UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

"DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA URBANIZACION CIUDAD CATALINA, MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL SUR, DEPARTAMENTO DE RIVAS"

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Cinthya Roxana Narváez Jarquín

Br. Saúl López Castro

Tutor

MSc. Ing. Ricardo Javier Fajardo González

Managua, enero 2023

Dedicatoria

Dedico este logro en primer lugar a Dios por ser mi guía, por darme sabiduría y por ser mi fiel compañero en este largo caminar.

A mis padres por motivarme a ser mejor cada día, por apoyarme en cada una de las metas que me he propuesto y por siempre creer en mí. A mis hermanos que sin su apoyo nada lograría.

A mis ángeles que desde el cielo comparten este triunfo conmigo, por ser los pilares fundamentales de mi vida y enseñarme que no existen límites para cumplir mis sueños, Papa Beto, Mamá Pía, Sofía, Enrique, tío Pablo; este logro es de ustedes.

A mi querido tío, Pablo Guadamuz (q.e.p.d) por su apoyo incondicional para realizar nuestro proyecto en su urbanización, por cada persona que nos recomendó para llevar a cabo nuestra monografía, gracias por ser un ángel en mi camino y creer en mi capacidad.

Muy especialmente dedico esta monografía a todas las personas que creyeron en mí, mi familia, mi novio por motivarme y apoyarme en cada etapa de este proceso, a mis apreciados docentes, Ing. Lysmeyling Duarte por su apoyo incondicional y asesoría; a mi amigo Saúl por haber estado conmigo en los momentos difíciles, por dar lo mejor para nuestro proyecto.

A mi tutor M. Sc. Ing. Ricardo Javier Fajardo González gracias por compartir sus conocimientos con nosotros, por aceptar ser parte de este sueño e ir de nuestra mano hasta culminarlo.

Br. Cinthya Roxana Narváez Jarquín

Dedicatoria

Dedico este logro principalmente a Dios por haberme permitido culminar esta meta, ya que él nos brinda la sabiduría, fuerzas para seguir avanzando tanto en lo profesional y personal.

A mis padres por siempre estar a mi lado y apoyarme incondicionalmente, animandome a siempre salir adelante y nunca darme por vencido, a mis hermanos que siempre han estado para apoyarme cuando los he necesitado.

A mis docentes por los conocimientos compartidos, a mi compañera de tesis y amiga Cinthya.

A nuestro tutor M. Sc. Ing. Ricardo Javier Fajardo González por asesorarnos para desarrollar nuestro proyecto de titulación y a cada una de esas personas que colaboraron en la culminación de nuestra meta.

Br. Saúl López Castro

Agradecimiento

A Dios sobre todas las cosas por ser nuestro guía y colmarnos de sabiduría a lo largo de este camino.

A nuestros padres por su amor y apoyo en cada proyecto de nuestra vida, por siempre creer en nuestras capacidades y motivarnos a ser mejores cada día.

A nuestros apreciados docentes por formarnos y apoyarnos en este proyecto, en especial a nuestro tutor M. Sc. Ing. Ricardo Javier Fajardo González, por brindarnos sus conocimientos, sabiduría, tiempo y esmero para realizar nuestra monografía y a todos aquellos que fueron parte de nuestro crecimiento profesional.

Al señor Pablo Guadamuz (q.e.p.d) por apoyarnos incondicionalmente, DYANCA por permitirnos realizar nuestro proyecto en su urbanización, por siempre apoyarnos y confiar en nosotros.

A todos y cada uno de ustedes gracias por hacer posible este sueño.

Br. Cinthya Roxana Narváez Jarquín

Br. Saúl López Castro

Resumen del tema

Al surgir la iniciativa de realizar nuestra monografía en San Juan del Sur, se solicitó el apoyo del señor Pablo Guadamuz, el cual nos facilitó la información del proyecto, nos llevó al terreno y nos programó una visita con el representante legal de DYANCA, señor Carlos Rivas para comunicarle de nuestro interés de realizar el sistema de abastecimiento de la urbanización “Ciudad Catalina”, proyecto que llevará a cabo dicha sociedad.

El proyecto de urbanización “Ciudad Catalina” nace de la necesidad habitacional que existe en el municipio de San Juan del Sur, dicho proyecto tendrá un alcance de construcción de 112 viviendas que se ubicarán en un área de terreno de aproximadamente 5 mz.

Gracias al apoyo del señor Pablo Guadamuz coordinamos una reunión con el delegado de ENACAL de San Juan del sur, Sr. Marvin Merlos Zapata. Con el fin de solicitarle su apoyo con nuestro proyecto de estudio, brindándonos éste toda la información necesaria para llevar a cabo el ***“Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, para la urbanización Ciudad Catalina”.***

En una de las giras de campo en compañía con el Ing. Rudy Cruz, Supervisor residente externo para ENACAL, se visitó la fuente de abastecimiento, almacenamiento y red de distribución del municipio de San Juan del Sur; a fin de constatar que existe un sistema de abastecimiento que cuenta con dos tanques de almacenamiento con una capacidad de 2,424.00 m^3 equivalentes a (640,422.00 glns) cada uno, los cuales garantizan el flujo continuo de agua las 24hrs del día, los 365 días del año. De igual manera en compañía del Ing. Cruz, fuimos a la planta de tratamiento de San Juan del Sur que está ubicada en La Virgen para ver cada uno de los procesos de tratamiento desde la captación hasta la distribución del agua potable.

Para realizar el diseño de la red de abastecimiento de Ciudad Catalina se visitó el terreno de la Urbanización, revisamos y evaluamos la topografía existente a fin de

constatar que el terreno es apto para la construcción del sistema de abastecimiento de agua potable.

Al realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la urbanización Ciudad Catalina se acopló éste a la red pública de San Juan del Sur ya que se obtuvo el permiso para acoplarnos a la red por parte de Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado **ENACAL**, al realizar el diseño en el Software EPANET 2.0 se obtuvo en el consumo máxima hora que el 100 % de las presiones cumplen satisfactoriamente con la norma ya que se encuentran en un rango del 14-50 mca, siendo la presión máxima de 47.78 mca en el nodo 4, la presión mínima de 36.58 mca en el nodo 9; se obtuvo que el 46.15 % de las velocidades son menores a 0.6 m/s y el 53.85% se encuentra entre valores de 0.6-2.00 m/s, siendo los escenarios con velocidad máxima de V=1.49 m/s en la T2, velocidad mínima en las tuberías T4, T5, V=0.12 m/s, debido a las condiciones del terreno, por lo que se recomendó instalar válvulas de limpieza para evitar sedimentos en la tubería.

Para la realización del sistema de abastecimiento de Ciudad Catalina el costo total del proyecto será de C$797,116. el cual incluye 1.5 km de tubería, 882.48 m tubería de Ø2” PVC SR26, 156 m tubería de Ø3” PVC SR26, 458.16 m tubería de Ø4” PVC SR26.

Índice

1. GENERALIDADES 1

1.1. Introducción 1

1.2. Antecedentes 2

- **Visita a fuente de abastecimiento** 2

1.3. Justificación 4

1.4. Objetivos 6

2.4.3 Objetivo general 6

2.4.3 Objetivos específicos 6

2. UBICACIÓN DEL PROYECTO 7

2.1. Posición geográfica coordenadas límites y elevación 7

2.2. Macro localización y micro localización 7

2.3. Planos de Macro y micro localización del área de estudio 8

2.4. Descripción del proyecto 10

2.4.1. Aspectos generales 10

2.4.2. Área de cada elemento del proyecto: 10

2.4.3 Caracterización Municipal de San Juan de Sur 11

2.5. Turismo 12

2.6. Sector agropecuario 12

2.7. Sector pesquero 13

2.8. Aspectos de servicios básicos de San Juan del Sur 13

2.8.1. Salud 13

2.8.2. Vivienda 14

2.8.3. Educación 14

2.8.4. Sistema de agua potable y alcantarillado 15

3. MARCO TEORICO 16

3.1. Sistema de abastecimiento de agua potable 16

3.2. Obras de captación 16

3.3. Línea de conducción 18

3.4. Tratamiento 18

3.5. Línea de alimentación 19

3.6. Red de distribución 19
3.7. Estación de bombeo 19
- **Edificio** 19
- **Localización** 20
- **Capacidad y características de las estaciones** 20
- **Equipos de bombeo** 21
- **Tuberías y válvulas en succión y descarga de bombas** 22
- **Descarga:** 22
- **Equipo eléctrico** 24
- **Motores** 25

3.8. Almacenamiento 25
3.8.1. Generalidades 25
3.8.2. Capacidad mínima 25
- Volumen compensador 25
- Reserva para eventualidades y/o emergencias 26
- Reserva para combatir incendios 26

a. Localización 26
b. Altura mínima 26
c. Clases de tanques 26
- Concreto armado 27
- Acero 27
- Mampostería 27

3.8.3. Tipos de tanques 27
a) Tanques sobre el suelo (superficiales) 27
b) Tanques elevados 28
c) Tanques compensadores combinados (sobre suelos y elevados) 28
3.9. Estudios de población 28
3.10. Calculo poblacional 29
3.11. Dotaciones de agua para consumo 30
3.11.1. Consumo domestico 30
- Desarrollos habitacionales 30

3.11.2. Consumo comercial, industrial y público 31

3.12. Factores de Máximas Demandas 31
a) Consumo de máximo día: 31
b) Consumo de máxima hora 31
c) Pérdidas 31
3.13. Conexiones domiciliares 32
3.13.1. Accesorios 32
3.13.2. Acometidas 32
4. DISENO METODOLÓGICO 33
4.1. Estudio socioeconómico 33
4.2. Cálculo de la población 33
4.2.1. Método por porcentaje de saturación 34
4.3. Evaluación del levantamiento topográfico 34
4.4. Aforo y calidad de agua 34
4.5. Abastecimiento de agua potable 35
4.6. Línea de conducción 35
4.7. Red de distribución 36
4.8. Análisis de la red en el software EPANET 2.0 36
4.9. Costo y presupuesto 36
5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS 37
5.1. Estudio socioeconómico 37
• Población y consumo 37
5.2. Evaluación del levantamiento topográfico 41
5.3. Gestión ante Enacal 43
5.4. Diseño Sistema de abastecimiento de agua potable 46
5.4.1. Consumo comercial, industrial, publico / institucional 46
5.4.2. Caudales contra incendio 46
5.4.3. Pérdidas del sistema 47
5.4.4. Consumo promedio diario total 47
5.4.5. Consumo de máxima día 47
5.4.6. Consumo de máximo hora 47
5.4.7. Fuente de abastecimiento de agua potable 47
5.4.8. Linea de acople a la red 47

5.5. Diseño de la red de distribucion 47
5.5.1. Coeficiente de capacidad hidráulica (C), de Hazen Williams 47
5.5.2. Velocidades permisibles 48
5.5.3. Presiones mínimas y máximas 48
5.5.4. Diámetro mínimo 48
5.5.5. Cobertura sobre tuberías 48
5.5.6. Resistencia de tuberías y su material 48
5.5.7. Accesorios y obras complementarias de la red de distribución 48
- Válvulas de pase 48
- Válvulas de limpieza 49
- Localización de hidrantes 49
- Conexiones domiciliares 49
- Anclajes 49

