: Campos, Daniel (2022)

Finalmente, se recomienda seguir el plan de distribución de aguas blancas mostrado y mediante éste asegurar que todos los habitantes del Sector “El Rincón” puedan hacer aprovechamiento del servicio del agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (Albuja, Pinos Y Samaniego). (2013). **Uso de desarenadores en abastecimiento de agua potable.** Recuperado de https://www.lareferencia.info/vufind/Record/EC_611f96b1927a9f611b61bfa7138ee311#:~:text=Los%20desarenadores%20son%20estructuras%20ubicadas,y%20el%20objetivo%20prin...
- Angola y Mendoza. (2012). **Reingeniería de la Red de Distribución de Agua Potable de la Urbanización Safari Carabobo.** Universidad de Carabobo. Disponible en <http://mriuc.bc.uc.edu.ve/handle/123456789/4693>
- Arias, F. (2006). **El proyecto de investigación. 6ª ed.** Editorial episteme.
- Castro. (2003). **El proyecto de investigación y su esquema de elaboración.** Distrito Capital, Venezuela: Editorial Uyapar.
- Chiavenato. (2011). **Administración de Recursos Humanos 9ª ed.** Editorial McGraw-Hill. Recuperado de: https://books.google.co.ve/books/about-ADMINISTRACION-DE-RECURSOS_HUM-html-hl=es&id=4I-KtgAACAAJ&redir_esc=y
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela** - Publicada en Gaceta Oficial del jueves 30 de diciembre de 1999, N° 36.860.
- Cortese, L. y Vermiglio, G. (2014). Elaboración de una metodología de diseño e instalación de reforzamiento de estructuras de concreto armado en secciones rectangulares de miembros solicitados a flexión utilizando polímeros reforzados con fibra (FRP) conforme a normativa ACI comité 440.2R-08. Universidad José Antonio Páez (UJAP). Disponible en <https://bibliovirtualujap.wordpress.com/ingenieria-ingenieria-civil/>
- Dávila y Gómez. (2021). **Rediseño del Sistema de Drenaje en La entrada de los Bloques de Montaserino 12 Municipio San Diego del Estado Carabobo.** Universidad José Antonio Páez. Recibido mediante correo electrónico.

- González. (2014). **Proyecto del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para la Comunidad de Barrio Miranda II**. Universidad Central de Venezuela. Disponible en <http://saber.ucv.ve/handle/10872/18518>.
- Hernández Sampieri, Fernández y Baptista. (2010). **Metodología de la investigación**. Editorial McGraw-Hill.
- Ley de Aguas**. Publicada en Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, martes 2 de enero de 2007, N° 38.595.
- Medina. (2019). **Curso de Acueductos y Cloacas**. Universidad José Antonio Páez.
- Mijares y García (2007). **Normas de trabajo de grado UJAP**.
- Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPA). (s.f). **La escorrentía: un proceso clave en el ciclo del agua**. Madrid, España. Recuperado de <https://www.fundacionaquae.org/wiki/escorrentia/>.
- Normas sanitarias para proyecto, construcción, reparación, reforma y mantenimiento de edificaciones**. Publicada en Gaceta Oficial de la República de Venezuela, jueves 8 de septiembre de 1988, N° 4.044. Extraordinario.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (s.f). **Agua**. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water#:~:text=E1%20agua%20contaminada%20puede%20transmitir,zonas%20con%20escasez%20de%20agua>.
- Palella. S. y Martins, F. (2006) **Metodología de la investigación cuantitativa. 2ª ed.** Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador 2a edición (FEDUPEL). Disponible en https://www.academia.edu/35200587/2006_Metodologia-de-la-investigacion-cuantitativa-Palella.pdf
- Sedano. (2020). **Estudio y Diseño del Sistema de Agua Potable del CC.PP. de Paucará, Distrito de Paucará, Provincia de Acobamba, Departamento de Huancavelica**.

Escuela Profesional de Ingeniería Civil – Huancavelica – Perú. Disponible en <https://es.scribd.com/document/512725230/Diseno-Del-Sistema-de-Agua-Potable>

Sequera. (2019). **Curso de Metodología de la Investigación**. Universidad José Antonio Páez.

Terán. (2009). **Evaluación, Diagnostico y Propuesta para la Optimización del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable del Sector Guaremal. Municipio Guaicaipuro-Estado Miranda**. Universidad Central de Venezuela. Disponible en <http://saber.ucv.ve/handle/10872/19300>.

Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Vicerrectorado de Investigación y Postgrado (2011). **Manual de Trabajo de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales**. Caracas: FEDUPEL.

Wikipedia. (s.f). **Agua**. Recuperado de <https://es.wikipedia.org/wiki/Agua>

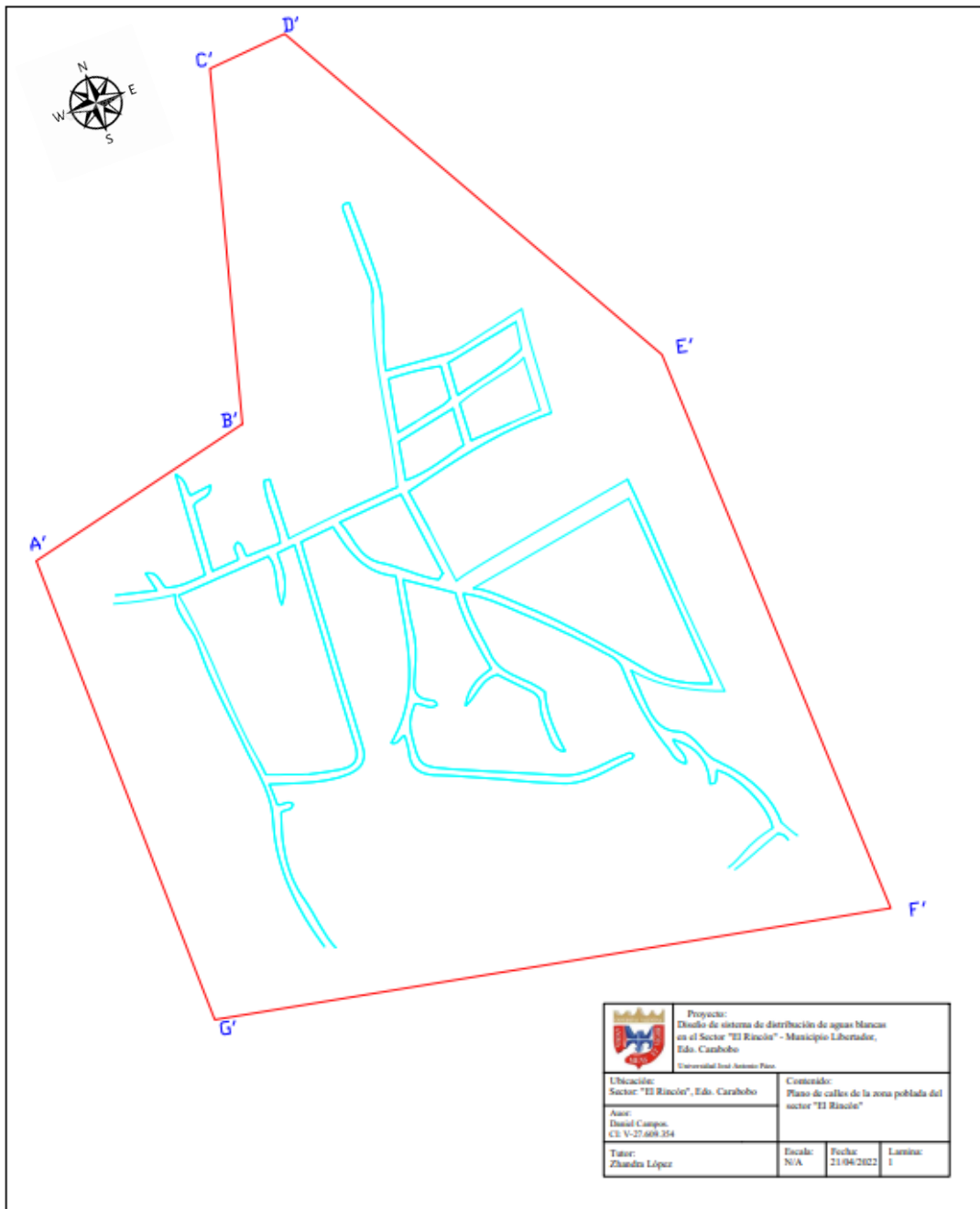
Wikipedia. (s.f). **Cavitación**. Recuperado de <https://es.wikipedia.org/wiki/Cavitaci%C3%B3n>.

Wikipedia. (s.f). **Partículas en suspensión**. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Part%C3%ADculas_en_suspensi%C3%B3n.