5.6. Memoria de cálculos y resultados 50
5.6.1. Población de diseño de la urbanización 50
5.6.2. Consumo doméstico 50
5.6.3. Consumos especiales 50
5.6.4. Consumo promedio diario 51
5.6.5. Pérdidas en el sistema 51
5.6.6. Consumo de máximo día 51
5.6.7. Consumo de máxima hora 51
5.7. Análisis de la fuente vs la demanda 52
5.8. Línea de acople a la red de distribución 52
5.8.1. Clase de tubería 53
- Cálculo de la velocidad de propagación de la onda (C) 53
- Cálculo de la sobrepresión (h) 54

5.9. Distribución de la demanda 55
5.10. Modelación Hidráulica 55
5.11. Resultados de la modelación hidráulica 58
5.11.1. Resultados de presiones en los escenarios 58
5.11.2. Resultados de las velocidades en los escenarios 58
5.11.3. Resultados en escenario de caudal de máxima hora (CMH) 59

5.11.4. Resultados en escenario consumo cero 61
5.11.5. Resultados en escenario cloro residual 63
5.15 Costo y presupuesto 65
5.14 CONCLUSIONES 67
5.15 RECOMENDACIONES 69
6. BIBLIOGRAFIA 70
Lista de Abreviaturas Instituciones i
7. ANEXOS iii
Anexo I Red de abastecimiento iv
Fuente – Red v
- **Red Ciudad Catalina.** ix
  - **Longitud** ix
- **Caudal Máxima hora** xi
  - **Caudal** xi
  - **Velocidad** xii
  - **Presión** xiii
- **Consumo Cero** xiv
  - **Caudal** xiv
  - **Velocidad** xv
  - **Presión** xvi

Anexo II Memoria de cálculo xx
Anexo III Fuente de abastecimiento San Juan del Sur xxiv

1. GENERALIDADES

1.1. Introducción

En el proyecto de urbanización “Ciudad Catalina”, se realizó el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, siendo de gran importancia para todos los seres humanos tener acceso al vital líquido para el consumo humano, comercial, industrial, etc. Dicho proyecto beneficiará a 112 familias las cuales podrán tener acceso al agua potable de forma segura y eficaz, cumpliendo con todos los parámetros para brindar agua potable a la población de San Juan del sur.

La urbanización Ciudad Catalina estará ubicada en el km 139 de la carretera Rivas San Juan del Sur, costado sur del barrio José Alberto Barberena, tiene un área de 5 manzanas y comprende la construcción de 112 viviendas ubicadas en lotes desde 372.33 v^2, los sistemas constructivos de las viviendas serán de dos tipos mampostería reforzada y de mampostería confinada.

Para diseñar el sistema de abastecimiento en Ciudad Catalina se acopló el diseño a la red pública, por lo que se solicitó información ante la Empresa Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL) acerca del cuadro de presiones y el caudal del punto de acople para determinar si la red pública existente es capaz de satisfacer las demandas del sistema de abastecimiento de la urbanización ciudad Catalina.

1.2. Antecedentes

La red del municipio de San juan del sur fue construida bajo el gobierno de la familia Somoza, no se data fecha exacta, pero fue aproximadamente en el año 1960-1970, hace 12 años se cambió la línea de conducción de la Virgen a los tanques de almacenamiento que están ubicados en el bastón, también se realizó cambio de tubería del bastón a San Juan del sur. La Red de San Juan del Sur también distribuye agua a La Virgen, Santa María y El Genízaro.

El abastecimiento de agua potable en el casco urbano es brindado por la empresa ENACAL. A principios del 2010 dicha empresa, con el financiamiento del gobierno español, inicio la construcción del sistema de bombeo y potabilización de agua del Lago Cocibolca a la Ciudad de San Juan del Sur[1].

- **Visita a fuente de abastecimiento**

Para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la urbanización Ciudad Catalina se visitó el Cárcamo de bombeo de agua en playa la Virgen, ubicada a 24 km del municipio de San Juan del Sur. El cual cuenta con 3 bombas, la captación se da mediante un tubo que se adentra 600 mts en el lago Cocibolca; entrando el agua por gravedad para luego ser enviada a la planta de almacenamiento que está ubicada a unos 700 mts del Cárcamo.

El agua se recibe cruda para luego ser purificada, primero pasa por los decantadores y se desinfecta con sulfato para separar las sustancias del agua, luego pasan al filtro. Algo importante es señalar que la planta de San Juan del Sur no cuenta con los equipos para realizar los análisis físicos-químicos. El personal de la planta realiza el proceso de potabilización en base a su experiencia. En el proceso de oculación se utiliza cloro y sulfato, el proceso en los decantadores dura 20 minutos y luego el agua pasa por los filtros para evitar que pase cualquier lodo que pudo haber quedado, para finalmente llegar a la pila de agua tratada.

[1] ALCALDÍA MUNICIPAL DEL PODER DE LAS FAMILIAS Y LAS COMUNIDADES DE SAN JUAN DEL SUR. CARACTERIZACIÓN MUNICIPAL SAN JUAN DEL SUR 2017.

El agua para consumo humano debe de tener 1.5 ppm de cloro, por el trayecto de 24 km que recorre el agua desde la planta ubicada en playa la virgen al municipio de San juan del Sur se dosifica de 3.5 a 4 ppm, el cual por la fricción en el recorrido al llegar al municipio el agua llega con 1 ppm.

La planta empezó operaciones en el año 2010 y fue diseñada para procesar 702 m^3/h, pero actualmente se procesan 472 m^3/h

Con la renovación del sistema de abastecimiento de agua en San Juan del Sur, se realizaron cambios de tubería, de equipos de bombeos, cambios de válvulas ya que había pérdidas de agua por ruptura y la población sufría de cortes de agua muy seguido.

Se instalaron un total de 54 válvulas:

La válvula reguladora del sector 1 es de 300 mm (12 plgs), pero cerca del punto de acople a unos 30 mts hay una reducción de tubería de 200 mm (8 plgs). La válvula no se regula debido a esto.

La regulación en las demás válvulas debe estar en 35 mca de agua.

Se realizaron 2300 conexiones domiciliares.

1.3. Justificación

La iniciativa de realizar el sistema de abastecimiento de agua potable para la urbanización Ciudad Catalina nace de la idea de brindar a la población sanjuaneña viviendas que cuenten con todos sus servicios públicos para garantizar un buen aprovechamiento de los recursos de nuestro país.

Se sabe que el agua es el mayor tesoro ya que a través de ella se satisfacen todas nuestras necesidades y haciendo un buen uso de este vital líquido se garantiza una mejor calidad de vida, evitando posibles enfermedades causadas por el agua ya que según las Naciones Unidas, cada día, alrededor de 1000 niños mueren debido a enfermedades diarreicas asociadas a la falta de higiene[2], ya que nuestro objetivo es llevar agua segura y de calidad.

En todo el mundo, una de cada tres personas no tiene acceso a agua potable salubre, dos de cada cinco personas no disponen de una instalación básica destinada a lavarse las manos con agua y jabón, y más de 673 millones de personas aún defecan al aire libre.

La pandemia de la COVID-19 ha puesto de manifiesto la importancia vital del saneamiento, la higiene y un acceso adecuado a agua limpia para prevenir y contener las enfermedades. La higiene de manos salva vidas. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, el lavado de manos es una de las acciones más efectivas que se pueden llevar a cabo para reducir la propagación de patógenos y prevenir infecciones, incluido el virus de la COVID-19. Aun así, hay miles de millones de personas que carecen de acceso a agua salubre y saneamiento, y los fondos son insuficientes.[3]

[2] (Naciones Unidas.) Objetivos de desarrollo sostenible; objetivo No 6, Agua limpia y saneamiento.
[3] (Naciones Unidas.) Objetivos de desarrollo sostenible; objetivo No 6, Agua limpia y saneamiento.

Entre 1990 y 2015, la proporción de población mundial que utilizaba una fuente mejorada de agua potable pasó del 76% al 90%.

La escasez de agua afecta a más del 40% de la población mundial y se prevé que este porcentaje aumente. Más de 1700 millones de personas viven actualmente en cuencas fluviales en las que el consumo de agua supera la recarga.[4]

Para la realización de este proyecto se propone acoplarse a la red pública ya que se sabe que es agua de calidad, que cumple con los parámetros físicos y químicos del agua potable y que es capaz de abastecer a toda la ciudad, para lo cual se confirmó mediante información y estudios solicitados ante ENACAL de San Juan del Sur; a fin de garantizar un buen diseño del sistema, que sea capaz de distribuir agua potable a los hogares.

[4] (Naciones Unidas.) Objetivos de desarrollo sostenible; objetivo No 6, Agua limpia y saneamiento.

1.4. Objetivos

2.4.3 Objetivo general

- Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable de la urbanización Ciudad Catalina en el municipio de San Juan del Sur, Departamento de Rivas.

2.4.3 Objetivos específicos

- Realizar el estudio socioeconómico.
- Evaluar el levantamiento topográfico existente.
- Gestionar ante Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados “ENACAL” información relacionada al cuadro de presiones y aforo en el posible punto de acople.
- Diseñar los componentes del sistema de agua.
- Realizar el presupuesto de la obra.

2. UBICACIÓN DEL PROYECTO

2.1. Posición geográfica coordenadas límites y elevación

El proyecto será ubicado contiguo al costado sur del barrio José Alberto Barberena San Juan del Sur, en una zona suburbana con alto potencial de desarrollo y condiciones ambientales favorables para el desarrollo de edificaciones.

Posee un fácil acceso al sitio ya que se llega por la carretera principal del municipio que comunica San Juan del sur-La Virgen-Rivas, la cual ha sido reconstruida y presenta excelentes condiciones. Ver cuadro de coordenadas del proyecto.

En el sistema de coordenadas UTN Z16-WGS84, el proyecto se localiza de la siguiente manera:

Tabla No. 1

Cuadro de coordenadas

ESTACIÓN	NORTE	ESTE
RAR-1	1,244,968.690	624,210.477
RAR-2	1,245,082,.897	624,315.188

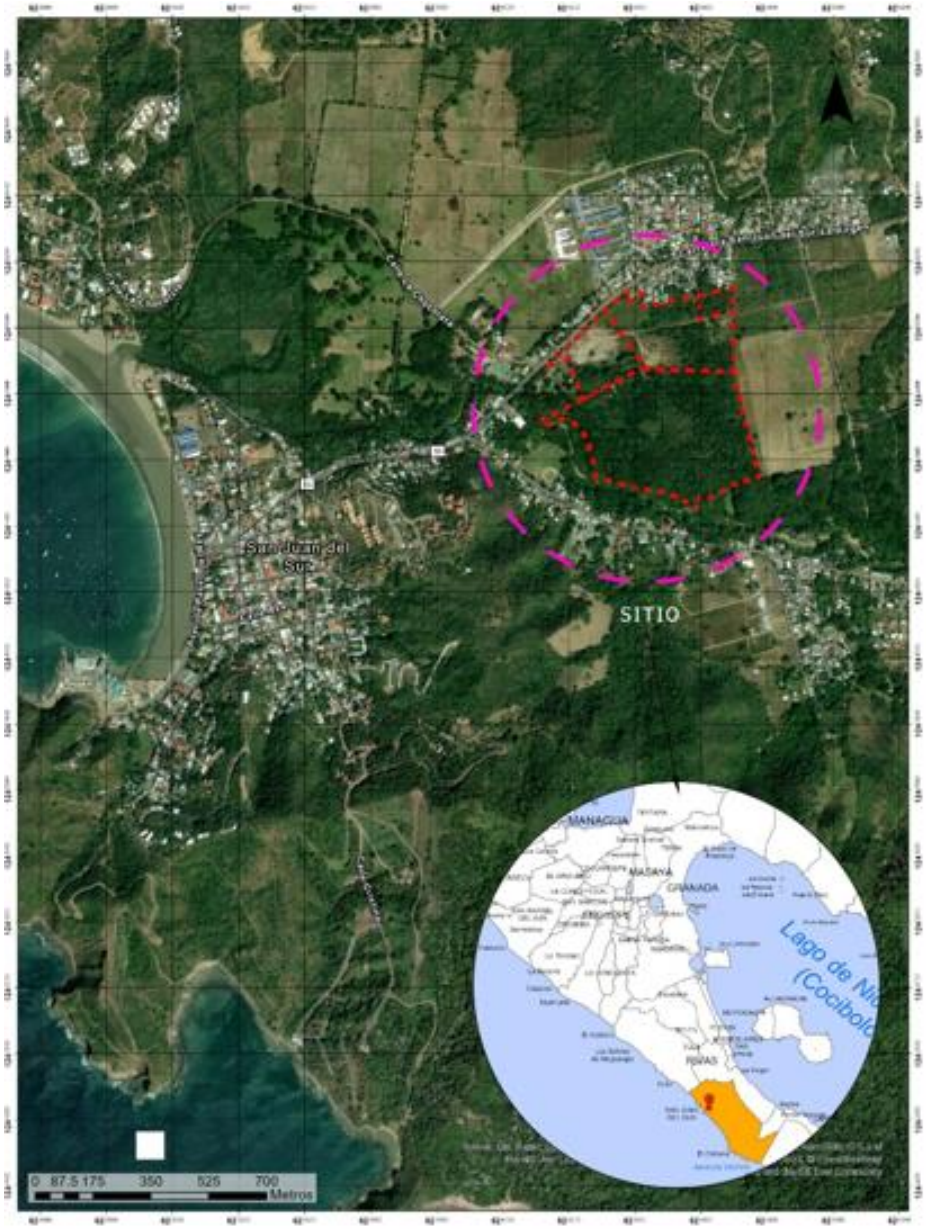
2.2. Macro localización y micro localización

El sitio previsto para la construcción de las obras del proyecto “Ciudad Catalina”, se localiza en la entrada al casco suburbano costado Sur, costado sur del barrio José Alberto Barberena. Ubicado en el extremo sur de Nicaragua (Pacífico Sur) en el departamento de Rivas, municipio de San Juan del Sur, con una extensión territorial de 5 manzanas.

2.3. Planos de Macro y micro localización del área de estudio

Imagen No.1

Macro localización



Fuente: Argis

Imagen No. 2

Micro localización

Fuente: CERMONT ARQUITECTOS.

2.4. Descripción del proyecto

2.4.1. Aspectos generales

El proyecto “Ciudad Catalina” tiene el propósito de incursionar en el mercado de la oferta habitacional en Nicaragua.

El terreno previsto a utilizar para la construcción de la obra del proyecto se encuentra ubicado a la entrada del casco suburbano costado sur del barrio José Alberto Barberena, San Juan del sur, departamento de Rivas, el terreno tiene un área 5 manzanas y comprende la construcción de 112 viviendas ubicadas en lotes desde 372.33 v^2, el sistema constructivo de las viviendas será de dos tipos: mampostería reforzada de mampostería confinada.

Las aguas residuales que se generarán el proyecto son exclusivamente de carácter doméstico las cuales serán adecuadamente conducidas a través de una red de alcantarillado sanitario en el sistema de alcantarillado público de la ciudad.

2.4.2. Área de cada elemento del proyecto:

- El proyecto de urbanización Ciudad Catalina constara de 6 fraccionamientos: remanso 22 viviendas, majagual 26 viviendas, ostional 4 fraccionamientos con 16 viviendas cada uno para un total de 64 viviendas, los cuales totalizan en conjunto las 112 viviendas.
- La calle Central presenta un potencial que mediante una alianza público-privada entre la alcaldía y los dueños de la finca vecinos puedan convertirse en una vía alternativa de entrada y salida a la ciudad optimizando un tráfico fluido de vehículos y personas.
- Además, los fraccionamientos contienen: Andenes, calles, áreas verdes y áreas comunales. Estas áreas verdes y comunales estarán destinadas para la diversión y el esparcimiento.
- Sistema de drenaje pluvial que capta, transporta y evacua escorrentía generada en el interior del proyecto y un sistema de agua y alcantarillado conectado al sistema Público de la ciudad.
- Sistema de distribución de energía eléctrica

- El acceso principal a partir la carretera a La virgen-San Juan del Sur, avenidas y calles serán cubiertas de Macadán (calle de acceso principal) y asfáltico/adoquín, especialmente las calles internas.
- Se garantizará la recolección, transporte y disposición de los desechos sólidos, para tal efecto se está procediendo a realizar un convenio con la alcaldía de San Juan del Sur.

El concepto urbanístico está basado en un sistema celular, lo cual significa que está compuesto por bloques o células interrelacionadas. Los modelos de viviendas contarán con su respectivo diseño, con sus respectivas vías de accesos, áreas verdes y dichas construcciones se realizarán de acuerdo a las normativas ambientales y plan de desarrollo municipal, criterio definido que se respetará.

El proyecto tiene grandes expectativas a futuro, porque además de ser un proyecto Residencial, con todas las garantías de comodidad, acceso, movilidad, vista escénica y sobre todo la compatibilidad ambiental del sitio que no tendrá ninguna modificación del uso de suelo. Pretende que se desarrollen componentes básicos como: Una gasolinera, un supermercado, entre otros, sin embargo, esto depende de la inversión o capital para el desarrollo. Ciudad Catalina cuenta ya con la constancia del uso de suelo emitida por la alcaldía municipal de San Juan del Sur.

2.4.3 Caracterización Municipal de San Juan de Sur

La caracterización del municipio según un informe realizado por la alcaldía de San Juan del Sur acerca de la situación económica y social del municipio en el año 2017 y lleva por título. “Caracterización Municipal de San Juan del Sur, 2017.”

Una de las principales actividades económicas del municipio se encuentra la agricultura. En el municipio se siembra arroz, frijoles, maíz y sorgo, pasto para la ganadería. Otra actividad es la pesca y la extracción de mariscos. La producción es utilizada para el consumo interno y en mayor porcentaje la exportación y comercialización en los sitios turísticos. El método utilizado en este rubro es la pesca artesanal e industrial. Otro rubro es la ganadería de leche y carne.

La mayor parte de los ingresos de la ciudad provienen de su puerto pesquero y del turismo. La ciudad es uno de los principales destinos del turismo interior en Nicaragua con buen número de hoteles, hostales y restaurantes. Existe un importante número de casas que constituyen una segunda residencia para familias pudientes nicaragüenses.

2.5. Turismo

La actividad turística está representada por los proveedores de servicio turísticos como: Hoteles, bares, restaurantes, guías turístico y escuelas representado 1724 personas que se dedican a esta actividad, dedicándose a ofertar los servicios de: hospedaje, alimentación, paquetes turísticos, paseos de recreación, guías turísticos, instructores de surf, buceo, instructores de español relacionándose con los valores estéticos como función ambiental principal: La que se caracteriza como el disfrute de la evolución y la adaptación de las especies vegetales y animales, el funcionamiento de cuencas hidrográficas y la contemplación de hermosos paisajes. Recreación en sitios naturales tales como playas, cuevas y sitios para acampamiento. Anualmente llegan aproximadamente al Puerto de San Juan del Sur 103,156 turista

2.6. Sector agropecuario

Entre las principales actividades económicas del municipio se encuentra la agricultura. Se estima que se siembran unas 2800 mz de tierra, entre los cultivos de arroz, frijoles, maíz y sorgo; este último se destina a la comercialización, mientras que los otros rubros son mayoritariamente para el autoconsumo.

Según estadísticas de la Secretaria de Acción Social (SAS) el municipio cuenta con 4,600 productores con y sin títulos de propiedad, otros alquilan terrenos para siembra y 434 productores se encuentran asociados en 29 cooperativas agrícolas con presencia en el municipio. Cabe señalar que entre estos productores la mayoría dedica las tierras en la producción de pasto para la ganadería.

La ganadería constituye una actividad significativa en la vida económica del municipio. Este sector cuenta con 12,000 cabezas de ganado, que se utilizan en la

producción de carne y leche para el consumo local y en mayor escala la comercialización con otras zonas del país.

2.7. Sector pesquero

Otra actividad importante es la pesca y la extracción de mariscos; la producción se utilizada para el consumo interno y en mayor porcentaje la exportación y la comercialización en los sitios turísticos del municipio y otros territorios de la región. El método utilizado en este rubro es la pesca artesanal e industrial. Más de 80 embarcaciones dedicadas a la pesca, es el principal generador de empleo y divisas del país, significa el 33 % de la pesca nacional.

2.8. Aspectos de servicios básicos de San Juan del Sur

2.8.1. Salud

El municipio cuenta con un hospital primario o Centro de salud con camas en el casco urbano y dos puestos de salud en las comunidades de El Bastón y el Ostional. Las jornadas de vacunación se enfrentan con brigadas del Minsa y brigadistas comunitarios; así como las jornadas de limpieza y abatizacion para prever y enfrentar enfermedades como el zika, el dengue y el chikungunya entre otras, con estas mismas brigadas y de las instituciones del gobierno central y local. Las enfermedades más comunes son diarreas, gripe, infecciones renales, parásitos, enfermedades de trasmisión sexual sobre todo en jóvenes y enfermedades crónicas en personas de la tercera edad que tiene que ver con diabetes, presión arterial comúnmente.

El personal con que cuenta el municipio por parte del Ministerio de salud es de buena disposición y calificación para atención primaria, se realizan traslados especializados o por circunstancias contravenidas (emergencias al Hospital de Rivas) por medio de la ambulancia en buen estado con que se cuenta y también se brinda en el municipio atenciones especializadas de Medicina interna, cardiología, odontología, fisioterapia, ginecología fundamentalmente.

Sin embargo, por el crecimiento poblacional, las características socioeconómicas del municipio y los años de vida útil transcurridos por el centro de salud actual, la Presidencia de la República a través del Ministerio de Salud ha Iniciado la Construcción un nuevo y moderno Hospital Municipal.

Durante los últimos años se dispone de un porcentaje (5%) de las transferencias municipales dirigidos a la mejora puestos y centros de salud del municipio. Esta política del Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional en alianzas con el gobierno municipal de San Juan del Sur hace que los ambientes donde se prestan los servicios de salud se encuentren en buen estado.