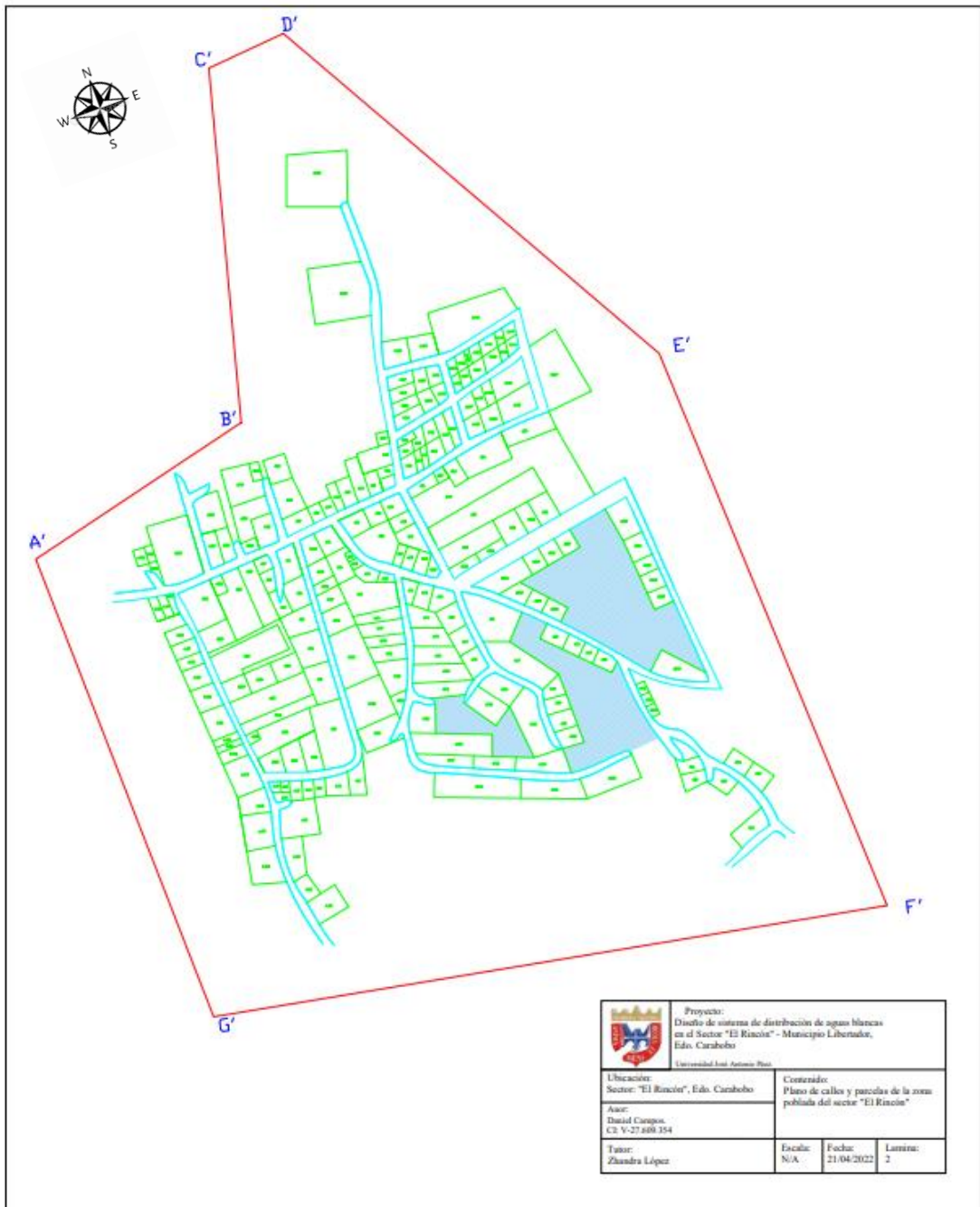
Wikipedia. (s.f). **Presión de vapor**. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Presi%C3%B3n_de_vapor.

ANEXO A: PLANOS

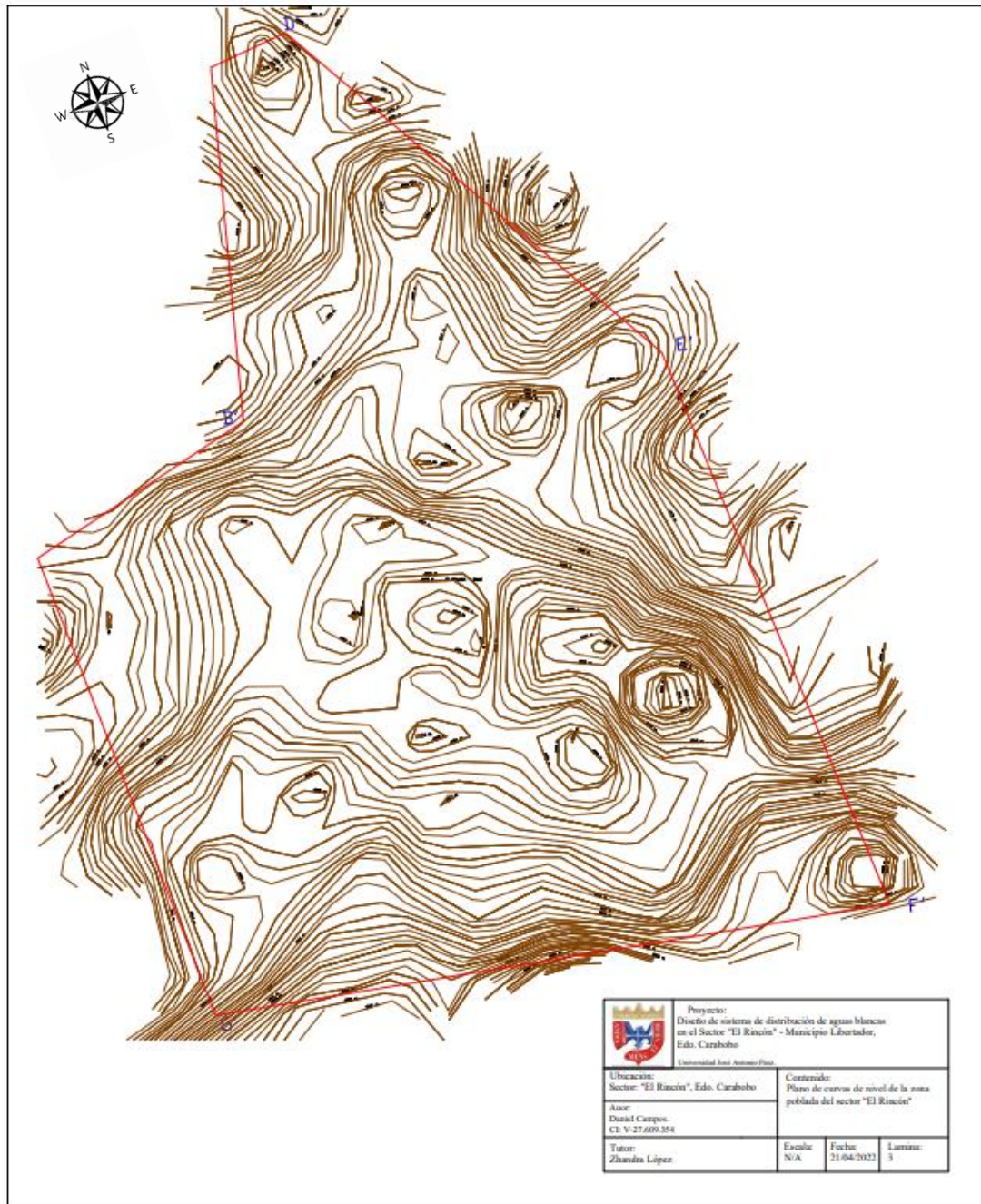
NOTA: Los planos que se presentan en éste trabajo de grado no se encuentran en una escala topográfica debido a que por las medidas particulares de la zona en estudio no fue posible ubicar una escala topográfica en la cuál se pudiera apreciar satisfactoriamente lo que se pretende mostrar mediante los planos y además de lo anterior, que encajara en el formato digital en el cuál se entrega el presente trabajo. Por consecuente de lo anterior y para fines de mejor apreciación de los planos, a los mismos se les ha ajustado la escala, así como también el tamaño de la hoja y cajetín (del plano) de manera que encajen en los márgenes en los cuáles ha sido realizado el presente trabajo de grado.



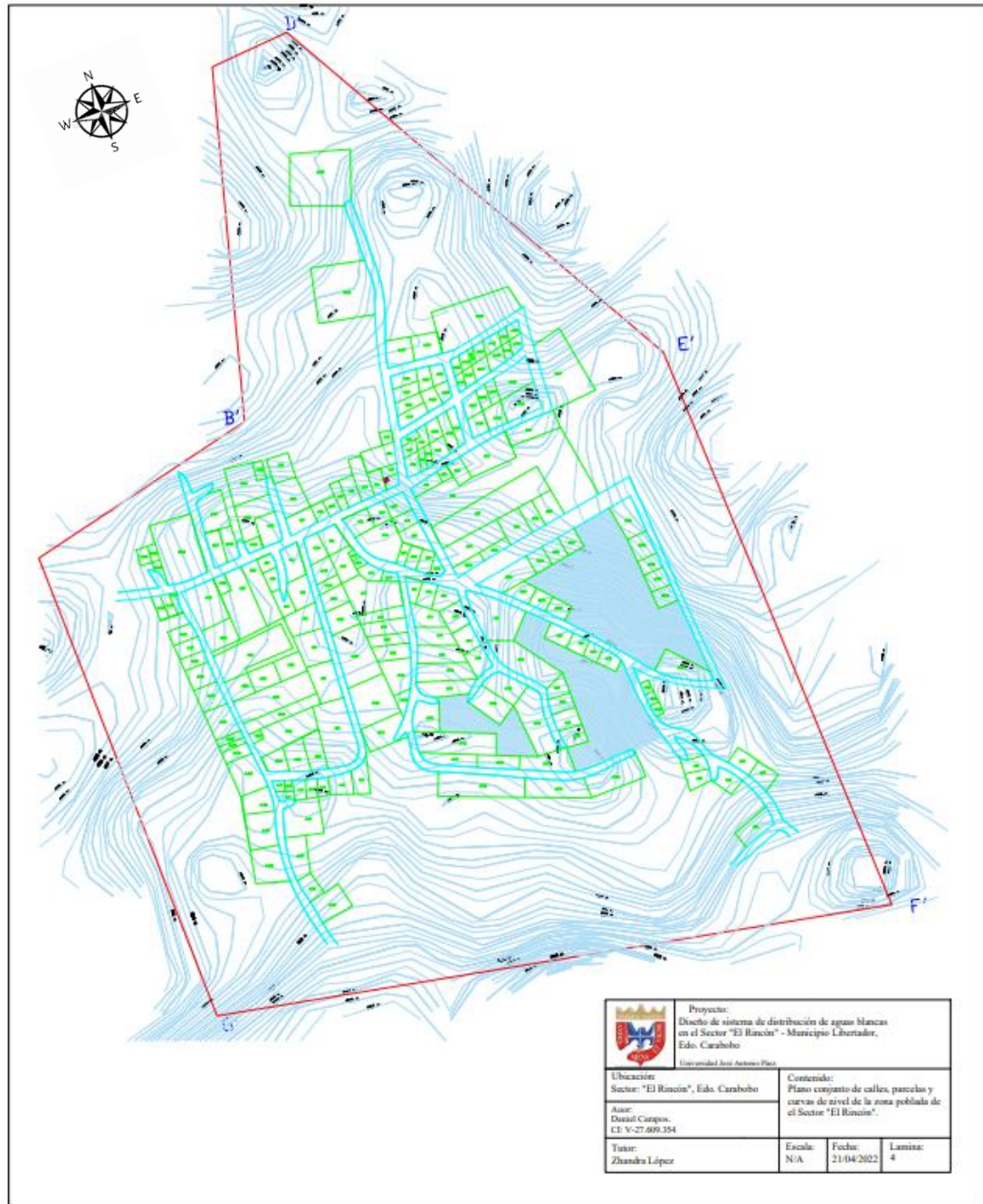
A1: Plano de calles de la zona en estudio del Sector “El Rincón”