2.8.2. Vivienda

Existen un total de 4,426 viviendas de las cuales fueron censadas 4,107 de todo tipo distribuidas así: 2,300 (56 %) zona urbana y 2,000 (44 %) zona rural.

2.8.3. Educación

El municipio cuenta con un total de 44 centros educativos, de los cuales 41 ofrecen educación a los niveles preescolares y primarios respectivamente y 3 de ellos ofrecen adicionalmente educación secundaria. Los otros tres centros son institutos que solo ofrecen educación secundaria. De los 44 centros educativos existentes, 38 se ubican en zonas rurales y solo 1 de ellos ofrece educación a nivel secundaria. Complementariamente, existe en la comunidad rural de Tortuga un centro educativo privado que ofrece secundaria a distancia. Se estima que más del 50% de la población rural estudiantil termina su educación a nivel de primaria.

Durante los últimos años se dispone de un porcentaje (5%) de las transferencias municipales dirigidos a la dignificación de los ambientes escolares. Esta política del Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional en alianzas con el gobierno municipal de San Juan del Sur hace que los ambientes escolares de los centros educativos se encuentren en buen estado[5].

[5] ALCALDÍA MUNICIPAL DEL PODER DE LAS FAMILIAS Y LAS COMUNIDADES DE SAN JUAN DEL SUR. CARACTERIZACIÓN MUNICIPAL SAN JUAN DEL SUR 2017.

2.8.4. Sistema de agua potable y alcantarillado

El abastecimiento de agua potable en el casco urbano es brindado por la empresa ENACAL. A principios del 2010 dicha empresa, con el financiamiento del gobierno español, inicio la construcción del sistema de bombeo y potabilización de agua del Lago Cocibolca a la Ciudad de San Juan del Sur[6].

San Juan del Sur tiene sistema de alcantarillado sanitario, que concentra las aguas en un cárcamo de bombeo dentro del pueblo, en donde se transportan por el emisor a la planta de tratamiento que tiene uno estanques de oxidación.

Actualmente se realiza un proyecto de construcción del sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de agua potable. El avance de la obra es del 80%, entre las que se destacan: instalaciones 13 kilómetros de tuberías y 256 manjoles.

Al finalizar este proyecto, se restituirá el derecho a un mejor saneamiento a 850 familias.[7]

[6] ALCALDÍA MUNICIPAL DEL PODER DE LAS FAMILIAS Y LAS COMUNIDADES DE SAN JUAN DEL SUR. CARACTERIZACIÓN MUNICIPAL SAN JUAN DEL SUR 2017.
[7] El19digital.com / lunes 2 agosto 2021 – Nota de Prensa.

3. MARCO TEORICO

3.1. Sistema de abastecimiento de agua potable

Un sistema de abastecimiento de agua potable, tiene como finalidad primordial, la de entregar a los habitantes de una localidad, agua en cantidad y calidad adecuada para satisfacer sus necesidades, ya que como se sabe los seres humanos están compuestos en un 70% de agua, por lo que este líquido es vital para la supervivencia. El agua potable es considerada aquella que cumple con la norma establecida por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la cual indica la cantidad de sales minerales disueltas que debe contener el agua para adquirir la calidad de potable.

Sin embargo, una definición aceptada generalmente es aquella que dice que el agua potable es toda la que es “apta para consumo humano”, lo que quiere decir que es posible beberla sin que cause daños o enfermedades al ser ingerida.

Cuando se trata de diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable, es obligatorio fijar la vida útil de todos los componentes del sistema; debe definirse hasta qué punto estos componentes pueden satisfacer las necesidades futuras de la localidad; qué partes deben considerarse a construirse en forma inmediata, y cuáles serán las previsiones que deben de tomarse en cuenta para incorporar nuevas construcciones al sistema.[8]

3.2. Obras de captación

Es la parte inicial del sistema hidráulico y consiste en las obras donde se capta el agua para poder abastecer a la población. Pueden ser una o varias, el requisito es que en conjunto se obtenga la cantidad de agua que la comunidad requiere. Para definir cuál será la fuente de captación a emplear, es indispensable conocer el tipo de disponibilidad del agua en la tierra, basándose en el ciclo hidrológico, de esta

[8] ((INAA), 1999) Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 003-99), Instituto nicaragüense de acueductos y alcantarillados ente regulador. Cap. IV

forma se consideran los siguientes tipos de agua según su forma de encontrarse en el planeta:

- Aguas superficiales.
- Aguas subterráneas.
- Aguas meteóricas (atmosféricas).
- Agua de mar (salada).

Las aguas meteóricas y el agua de mar, ocasionalmente se emplean para el abastecimiento de las poblaciones, cuando se usan es porque no existe otra posibilidad de surtir de agua a la localidad, las primeras se pueden utilizar a nivel casero o de poblaciones pequeñas y para la segunda, en la actualidad se desarrollan tecnologías que abaraten los costos del tratamiento requerido para convertirla en agua potable, además de que los costos de la infraestructura necesaria en los dos casos son altos

Por lo tanto, actualmente solo quedan dos alternativas viables para abastecer de agua potable a una población con la cantidad y calidad adecuada y a bajo costo, las aguas superficiales y las subterráneas.

Las aguas superficiales son aquellas que están en los ríos, arroyos, lagos y lagunas, las principales ventajas de este tipo de aguas son que se pueden utilizar fácilmente, son visibles y si están contaminadas pueden ser saneadas con relativa facilidad y a un costo aceptable.

Su principal desventaja es que se contaminan fácilmente debido a las descargas de aguas residuales, pueden presentar alta turbiedad y contaminarse con productos químicos usados en la agricultura.

Las aguas subterráneas son aquellas que se encuentran confinadas en el subsuelo y su extracción resulta algunas veces cara, éstas se obtienen por medio de pozos someros y profundos, galerías filtrantes y en los manantiales cuando afloran libremente. Por estar confinadas están más protegidas de la contaminación que las

aguas superficiales, pero cuando un acuífero se contamina, no hay método conocido para descontaminarlo.

Las obras de captación son las obras civiles y electromecánicas que se emplean para extraer las aguas. Estas obras varían de acuerdo a las características de la fuente de abastecimiento, su localización, la topografía del terreno y por la cantidad de agua a extraer. Un requisito importante para el diseño de una obra de captación, es la previsión que sea necesaria para evitar la contaminación de las aguas.[9]

3.3. Línea de conducción

La denominada "línea de conducción" consiste en todas las estructuras civiles y electromecánicas cuya finalidad es la de llevar el agua desde la captación hasta un punto que puede ser un tanque de regularización, una planta de tratamiento de potabilización o el sitio de consumo. Es necesario mencionar que debido al alejamiento cada vez mayor entre la captación y la zona de consumo, las dificultades que se presentan en estas obras, cada día son mayores.

3.4. Tratamiento

El tratamiento, se refiere a todos los procesos físicos, mecánicos y químicos que harán que el agua adquiera las características necesarias para que sea apta para su consumo. Los tres objetivos principales de una planta potabilizadora son lograr un agua que sea: Segura para consumo humano, estéticamente aceptable y económica.

Para el diseño de una planta potabilizadora, es necesario conocer las características físico-químicas y biológicas del agua, así como los procesos necesarios para modificarla.

[9] (UNIVERSIDAD VERACRUZANA, 2013/09) Manual de Diseño para Proyectos de Hidraulica.pdf (2013/09) FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, CAMPUS XALAPA

3.5. Línea de alimentación

Esta línea es el conjunto de tuberías que sirven para conducir el agua desde el tanque de regularización hasta la red de distribución, cada día son más usuales por la lejanía de los tanques y la necesidad de tener zonas de distribución con presiones adecuadas.

3.6. Red de distribución

Este sistema de tuberías es el encargado de entregar el agua a los usuarios en su domicilio, debiendo ser el servicio constante las 24 horas del día, en cantidad adecuada y con la calidad requerida para todos y cada uno de los tipos de zonas socio-económicas (comerciales, residenciales de todos los tipos, industriales, etc.) que tenga la localidad que se esté o pretenda abastecer de agua. El sistema incluye válvulas, tuberías, tomas domiciliarias, medidores y en caso de ser necesario equipos de bombeo.

3.7. Estación de bombeo

En los sistemas de abastecimiento de agua puede requerirse del diseño de estaciones de bombeo o de re bombeo, lo cual precisa del conocimiento de ciertos datos específicos para la mejor selección de los equipos necesarios.

Se consideran como estaciones de bombeo aquellas que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la elevan al tanque de almacenamiento, a una estación de rebombeo o a la red de distribución.

Para el diseño de la una estación de bombeo se consideran los siguientes aspectos:

- **Edificio**

Su estructura debe ser construida con materiales a prueba de humedad e incendio. En el diseño del interior del edificio se deben considerar los requerimientos de espacio para cada pieza del equipo, su localización, iluminación, ventilación y desagüe.

Deberá estar protegida del público con cercas apropiadas y tener un buen acceso durante todo el año, también estarán acondicionadas con oficinas, dormitorios y cafetería, cuando las circunstancias lo ameriten se deberá considerar las posibles ampliaciones y modificaciones.

Las estaciones de bombeo de agua potable estarán provistas de un sistema de cloración instalado posterior a la línea de bombeo. Los equipos de cloración tendrán sus instalaciones en una caseta especialmente diseñada para tal fin con suficiente ventilación.

Cuando fuese necesario el uso de grúa, los techos de las estaciones de bombeo podrán ser removibles

- **Localización**

En la selección del sitio para la estación de bombeo se debe considerar lo siguiente:

- Protección de la calidad del agua.
- Eficiencia hidráulica del sistema de distribución o conducción.
- Peligro de interrupción del servicio por incendio, inundación, etc.
- Disponibilidad de energía eléctrica o de combustible.
- Topografía del terreno.
- Facilidad del acceso en todo el año.
- Área necesaria para la estación, transformadores, cloradores, futuras ampliaciones y áreas de retiros.

- **Capacidad y características de las estaciones**

Cuando el sistema incluye almacenamiento posterior a la estación de bombeo, la capacidad de ésta se calculará sobre la base del consumo máximo diario.

Cuando el sistema no incluye almacenamiento, la capacidad de la estación se calculará en base al consumo máximo horario. Las estaciones de bombeo podrán ser de dos tipos:

- Estaciones de pozos húmedos.
- Estaciones de pozos profundos.

- **Equipos de bombeo**

En la selección de las bombas se deben tener en cuenta los siguientes factores:

- Operación en serie o en paralelo
- Tipo de bombas - Número de unidades
- Capacidad de las unidades
- Eje horizontal o vertical
- Succión única o doble
- Tipo de impulsores
- Características del arranque y puesta en marcha
- Posibles variaciones de la altura de succión
- Flexibilidad de operación
- Curvas características y modificadas de las bombas
- N.P.S.H disponible y requerido
- Golpe de ariete
- Las unidades de bombeo (incluyendo el equipo auxiliar) deben tener una capacidad lo suficientemente amplia, en cuanto al número de unidades que permitan la reparación al menos de una unidad sin serias reducciones en el servicio.
- La carga total dinámica en todas las estaciones de bombeo, cuando éstas trabajen en serie se dividirá en partes iguales y de acuerdo a las presiones mínimas y máximas. De tal forma que cada estación trabaje a la misma capacidad, con el motivo de normalizar los tipos de equipos a instalar.
- Se proyectarán dos unidades como mínimo, siendo una de reserva
- Para facilidad de mantenimiento cuando se proyecten 3 o más unidades se recomienda que las bombas sean de igual capacidad.
- Velocidades recomendadas: La velocidad más adecuada es de 1760 revoluciones por minuto (rpm) sólo que no sea posible conseguir ésta se recomienda usar 2900 y 3450 rpm.