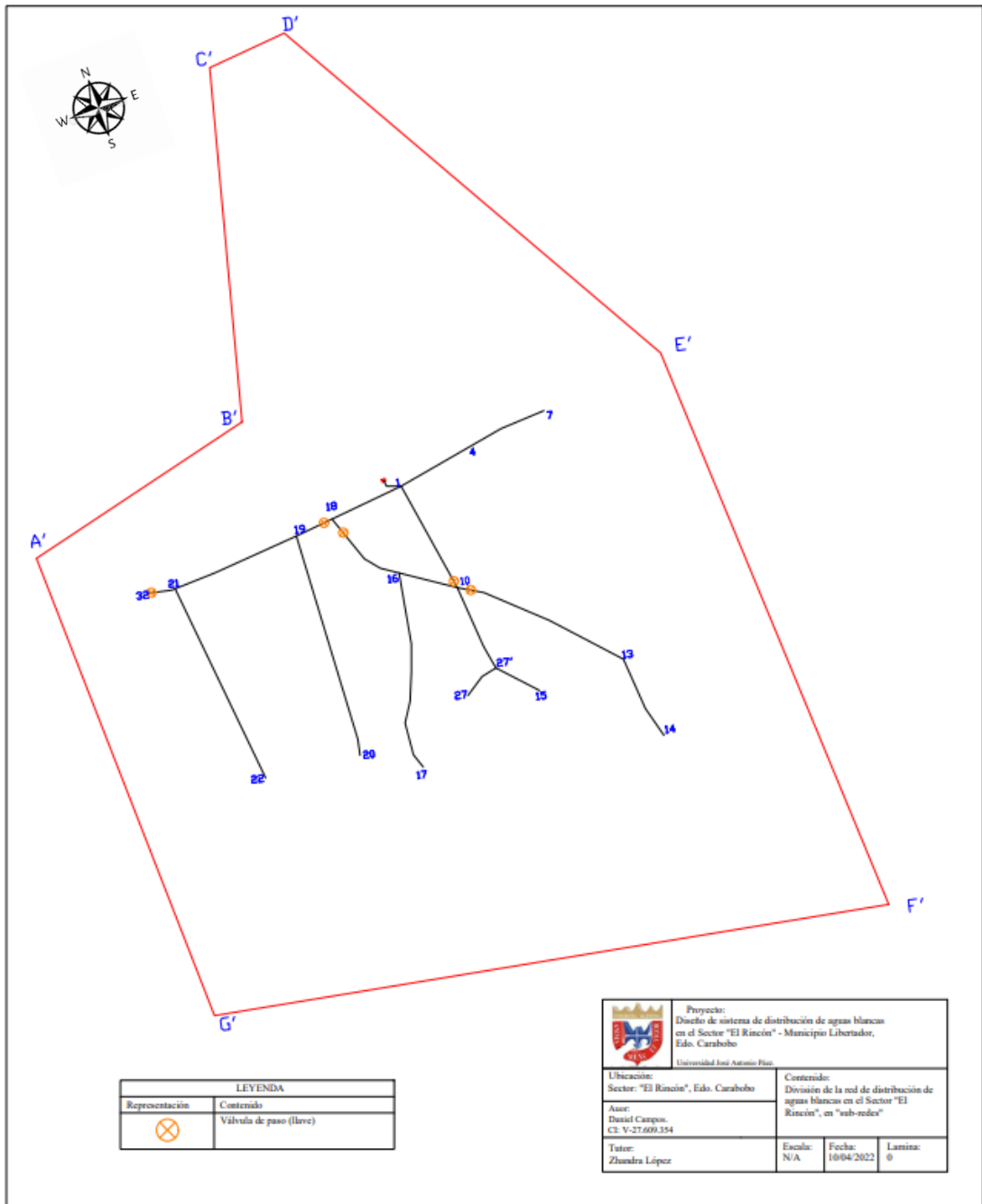
A2: Plano de calles y parcelas de la zona en estudio del Sector “El Rincón”



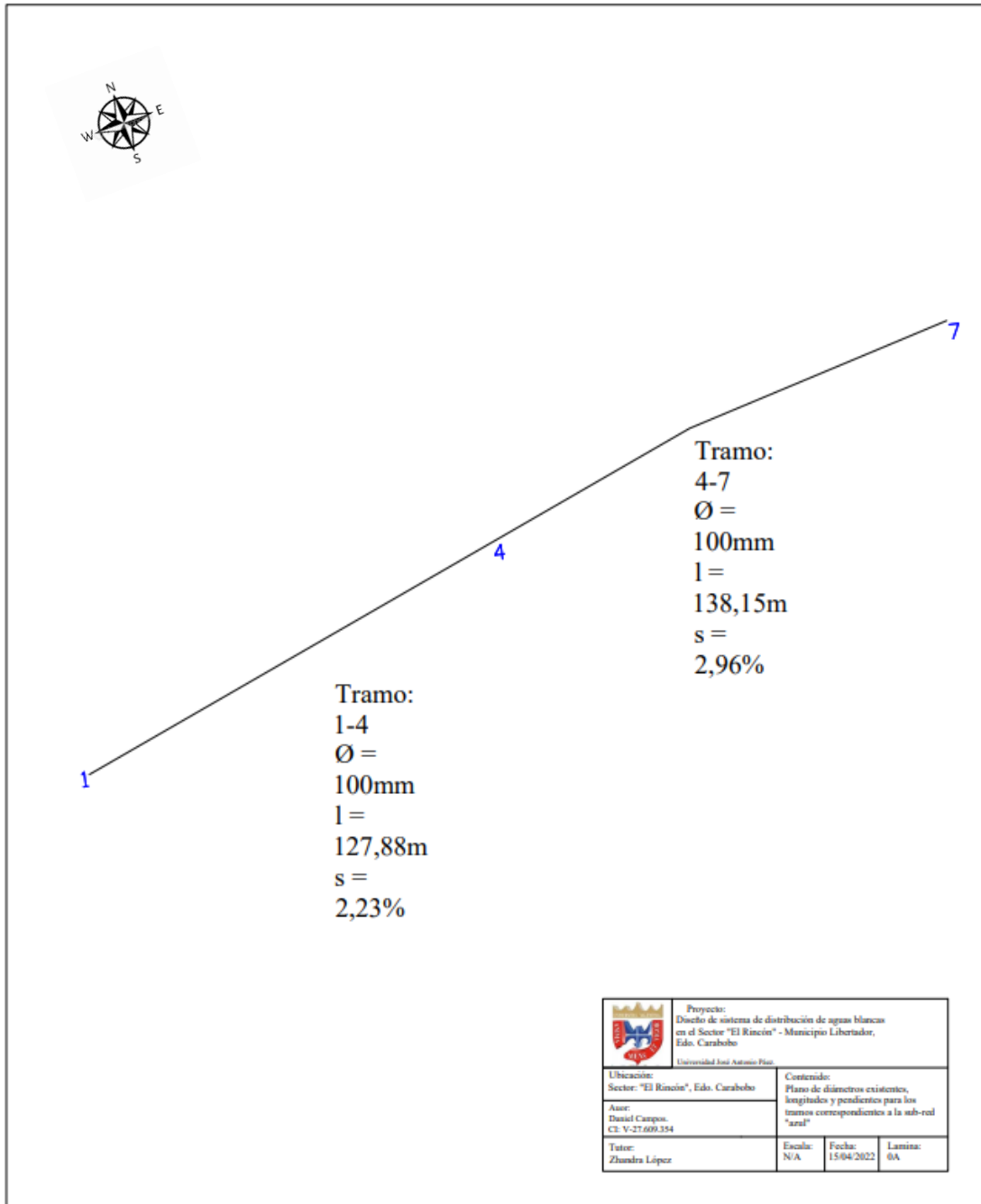
A3: Plano de curvas de nivel de la zona en estudio del Sector “El Rincón”



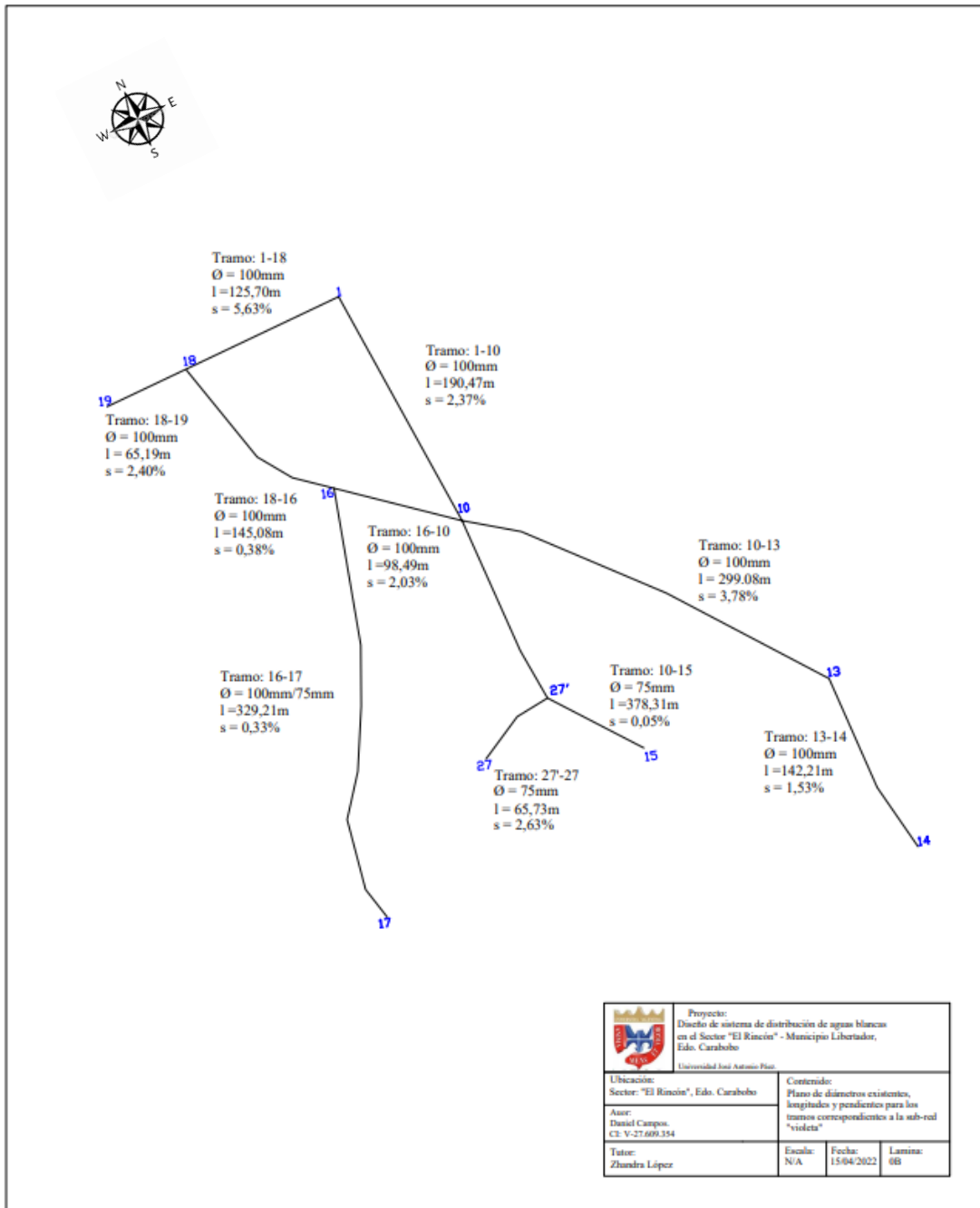
A4: Plano conjunto de calles, parcelas y curvas de nivel de la zona en estudio del Sector "El Rincón"



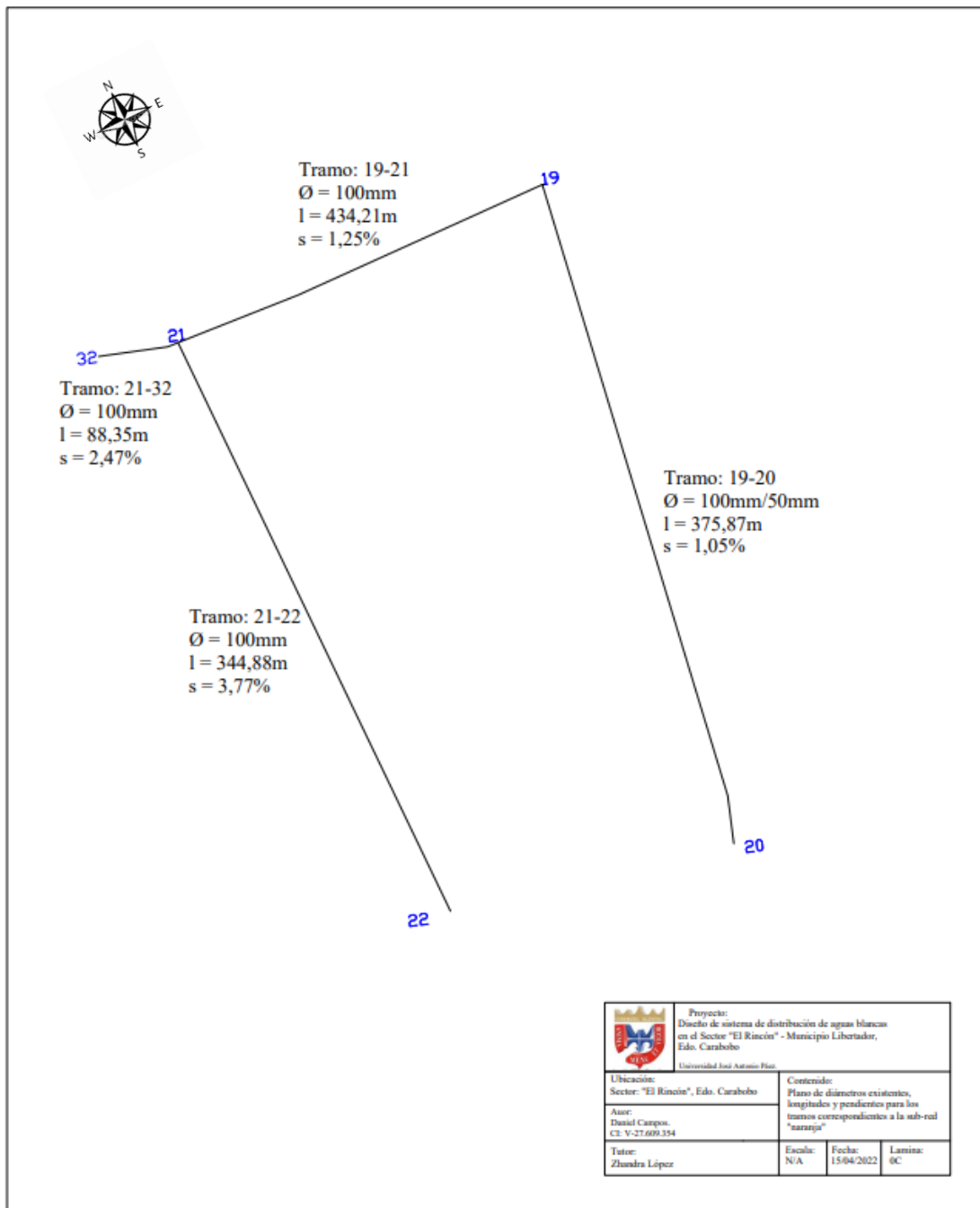
A5: Plano de la red de distribución de aguas blancas existente en la zona en estudio del Sector “El Rincón”



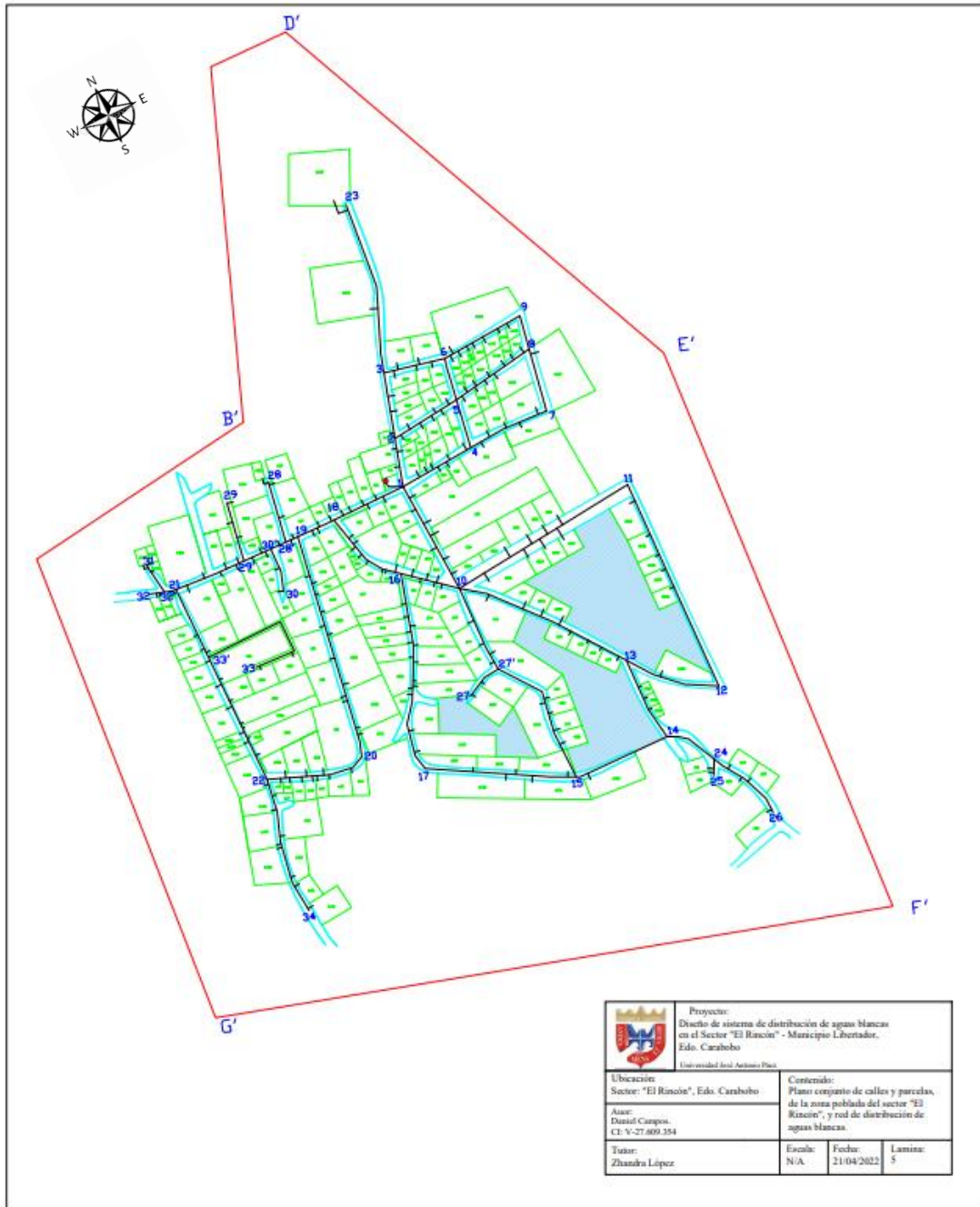
A6: Plano de diámetros existentes, longitudes y pendientes de la "Sub-red Azul"