- **Tuberías y válvulas en succión y descarga de bombas**

Succión:

Nunca deberán usarse tuberías de diámetros menores a los diámetros de descarga de la bomba.

En el extremo de la tubería de succión se instalará una válvula de pie con coladera. El área libre de las aberturas de la coladera deberá ser de 2 a 4 veces la sección de la tubería de succión.

La línea de succión debe ser lo más corta y recta posible, deben evitarse los cambios de dirección, especialmente cerca de la bomba.

La línea de succión debe llegar hasta la succión de la bomba evitando codos o tees horizontales.

Si el diámetro de la tubería de succión es mayor que el de la admisión de la bomba, deberá conectarse por medio de una reducción excéntrica con su parte superior horizontal.

Se deberá proporcionar una línea de succión separada para cada bomba. Si esto no es posible, y se utiliza un múltiple de succión, las derivaciones se harán por medio de yees. El diámetro de la tubería de succión, será igual o mayor que el diámetro de la tubería de impulsión, será por lo menos el diámetro comercial inmediatamente superior.

- **Descarga:**

Debe elaborarse un estudio económico comparativo entre varios diámetros para escoger el más apropiado de la tubería de impulsión. Las ampliaciones en la descarga serán concéntricas. En la descarga o sartas de la bomba debe proyectarse una válvula de compuerta y una válvula de retención, para el diseño del diámetro se recomienda los valores mostrados en la Tabla siguiente.

Tabla No. 2

DIAMETRO DE SARTAS DE CONEXIÓN DE BOMBAS

Diámetro de Sarta		Rango de Caudales	
Pulgada	**(mm)**	**gpm**	**(L/s)**
2	**(50)**	**80**	**(5.0)**
3	**(75)**	**80 - 200**	**(5.0 – 12.6)**
4	**(100)**	**200 - 400**	**(12.6 – 25.2)**
6	**(150)**	**400 - 900**	**(25.2 – 56.8)**
8	**(200)**	**900 - 1200**	**(56.8 – 75.7)**
10	**(250)**	**1200 - 1600**	**(75.7 – 101)**

Fuente: NTON 09 007-19

El diámetro de la sarta está definido por el diámetro del medidor de agua. Según especificaciones AWWA C-704. La válvula de retención debe colocarse entre la bomba y la válvula de compuerta. Cuando sea necesario, debe proyectarse una válvula de alivio para proteger la instalación del golpe de ariete. Se recomiendan los siguientes diámetros en las siguiente Tabla

Tabla No. 3

DIAMETRO DE VALVULAS DE ALIVIO DE ACUERDO AL CAUDAL

Diámetro de Sarta		Rango de Caudales	
Pulgada	**(mm)**	**gpm**	**(L/s)**
6	(150)	1000 – 2000	126
4	(100)	500 – 1000	63
3	(75)	250 – 500	31.5
2	(50)	60 – 250	15.8
1	(25)	60	3.78

Fuente: NTON 09 007-19

Toda sarta llevará:

- Medidor de agua
- Manómetro de medición con llave de chorro ½”
- Derivación de descarga para pruebas de bombeo y limpieza del mismo diámetro de la sarta.
- Las tuberías deben anclarse perfectamente y se hará el cálculo de la fuerza que actúa en los atraques para lograr un diseño satisfactorio.
- Unión flexible tipo Desser o similar para efecto de mantenimiento.

➢ **Equipo eléctrico**

En la elaboración del proyecto de las instalaciones eléctricas se debe tener en cuenta los siguientes puntos:

- Estudiar cuidadosamente las alternativas para determinar la fuente de energía más económica y eficiente para el funcionamiento de las bombas.
- Que sea posible suministrar suficiente energía para operar las bombas a su máxima capacidad en caso de emergencia. (Exceptuando la bomba de reserva).

- Cuando el caso lo requiera se proveerá una fuente eléctrica de emergencia.

➢ **Motores**

Los motores eléctricos serán del tipo jaula de ardilla, de eje hueco y las capacidades de uso standard elaborados por los fabricantes son: 3, 5, 7.5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 100, 125, 150, 200 HP.

Energía

De acuerdo a la capacidad de los motores se recomienda el siguiente tipo de energía:

- Para motores de (3 a 5) HP usar 1/60/110
- Para motores mayores de 5 HP y menores de 50 HP se usará 3/60/220.
- Para motores mayores de 50 HP, usar 3/60/440

3.8. Almacenamiento

3.8.1. Generalidades

En el proyecto de cualquier sistema de abastecimiento de agua potable, deben de diseñarse los tanques que sean necesarios para el almacenamiento, de tal manera que éstos sean todo el tiempo capaces de suplir las máximas demandas que se presenten durante la vida útil del sistema, además que también mantengan las reservas suficientes para hacerles frente, tanto a los casos de interrupciones en el suministro de energía, como en los casos de daños que sufran las líneas de conducción o de cualquier otro elemento. En los sistemas en donde existan hidrantes para combatir incendios, también será necesario almacenar los volúmenes de agua para enfrentar estas circunstancias.

3.8.2. Capacidad mínima

Debe estar compuesta por:

➢ **Volumen compensador**

Es el agua necesaria para compensar las variaciones horarias del consumo. En este caso se debe almacenar.

- Para poblaciones menores de 20.000 habitantes, el 25% del consumo promedio diario.
- Para poblaciones mayores de 20.000 habitantes, será necesario determinar este volumen en base al estudio y análisis de las curvas acumuladas (masas) de consumo y de producción, del sistema de agua de la localidad existente o de una similar.

➢ **Reserva para eventualidades y/o emergencias**

Este volumen será igual al 15% del consumo promedio diario.

➢ **Reserva para combatir incendios**

La reserva para incendio se hará con un almacenamiento de 2 horas de acuerdo a la demanda de agua para incendio.

a. Localización

Los tanques estarán situados en sitios lo más cercano posible a la red de distribución, teniendo en cuenta la topografía del lugar y debe ser tal que produzca en lo posible, presiones uniformes en todos y cada uno de los nudos componentes de dicha red.

b. Altura mínima

La altura del fondo del tanque debe estar a una elevación tal que, una vez determinadas las pérdidas por fricción a lo largo de las tuberías entre el tanque y el punto más desfavorable en la red haciendo uso del método de Hardy Cross de los gastos compensados, resulte todavía una altura disponible suficiente para proporcionar la presión residual mínima establecida.

c. Clases de tanques

Es obligatorio elaborar un estudio económico para escoger las clases de tanques más apropiados. Ellos pueden ser de:

- **Concreto armado**

Se recomienda que su profundidad sea menor de 7.00 metros para evitarse problemas con el diseño estructural y la permeabilidad.

- **Acero**

Se recomienda tomar en cuenta los costos de mantenimiento.

- **Mampostería**

Son recomendable para pequeñas localidades donde abunden los materiales de bolón o piedra cantera.

3.8.3. Tipos de tanques

a) Tanques sobre el suelo (superficiales)

Se recomienda este tipo de tanques en los siguientes casos:

- Cuando lo permita la topografía del terreno.
- Cuando los requisitos de capacidad sean mayores de 250.000 galones.

En el diseño de los tanques superficiales debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- Cuando la entrada y salida de agua sean mediante tuberías separadas, se ubicarán en los lados opuestos a fin de permitir la circulación del agua.
- Debe proveerse un paso directo tipo puente (by-Pass) que permita mantener el servicio mientras se efectúe el lavado o la reparación del tanque.
- Siempre deben estar cubiertos.
- Las tuberías de rebose descargarán libremente, sobre obras especiales de concreto para evitar la erosión del suelo.
- Se instalarán válvulas de compuertas en todas las tuberías con excepción de las tuberías de rebose y se prefiere que todos los accesorios de las tuberías sean tipo brida.
- Se recomienda una altura mínima de 3.00 metros, incluyendo un borde libre de 0.50 metros.

- Deben incluirse los accesorios como escaleras, respiraderos, aberturas de acceso, marcador de niveles, etc.

b) Tanques elevados

En el diseño de tanques elevados, debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- Que el nivel mínimo del agua en el tanque sea suficiente para conseguir las presiones adecuadas en la red de distribución.
- Debe utilizarse la misma tubería para entrada y salida del agua solo en el caso que el sistema sea fuente-red-tanque.
- La tubería de rebose descargará libremente previendo la erosión del suelo mediante obras de protección adecuadas.
- Se instalarán válvulas de compuerta en todas las tuberías a excepción de las tuberías de rebose. Todos los accesorios de las tuberías serán tipo brida.
- Debe incluirse los accesorios como escaleras, dispositivos de ventilación, abertura de acceso marcador de niveles y en algunos casos una luz roja que prevenga accidentes de vuelos de aviones.
- La escalera exterior deberá tener protección adecuada y dispositivos de seguridad.
- Se diseñarán los dispositivos que permitan controlar el nivel máximo y mínimo del agua en el tanque.

c) Tanques compensadores combinados (sobre suelos y elevados)

En los casos de almacenar grandes volúmenes de agua compensador se diseñarán dos almacenamientos uno sobre suelo cisterna y otro elevado para proporcionar las presiones.

3.9. Estudios de población

Es necesario determinar las demandas futuras de una población para prever en el diseño las exigencias, de las fuentes de abastecimiento, líneas de conducción, redes de distribución, equipos de bombeo, planta de potabilización y futuras extensiones del servicio. Por lo tanto, es necesario predecir la población futura para un número de años, que será fijada por los períodos económicos del diseño.

La información necesaria para seleccionar la tasa de crecimiento con la cual habrá de proyectarse la población de la localidad en estudio, podrá conseguirse en las Instituciones siguientes:

El Instituto Nacional de Información de Desarrollo de Nicaragua (INIDE), el cual maneja toda la información relacionada con las poblaciones del país. Allí se pueden encontrar los documentos de los últimos censos nacionales realizados en los años 1950, 1963 y 1995. Además, puede facilitar las proyecciones de población de todas las localidades del país.

Información proveniente de Instituciones propias del lugar, tales como: Alcaldías, ENEL, ENACAL y el Programa de Erradicación de la Malaria del MINSA.

Se hará uso de los planes reguladores urbanísticos que se hayan desarrollado por el antiguo Ministerio de la Vivienda y Asentamientos Humanos.

Si fuera el caso de que no hubiera datos confiables sobre la población actual de la localidad en estudio, se podrán realizar censos y/o muestreos de la población bajo el asesoramiento directo del INIDE.[10]

3.10. Calculo poblacional

La población futura de una localidad se estima analizando las características sociales, culturales y económicas de sus habitantes en el pasado y en el presente, para hacer predicciones sobre su futuro desarrollo.