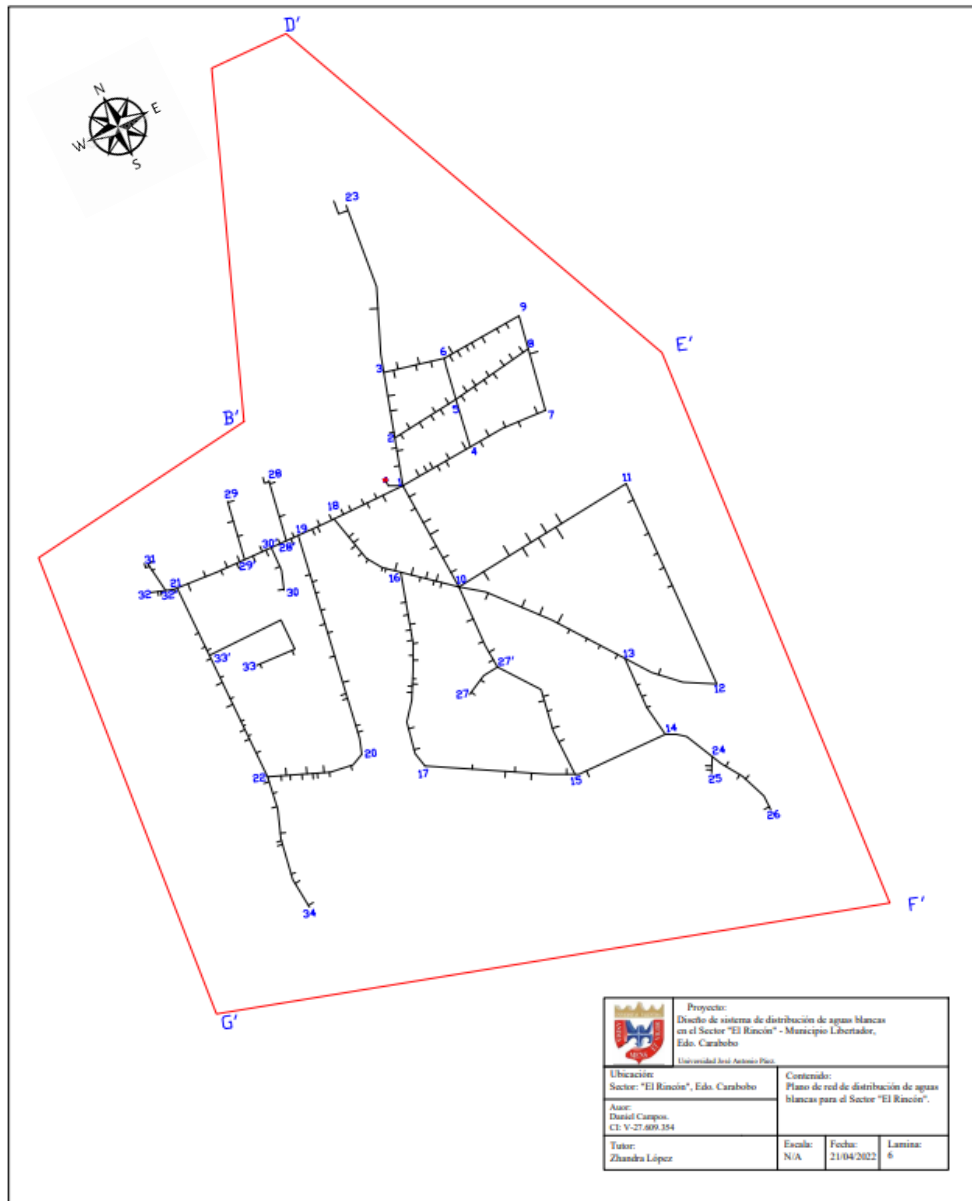
A7: Plano de diámetros existentes, longitudes y pendientes de la "Sub-red Violeta"



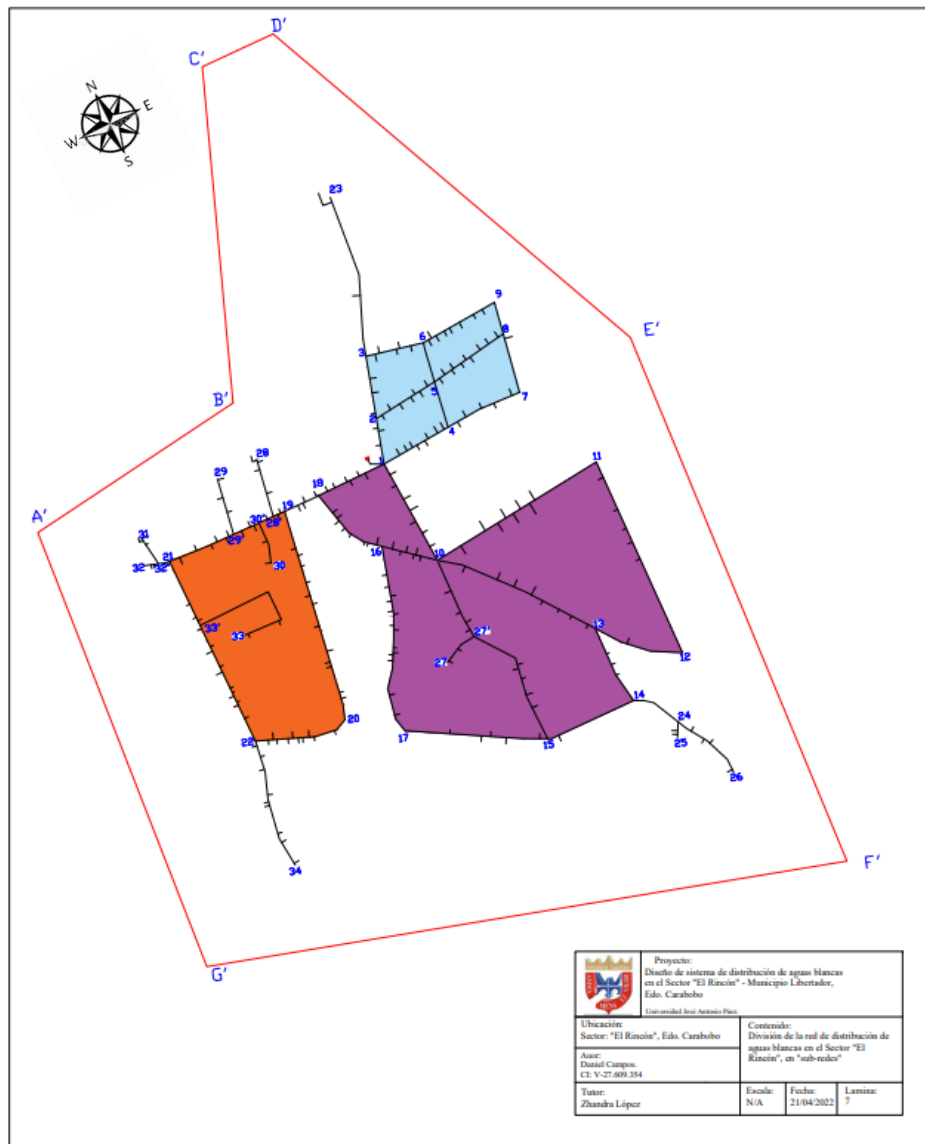
A8: Plano de diámetros existentes, longitudes y pendientes de la “Sub-red Naranja”



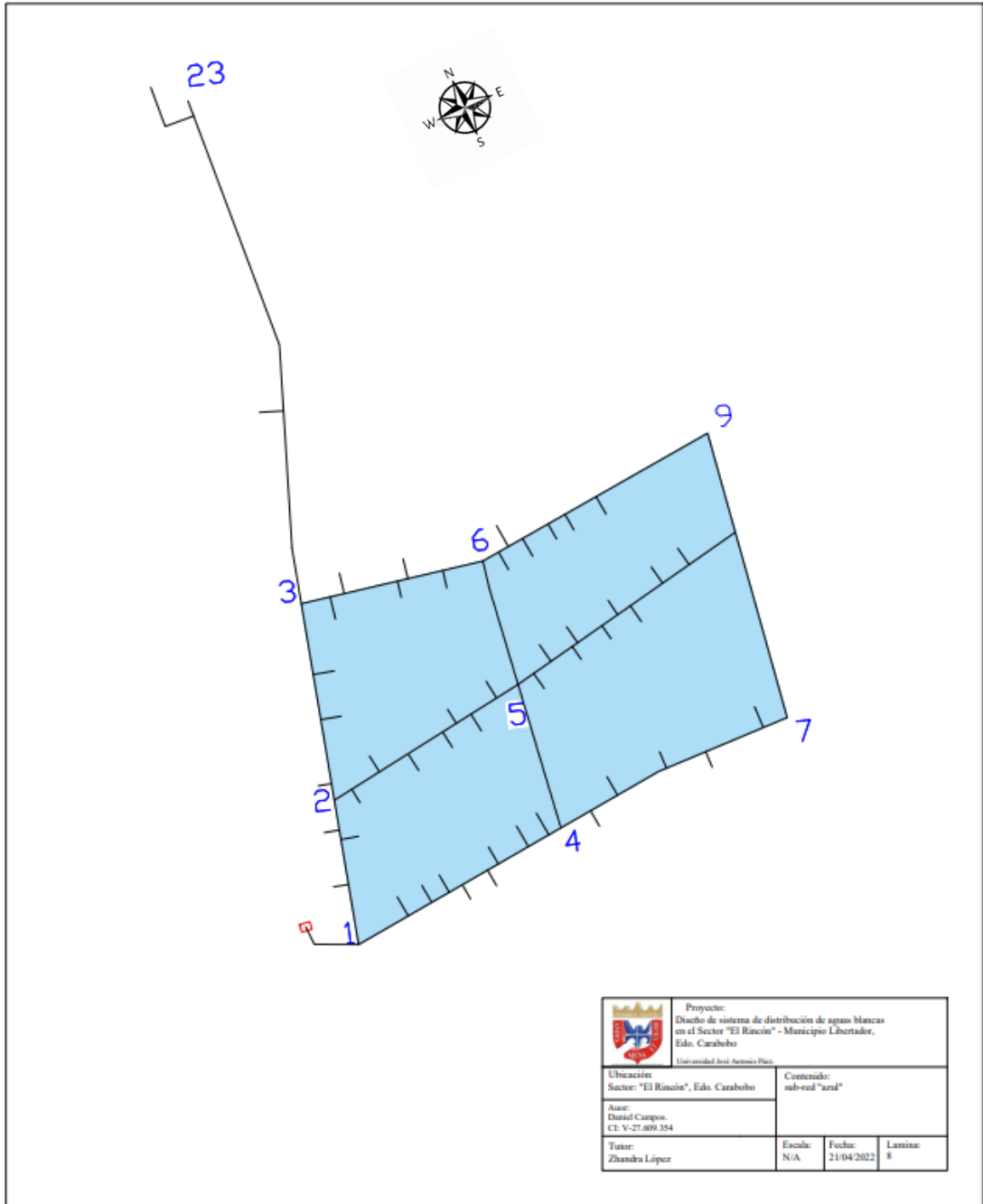
A9: Plano de calles, parcelas y tubería correspondientes al diseño a proponer de un sistema de distribución de aguas en el Sector “El Rincón”



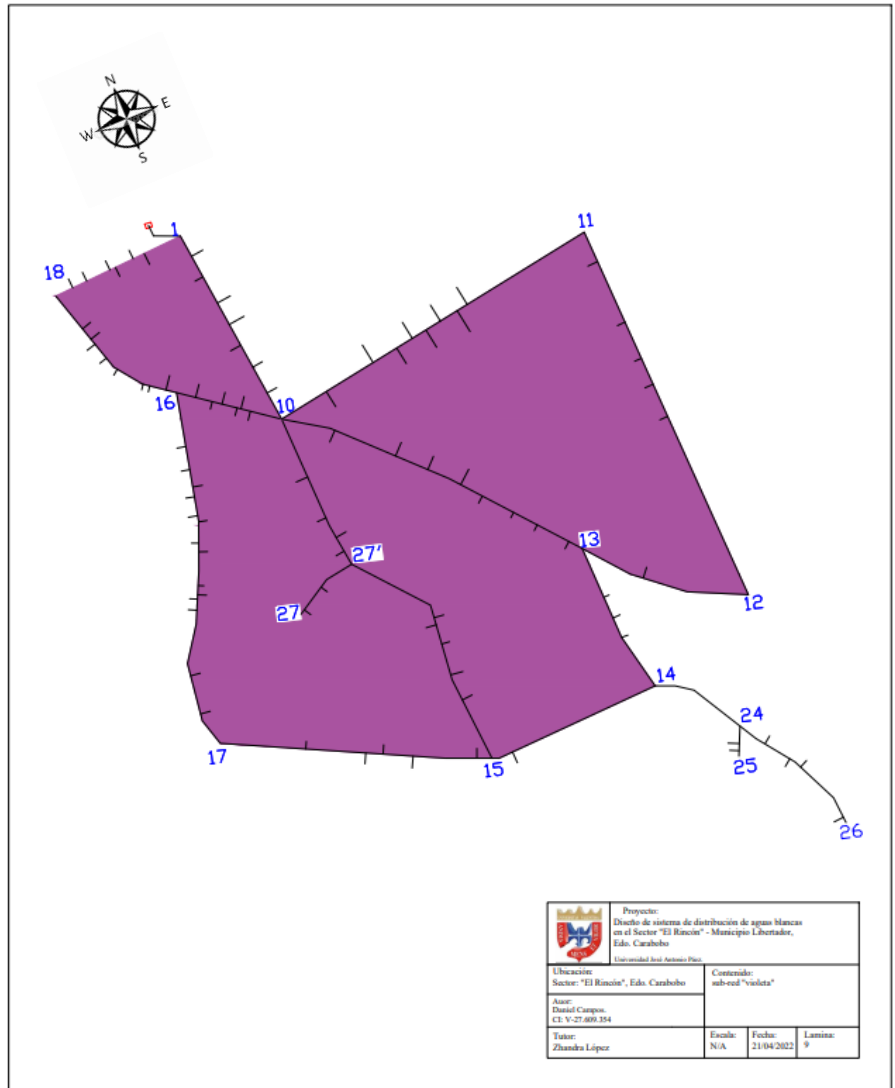
A10: Plano de tuberías correspondientes al diseño a proponer de un sistema de distribución de aguas en el Sector “El Rincón”



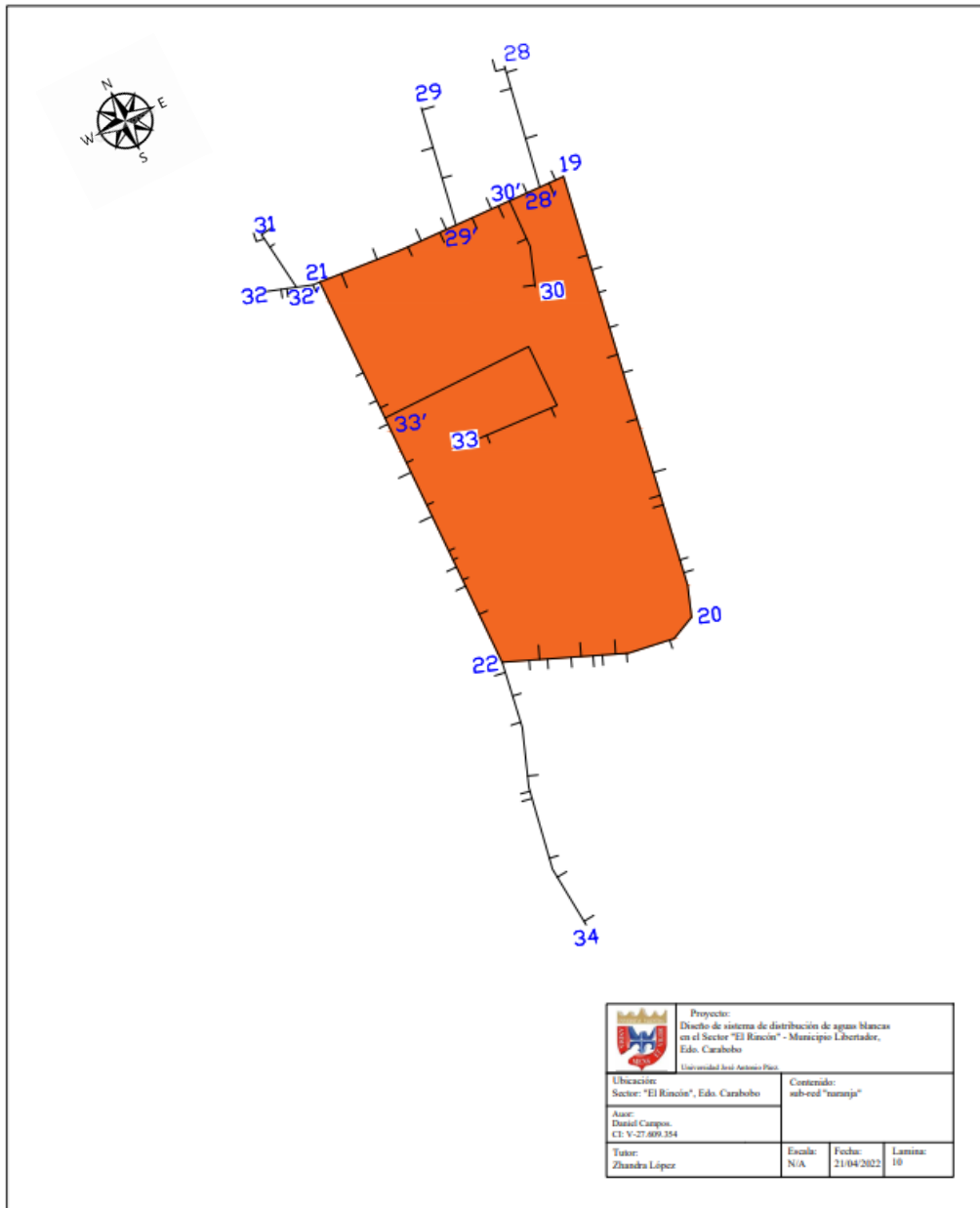
A11: Plano de división de red de distribución de aguas blancas para el Sector “El Rincón”