El uso de buen juicio en la estimación de la población es importante puesto que, si el estimado es muy bajo, el sistema será pronto inadecuado siendo necesario rediseñar, reconstruir y refinanciar. Por otra parte, una sobreestimación de la población resulta en una capacidad excesiva que debe ser financiada por una población menor a un alto costo unitario y que nunca podrá ser usada, como resultado del deterioro o de la obsolescencia tecnológica.

[10] ((INAA), 1999) Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 003-99), Instituto nicaragüense de acueductos y alcantarillados ente regulador. Cap. I

Por eso el método a utilizar para el cálculo poblacional será el Método por porcentaje de saturación.

3.11. Dotaciones de agua para consumo

Para determinar las cantidades de agua que se requiere para satisfacer las condiciones inmediatas y futuras de las ciudades o poblaciones proyectadas, se recomienda usar los siguientes valores de consumo medio diario.

3.11.1. Consumo domestico

- **Desarrollos habitacionales**

Comprende urbanizaciones, condominios, apartamentos, lotificaciones y fraccionamientos, o cualquier complejo habitacional.

Se usarán las dotaciones siguientes:

Tabla No. 4

Dotaciones de agua para desarrollos habitacionales

Clasificación por densidad habitacional	Dotación lppd	Área del lote en M^2
Zonas urbanas de alta densidad	150	150 - 250
Zonas urbanas de máxima densidad y de actividades mixtas	170	150 - 250
Zonas urbanas de densidad intermedia	300	251 - 499
Zonas urbanas de media densidad	380	500 - 700
Zonas urbanas de densidad intermedia	490	701 - 1000
Zonas urbanas de baja densidad	570	Más de 1000

Fuente: NTON 09 007-19

3.11.2. Consumo comercial, industrial y público

Se usarán los porcentajes de acuerdo a la dotación doméstica diaria

Tabla No. 5

Consumo	Porcentaje
Comercial	7
Publico o institucional	7
Industrial	2

Fuente: NTON 09 007-19

3.12. Factores de Máximas Demandas

Estas variaciones del consumo estarán expresadas en porcentajes de las demandas promedio diario de la manera siguiente:

a) Consumo de máximo día:

Será igual al 130% de la demanda promedio diaria para la ciudad de Managua. Para las otras localidades del resto del país, este parámetro estará entre el 130% a 150%.

b) Consumo de máxima hora

Para la ciudad de Managua el factor será igual al 150% de la demanda del día promedio, y para las localidades del resto del país, será igual al 250% del mismo día.

c) Pérdidas

Parte del agua que se produce en un sistema de agua potable se pierde en cada uno de sus componentes. Esto constituye lo que se conoce con el nombre de fugas y/o desperdicio en el sistema. Dentro del proceso de diseño, esta cantidad de agua se puede expresar como un porcentaje del consumo del día promedio. En el caso de las ciudades y localidades con más de 500 viviendas, el porcentaje se fijará en 20% y para localidades de hasta 500 viviendas el 15%.

3.13. Conexiones domiciliares

Son tomas de agua que se aplican en el sector urbano, en ocasiones esporádicas y sujetas a ciertas condiciones, tales como disponibilidad suficiente de agua, bajos costos de operaciones (sistemas por gravedad), capacidad de pago de la población, y número de usuarios del servicio.

3.13.1. Accesorios

A lo largo de todo el sistema se instalan ciertas piezas llamadas “accesorios”, que son muy importantes para el funcionamiento del acueducto. Los más conocidos son: Llave de chorro, válvula de pase, válvula de limpieza, codos, adaptadores, reductores, válvula de flotador o de boya, Tees, uniones, medidores de agua, cajas protectoras de medidor.

3.13.2. Acometidas

Se entiende al enlace de la instalación general interior del inmueble con la tubería de distribución. Es la parte de la instalación que, tomando el agua de las tuberías de servicio de los ayuntamientos o compañías de abastecimiento público, la llevan al interior de los edificios.

4. DISENO METODOLÓGICO

4.1. Estudio socioeconómico

La economía de San Juan del Sur descansa principalmente en el turismo, seguido en menor proporción por la pesca y en tercer lugar de una producción rural de subsistencia.

La actividad con mayor inversión e incremento es la dedicada a la construcción o remodelación de locales, servicios de diversión, venta de mariscos y venta de ropa nueva.

San Juan del Sur tiene sistema de alcantarillado sanitario, que concentra las aguas en un cárcamo de bombeo dentro del pueblo, en donde se transportan por el emisor a la planta de tratamiento que tiene uno estanques de oxidación.

Actualmente se realiza un proyecto de construcción del sistema de Alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas potables. El avance de la obra es del 80%, entre las que se destacan: instalaciones 13 kilómetros de tuberías y 256 manjoles.

Al finalizar este proyecto para el mes de diciembre 2021, se restituirá el derecho a un mejor saneamiento a 850 familias.[11]

4.2. Cálculo de la población

Es necesario determinar las demandas futuras de una población para prever en el diseño las exigencias, de las fuentes de abastecimiento, líneas de conducción, redes de distribución, equipos de bombeo, planta de potabilización y futuras extensiones del servicio. Por lo tanto, es necesario predecir la población futura para un número de años, que será fijada por los períodos económicos del diseño.

[11] El19digital.com / lunes 2 agosto 2021 – Nota de Prensa.

4.2.1. Método por porcentaje de saturación

Este método ("The Logistic Grid") trata de determinar la población de saturación para un lugar determinado, luego de conocer sus tasas de crecimiento para varios períodos de tiempos anteriores. Conociendo esa población de saturación, se determinan los porcentajes correspondientes de saturación, basado en las poblaciones de los censos anteriores. Se construye luego sobre un papel especial de coordenadas "Logistic Grid", que tiene por abscisas los lapsos de tiempo en años y por ordenadas los tantos por cientos de saturación de la población para esos lapsos de tiempos anteriores.

Se prolonga luego esa línea hasta el año para el cual se desea conocer la nueva población, determinando por intercepción, qué porcentaje de saturación habrá adquirido la población para ese año. Se multiplica ese porcentaje, expresado en decimal, por la población de saturación y se obtiene la población futura para el número de años en el futuro acordados en el diseño.[12]

4.3. Evaluación del levantamiento topográfico

Se realizó una revisión y evaluación del levantamiento topográfico realizado por CERMONT Arquitectos, levantado en dicha urbanización por el topógrafo José Ali Vivas Zúñiga, dibujado por Yasser Daniel Cerpas Vargas en fecha 10 de enero del 2014, con el fin de comprobar los datos levantados y así evaluar si la topografía del terreno cumple con las normas técnicas para el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable.

4.4. Aforo y calidad de agua

Se realizó el aforo de la red de pública a fin de determinar si el caudal cumple con las normas para el diseño de sistema de abastecimiento de agua potable en la urbanización "Ciudad Catalina".

[12] ((INAA), 1999) Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 003-99), Instituto nicaragüense de acueductos y alcantarillados ente regulador. Cap. I

Se gestionó ante la Empresa de Acueductos y Alcantarillado Sanitario información relacionada al cuadro de presiones y el aforo de agua para determinar si cumple con el diseño de nuestro sistema de abastecimiento.

4.5. Abastecimiento de agua potable

Para el diseño de un sistema de abastecimiento de agua se tomará en cuenta las normas y criterios aprobadas por el INAA, considerando los métodos adecuados para determinar datos como la dotación y población a servir; para el análisis de la línea de conducción y la red de distribución se obtendrá aplicando la fórmula de Hazen – Williams y el método de Hunter; teniendo en cuenta las características físicas de la localidad, ya sean sistemas abiertos o cerrados.

También se establecerá según los criterios de almacenamiento la capacidad del tanque para ofrecer el mejor funcionamiento del sistema.

4.6. Línea de conducción

Para el dimensionamiento de la tubería de las líneas de conducción se aplicará la fórmula exponencial de Hazen – Williams, ampliamente utilizada, donde se despeja la gradiente hidráulica.

$$\frac{H}{L} = S = \frac{10.549Q^{1.85}}{C^{1.85}\ D^{4.87}}$$

Dónde:

H: Pérdida de carga en metros

L: Longitud en metros

S: Pérdida de carga en mt/mt

Q: Gasto en m3/seg

D: Diámetro en metros

C: Coeficiente de Hazen-Williams, cuyo valor depende del tipo de tubería utilizada.

4.7. Red de distribución

Para el análisis y diseño de la red de distribución se utilizará la topografía del terreno de la ciudad, la ubicación de la fuente de agua y del sitio del tanque a utilizarse; identificándose en consecuencia, los puntos de entrada de agua a la red de distribución. Los conductos y anillos principales de la red de distribución se diseñarán de acuerdo al sistema de abastecimiento estudiado considerando si es un sistema por gravedad o por bombeo.

4.8. Análisis de la red en el software EPANET 2.0

Epanet es un programa para el análisis de sistemas de distribución de agua potable. El programa es de dominio público y es desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. Este es capaz de trabajar con períodos de simulación sobre hidráulica y el comportamiento de la calidad de las aguas dentro de una red presurizada.

4.9. Costo y presupuesto

Se realizó una descripción de las actividades a realizarse para hacer la cuantificación de cantidades de obras para diseño de abastecimiento de agua potable en la ciudad Catalina.

5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

5.1. Estudio socioeconómico

- **Población y consumo**

Para la elaboración del presente documento fue necesario evaluar el costo de las viviendas a construir en la urbanización, para así poder saber el alcance económico de los futuros habitantes del proyecto. Como no existe población en el sitio porque la urbanización todavía no se ha construido se tomó en consideración la tabla de viviendas de banco Lafise Bancentro[13] para determinar los ingresos mínimos que se necesitan para costear estas viviendas.

La realización de este estudio socioeconómico permite un óptimo desarrollo del proyecto, ya que nos posibilita conocer de primera mano las necesidades básicas.

Esta evaluación socioeconómica analiza los siguientes elementos:

- Verifica usuarios beneficiarios.
- Estima los ingresos por viviendas beneficiarias.
- Estima la tarifa que puede ser pagada por los dueños de las viviendas.
- Recopila información general de los habitantes

➢ ***Remanso:***

Este modelo de vivienda tiene un área de 181 m^2 y un valor de $130,000.00

Precio en dólares (USD)	130,000.00
Prima (USD)	26,000.00
Plazo en años	20.00
Cuota apróximada a pagar (USD)	1,013.00
Gastos Bancarios (USD)	2,590.00
Gastos de inscripción (USD)	1,988.00
Otros gastos (USD)	100.00
Tasa de costo efectiva Anual (TCEA)	10.62%
Ingresos promedio mensual (USD)	2,800.00

[13] Calculadora en línea para identificar préstamo hipotecario lafise.com

- ***Majagual:***

  Este modelo de vivienda tiene un área de 116 m^2 y un valor de $110,000.