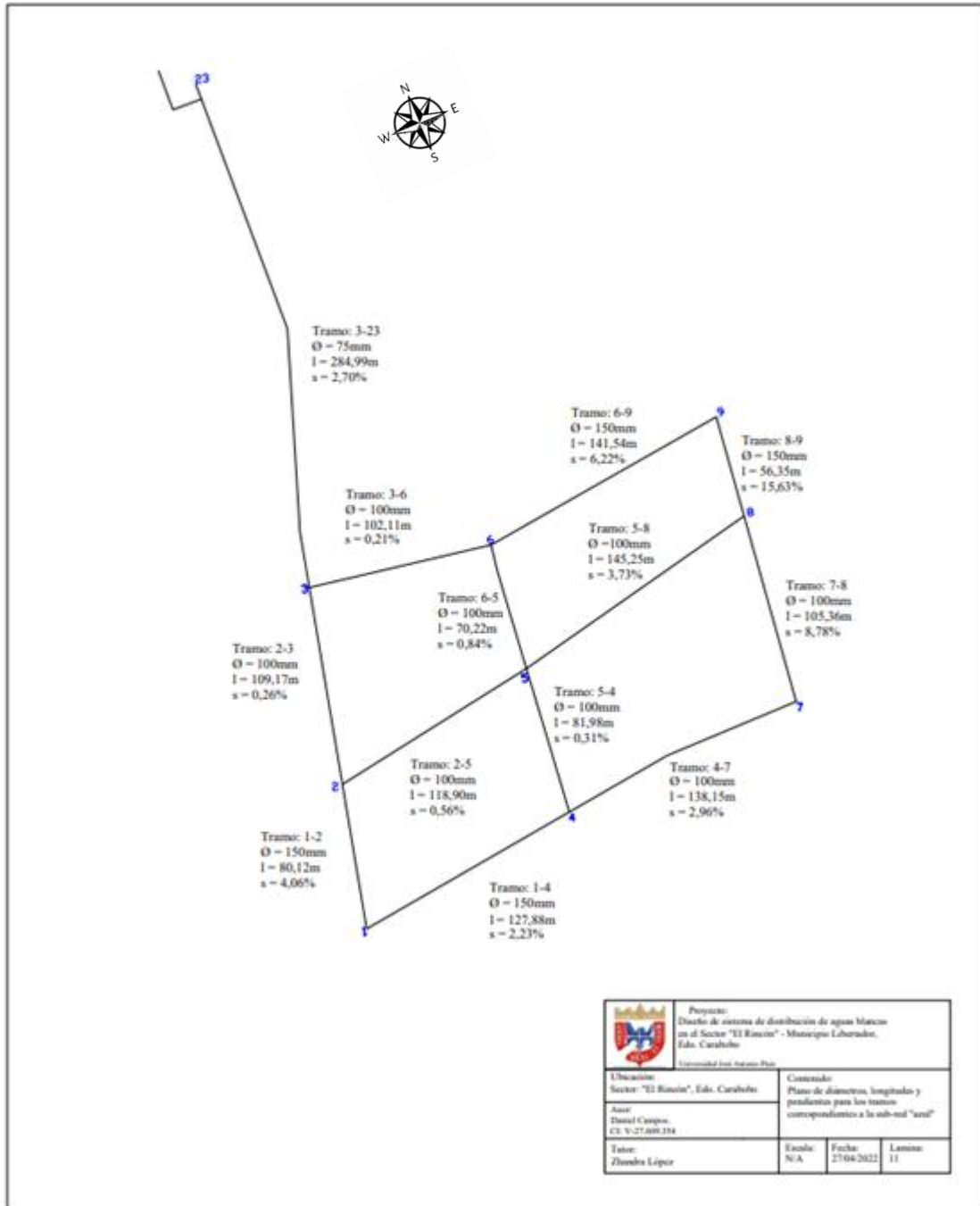
A12: Plano de Sub-red "Azul"



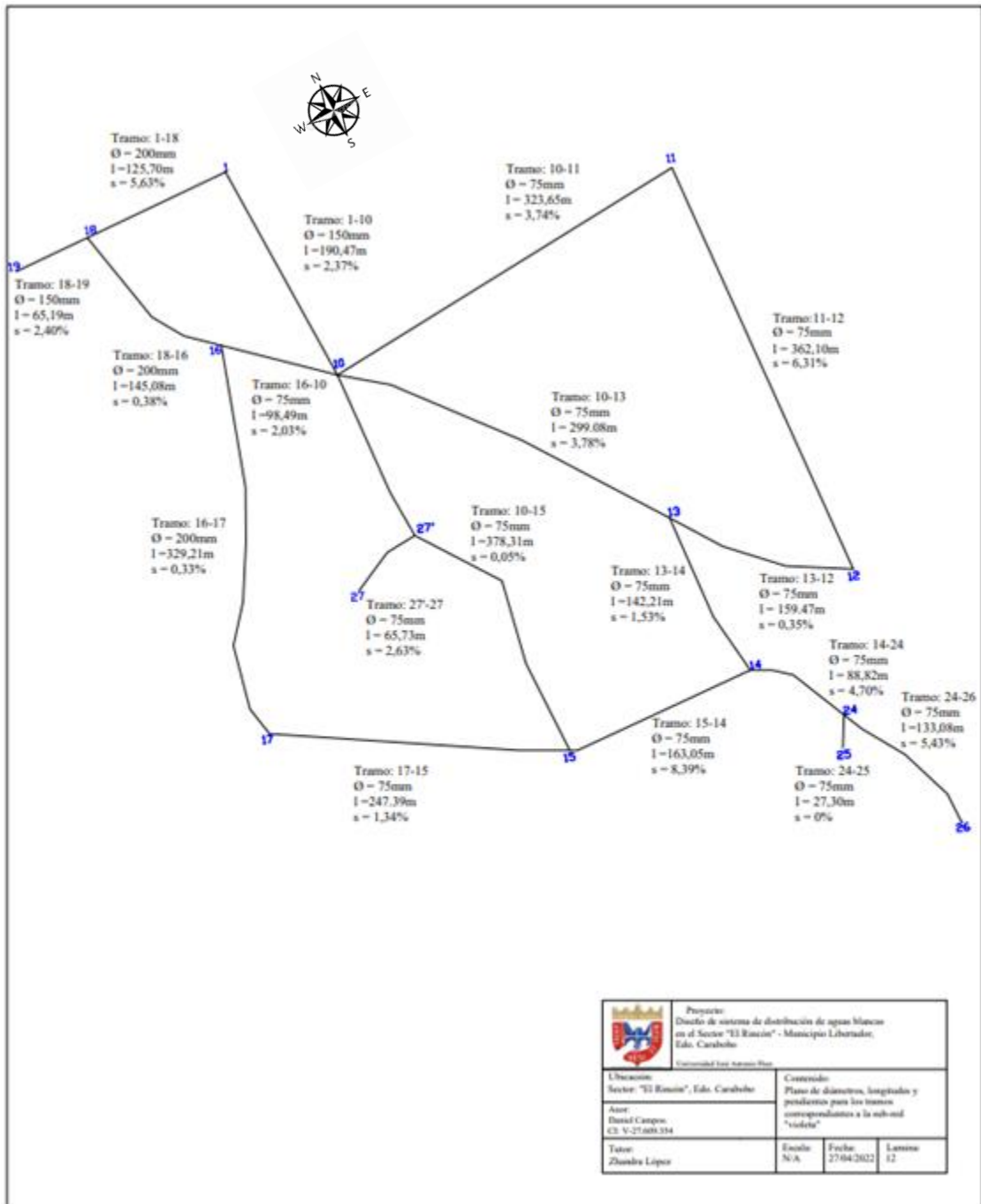
A13: Plano de Sub-red "Violeta"