Precio en dólares (USD)	110,000.00
Prima (USD)	22,000.00
Plazo en años	20.00
Cuota apróximada a pagar (USD)	857.00
Gastos Bancarios (USD)	2,080.00
Gastos de inscripción (USD)	1,988.00
Otros gastos (USD)	100.00
Tasa de costo efectiva Anual (TCEA)	10.62%
Ingresos promedio mensual (USD)	2,200.00

- ***Ostional:***

  Este modelo de vivienda tiene un área de 78 m^2 y un valor de $90,000.00

Precio en dólares (USD)	90,000.00
Prima (USD)	18,000
Plazo en años	20.00
Cuota apróximada a pagar (USD)	701.00
Gastos Bancarios (USD)	1,720.00
Gastos de inscripción (USD)	1,835.00
Otros gastos (USD)	100.00
Tasa de costo efectiva Anual (TCEA)	10.62%
Ingresos promedio mensual (USD)	1,800.00

El cálculo de cuota es únicamente una referencia, basado en los datos registrados, al momento de la consulta de nuestra calculadora en línea, estos no representan un compromiso de Banco LAFISE. El crédito será analizado con las políticas y condiciones que se encuentren vigentes en el momento que el caso se someta al proceso de análisis crediticio.

Para el estudio de población se tomó en cuenta que la población de ciudad Catalina será saturada debido a que es un proyecto con un número limitado de viviendas.

Con la información del proyecto y los planos se sabe que la cantidad de viviendas es 112 y estas estarán saturadas por la capacidad máxima de habitantes que son 6 pobladores por vivienda, este dato promedio de hab/vivienda según VIII Censo de Población y IV de Vivienda 2005. Se obtiene un total de 672 habitantes tanto para la fecha actual en el 2022 como para la fecha en el futuro de proyección al 2042.

Tabla No. 7

POYECCION DE POBLACION Y CONSUMO

Proyecto de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la urbanización Catalina, municipio de San Juan del Sur, Departamento de Rivas									
Datos									
Nº Viviendas		112							
Índice hab/vivienda		6							
Población Inicial:		672 Hab							
Período de diseño		20 años							
Años	**Población**	**Dotación**	**CD**	**CC**	**CP**	**CPD**	**Pérdidas**	**CMD**	**CMH**
	Hab	**L/hab/día**	**lps**	**lps**	**lps**	**lps**	**15%**	**Lts/s**	**lts/s**
2022	672.00	300	2.33	0.16	0.16	2.66	0.40	4.39	7.05
2023	672.00	300	2.33	0.16	0.16	2.66	0.40	4.39	7.05
2024	672.00	300	2.33	0.16	0.16	2.66	0.40	4.39	7.05
2025	672.00	300	2.33	0.16	0.16	2.66	0.40	4.39	7.05
2026	672.00	300	2.33	0.16	0.16	2.66	0.40	4.39	7.05
2027	672.00	300	2.33	0.16	0.16	2.66	0.40	4.39	7.05
2028	672.00	300	2.33	0.16	0.16	2.66	0.40	4.39	7.05
2029	672.00	300	2.33	0.16	0.16	2.66	0.40	4.39	7.05
2030	672.00	300	2.33	0.16	0.16	2.66	0.40	4.39	7.05
2031	672.00	300	2.33	0.16	0.16	2.66	0.40	4.39	7.05
2032	672.00	300	2.33	0.16	0.16	2.66	0.40	4.39	7.05
2033	672.00	300	2.33	0.16	0.16	2.66	0.40	4.39	7.05
2034	672.00	300	2.33	0.16	0.16	2.66	0.40	4.39	7.05
2035	672.00	300	2.33	0.16	0.16	2.66	0.40	4.39	7.05
2036	672.00	300	2.33	0.16	0.16	2.66	0.40	4.39	7.05
2037	672.00	300	2.33	0.16	0.16	2.66	0.40	4.39	7.05
2038	672.00	300	2.33	0.16	0.16	2.66	0.40	4.39	7.05
2039	672.00	300	2.33	0.16	0.16	2.66	0.40	4.39	7.05
2040	672.00	300	2.33	0.16	0.16	2.66	0.40	4.39	7.05
2041	672.00	300	2.33	0.16	0.16	2.66	0.40	4.39	7.05
2042	672.00	300	2.33	0.16	0.16	2.66	0.40	4.39	7.05

5.2. Evaluación del levantamiento topográfico

Se realizó una revisión y evaluación del levantamiento topográfico realizado por CERMONT Arquitectos, levantado en dicha urbanización por el topógrafo José Ali Vivas Zúñiga, dibujado por Yasser Daniel Cerpas Vargas en fecha 10 de enero del 2014, con el fin de comprobar los datos levantados y así evaluar si la topografía del terreno cumple con las normas técnicas para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la urbanización Ciudad Catalina.

El terreno donde se construirá la urbanización “Ciudad Catalina”, tiene un área de 5 mz la cual presenta las siguientes elevaciones.

Las curvas de nivel en el proyecto “Urbanización Ciudad Catalina” se encuentran a 1 metro de separación una de la otra las cuales son desde la curva 6, 7, 8, 9, 10 y 11 hay 5 metros de elevación desde la parte más baja hacia la parte más alta.

La Pendiente:

$$Pendiente = \frac{cota\ final - cota\ inicial}{distancia} * 100$$

$$Pendiente = \frac{11 - 6}{485\ m} * 100 =$$

$$Pendiente = 1.03\ \%$$

Relieve

Curvas separadas casi a la misma distancia, la mayor parte del terreno las curvas se presentan equidistantes y paralelas, por eso vemos en la parte Noreste es bastante plana y hay una mayor separación de las curvas.

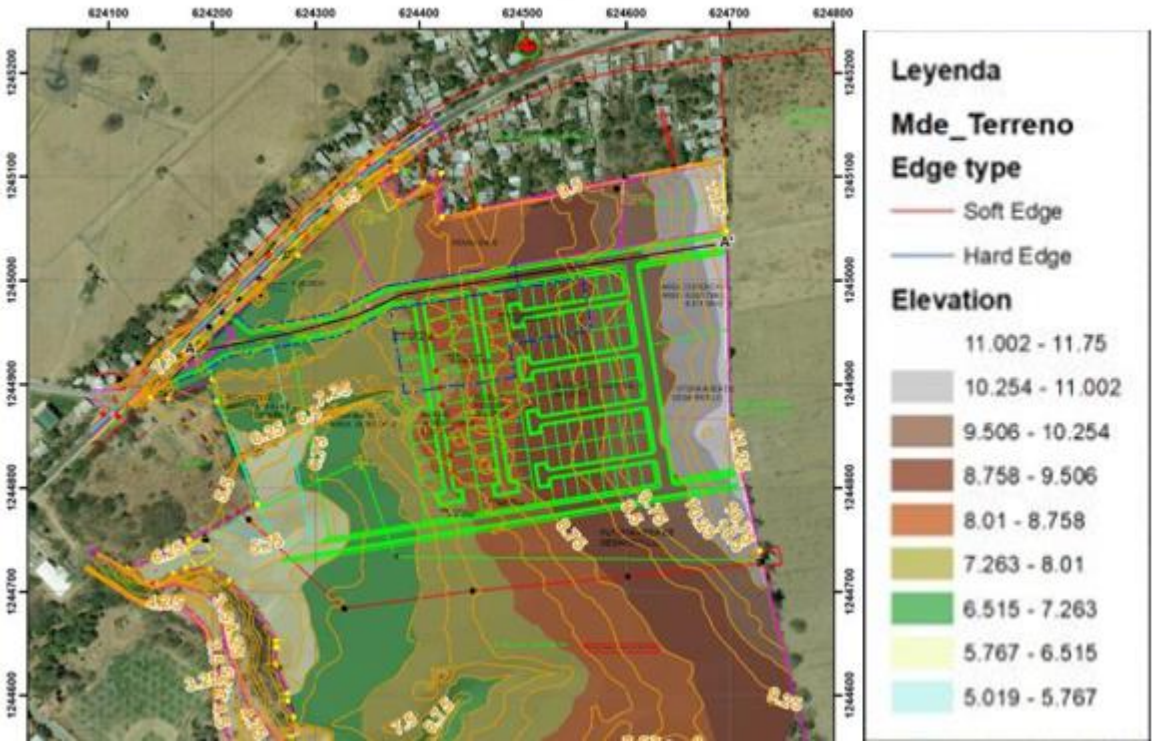
Como se puede apreciar hacia el sur del terreno del Proyecto fluye el Río San Juan del Sur, siendo las partes más bajas por ende el curso de las aguas es hacia el sur por eso las obras de aguas pluviales deberán ser conducidas hacia el Río.

En la parte sureste se comportan igual equidistantes y paralelas, en la curva 6 hay una depresión o sea es una curva cerrada.

El punto de acople para la red de agua potable se encuentra en la parte más baja de la urbanización. *Ver anexo I Red de abastecimiento, fuente – red. página V*

Imagen No. 3

Plano de Evaluación Topográfica



Fuente: propia

5.3. Gestión ante Enacal

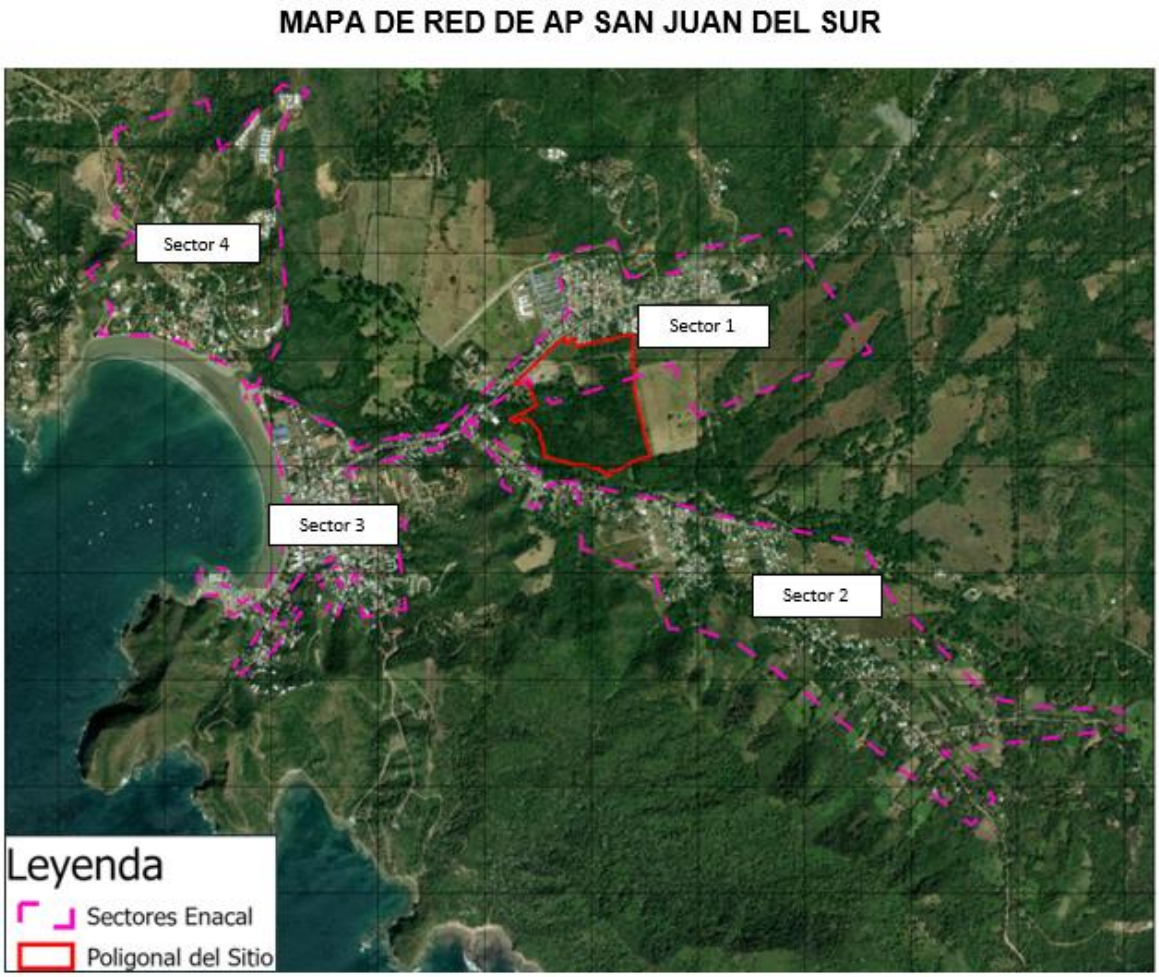
- **Aforo en el punto de acople**

Se realizó el aforo de la red pública a fin de determinar si el caudal cumplía con las normas para el diseño de sistema de abastecimiento de agua potable en la urbanización “Ciudad Catalina”.