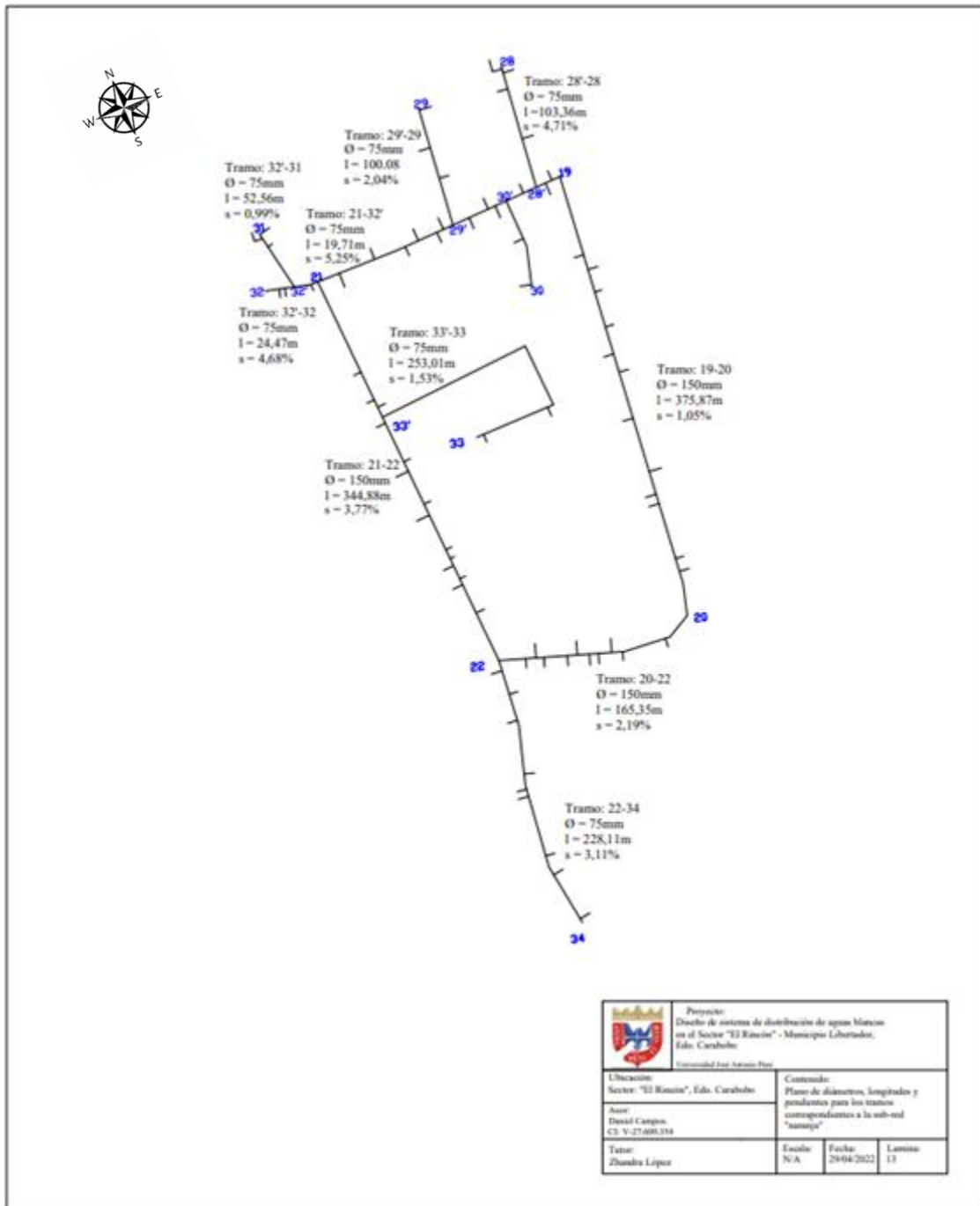
A14: Plano de Sub-red "Naranja"



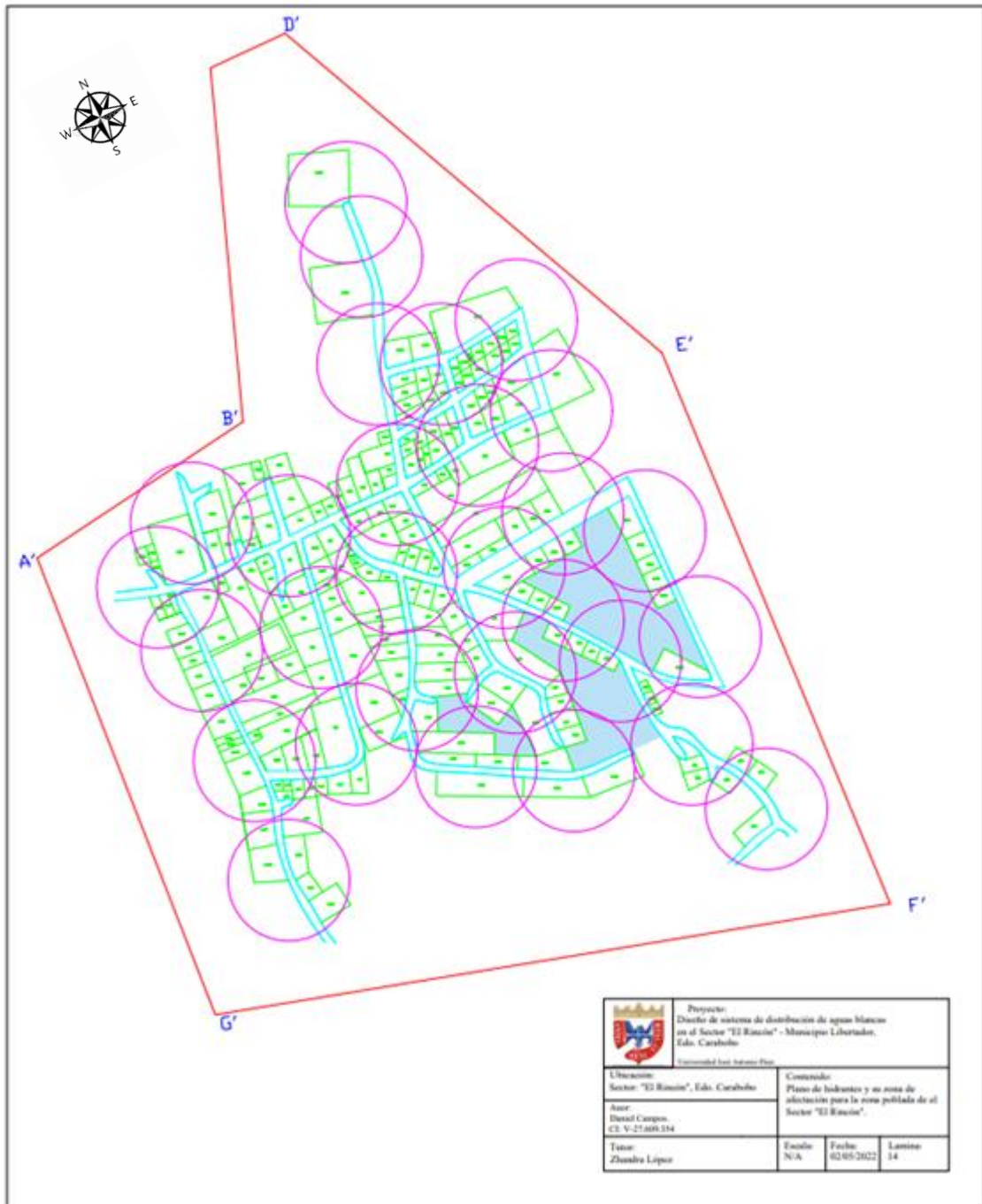
A15: Plano de diámetros, longitudes y pendientes para la sub-red "Azul"



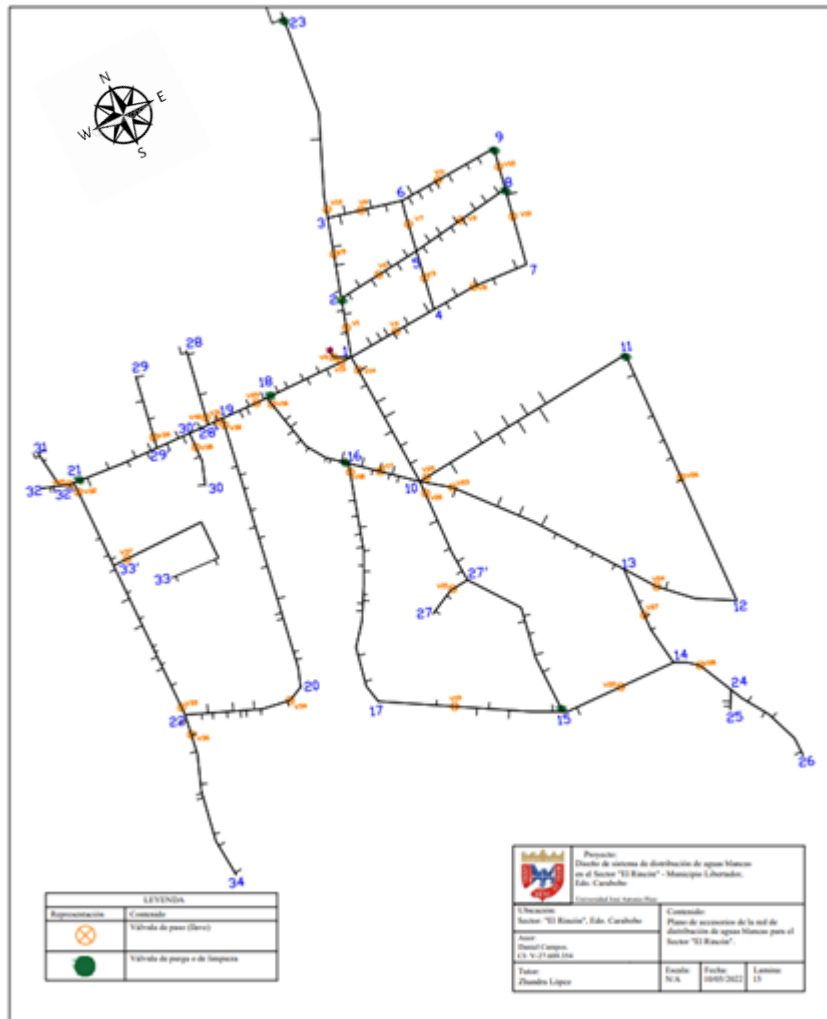
A16: Plano de diámetros, longitudes y pendientes para la sub-red "Violeta"



A17: Plano de diámetros, longitudes y pendientes para la sub-red "Naranja"



A18: Plano de hidrantes para el Sector “El Rincón”



A19: Plano de accesorios de la red de distribución de aguas blancas para el Sector "El Rincón"