El día 1 de marzo del año 2022, se realizó una visita técnica a ENACAL San Juan del Sur, fuimos atendidos por el Ing. Rudy Cruz, Supervisor residente externo para ENACAL. El cual brindó la siguiente información:

La red de agua potable del municipio de San Juan del Sur está dividida en 4 sectores según ENACAL (1, 2, 3 y 4). Para el proyecto “Urbanización Ciudad Catalina”, **el punto de acople es el sector 1**, en este sector el nivel poblacional es el más bajo del municipio.

Imagen No. 4



Fuente ENACAL San Juan del Sur

Presión

La Presión en el punto de acople para el sector 1 es de 50 mca equivalentes a 71 psi, este valor es regulado por una válvula que está ubicada en ese sector.

Caudal

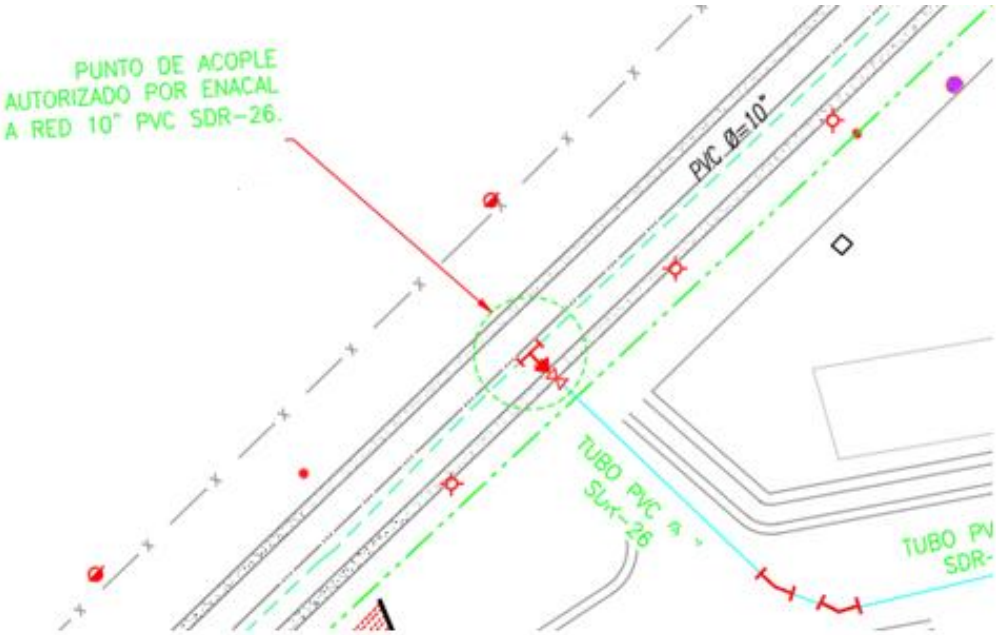
El Caudal en el punto de acople es de 170 glns/min equivalente a 10.72 lps. Fuente de información, carta emitida por ENACAL San Juan del Sur, adjunta al final del documento.(Después de los documentos académicos.).

Imagen No. 5

Punto de acople

Fuente propia

Imagen No. 6



Fuente ENACAL

5.4. Diseño Sistema de abastecimiento de agua potable

Para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la Urbanización Ciudad Catalina, municipio de San Juan del Sur, departamento de Rivas. Se propone un sistema de Fuente – Red.

El proyecto está diseñado para un periodo de 20 años de acuerdo a las Normas Técnicas para el diseño y abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 007-99).

El proyecto de urbanización “Ciudad Catalina” se ha clasificado como zona de densidad intermedia (con área de lotes entre 251 – 499 m^2), así mismo por la ubicación geográfica de la urbanización al estar cerca del de acceso principal a San Juan del Sur una ciudad de gran relevancia turística para nuestro país en el cual la demanda de agua incrementa en varios periodos durante el año, se ha propuesto, de acuerdo a la NTON 09 007-19 del ANA antes INAA, una dotación domiciliar de agua potable de 300 lppd.

5.4.1. Consumo comercial, industrial, publico / institucional

En este diseño se tomó en cuenta la contribución de caudal comercial y público debido a la proyección del área comercial en el costado Este de la urbanización y las tomas publicas proyectadas, ambos consumos representan el 14% del caudal promedio de acuerdo a la normativa vigente.

5.4.2. Caudales contra incendio

De acuerdo a la NTON 09 007-19, el caudal de incendio no se considera cuando los rangos de población se encuentran entre 0 – 5,000 habitantes, como es el caso del proyecto en estudio (672 hab.), sin embargo, se ha decido considerar una toma de 10 lps que corresponde al rango de población inmediato superior que se ubica entre los 5,001 – 10,000 habitantes. Esto debido a la ubicación del proyecto en un área de gran importancia turística y la inclusión del área comercial dentro del proyecto.

5.4.3. Pérdidas del sistema

Las pérdidas se definirán según la norma equivalentes al 15% de consumo doméstico más los especiales.

5.4.4. Consumo promedio diario total

El consumo promedio diario total consiste en la suma del consumo doméstico más el consumo comercial y público.

5.4.5. Consumo de máxima día

Será Igual al 150% del consumo promedio diario total más las pérdidas.

5.4.6. Consumo de máximo hora

Sera Igual al 250% del consumo promedio diario total más las perdidas.

5.4.7. Fuente de abastecimiento de agua potable

La fuente de abastecimiento de agua potable para la urbanización “Ciudad Catalina” corresponde a la red pública de la ciudad de San Juan del Sur, en la cual se ha autorizado realizar un acople de acuerdo a la factibilidad brindada por la delegación de ENACAL.

5.4.8. Linea de acople a la red

Para determinar el diámetro más adecuado para la proyección de la línea de acople a la red se procuró que la velocidad no exceda los 3.00 m/s., ni que sea menor de 0.60 m/s para evitar la sedimentación de partículas. En el cálculo hidráulico de la línea se tomó en cuenta las perdidas por fricción la cual fueron determinadas mediante el uso de la fórmula de Hazen-Williams.

5.5. Diseño de la red de distribucion

5.5.1. Coeficiente de capacidad hidráulica (C), de Hazen Williams

De acuerdo a la normativa vigente se estable los coeficientes “C” de Hazen Williams dependiendo del tipo de material de la tubería. En este proyecto se ha considerado emplear tuberías de cloruro de polivinilo (PVC) teniendo un valor de C= 150.

5.5.2. Velocidades permisibles

Se permitirán velocidades de flujo de 0.6 m/s a 3.0 m/s

5.5.3. Presiones mínimas y máximas

La presión mínima residual en la red principal será de 14.00 mca, la carga estática máxima será de 50.00 mca. Se permitirán en puntos aislados, presiones estáticas hasta de 70.00 mca, cuando el área de servicio de topografía sea muy irregular.

5.5.4. Diámetro mínimo

El diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución será de 2 pulgadas (50 mm) siempre y cuando se demuestre que su capacidad sea satisfactoria para atender la demanda máxima.

5.5.5. Cobertura sobre tuberías

En el diseño de tuberías colocadas en calles de tránsito vehicular se mantendrá una cobertura mínima de 1.20 m, sobre la corona de la tubería en todo el conducto en toda su longitud y en calles peatonales esta cobertura mínima será de 0.70 m.

5.5.6. Resistencia de tuberías y su material

Las tuberías deberán de resistir las presiones internas estáticas, dinámicas, de golpe de ariete, y las presiones externas de rellenos y cargas vivas debido al tráfico. La sobrepresión por golpe de ariete se calculará con la teoría de Joukowski u otra similar como también por formular y monogramas recomendados por los fabricantes.

5.5.7. Accesorios y obras complementarias de la red de distribución

- **Válvulas de pase**

Deberán espaciarse de tal manera que permitan aislar tramos máximos de 400 m de tuberías, cerrando no más de cuatro válvulas. Serán instaladas siempre y cuando en las tuberías de menor diámetro y estarán protegidas mediante cajas metálicas subterráneas u otras infraestructuras accesibles.

- **Válvulas de limpieza**

Estos dispositivos que permitirán las descargas de los sedimentos acumulados en las redes, deberán de instalarse en los puntos extremos y más bajos de la red.

- **Localización de hidrantes**

Se recomienda instalar hidrantes en lugares en donde se llevan a cabo reuniones o aglomeraciones públicas.

- **Conexiones domiciliares**

El diámetro mínimo de cada conexión será de ½" (12.5 mm). Toda conexión domiciliar deberá estar siempre controlada por su medidor correspondiente o por un regulador de flujos.

- **Anclajes**

Es obligado el uso de los anclajes de concretos siempre en cada uno de los accesorios de la red. El diseño de los mismo deberá de soportar las fuerzas internas producidas por la presión del agua dentro de la red.

5.6. Memoria de cálculos y resultados

5.6.1. Población de diseño de la urbanización

Numero de lotes = 112 lotes

Índice de saturación = 6 hab./lote

Población de diseño = 112 x 6 hab= 672.00 hab.

5.6.2. Consumo doméstico

$$CD = \left\lceil \frac{hab\ \ X\ dotacion}{86{,}400\ seg} \right\rceil =$$

$$CD = \left\lceil \frac{672.00\ hab\ X\ 300\ lppd}{86{,}400\ seg} \right\rceil =$$

$$\boldsymbol{CD = 2.33\ lps}$$

5.6.3. Consumos especiales

$$Consumo\ Publico = CD * 7\%\ (\text{lps})$$

$$Consumo\ Publico = 2.33\ lps * 7\%$$

$$\boldsymbol{Consumo\ Público = 0.16\ lps}$$

$$Consumo\ Comercial = CD * 7\%\ (\text{lps})$$

$$Consumo\ Comercial = 2.33\ lps * 7\%$$

$$\boldsymbol{Consumo\ Comercial = 0.16\ lps}$$

5.6.4. Consumo promedio diario

$$CPD = CD + Consumos\ especiales$$

$$CPD = 2.33\ lps + 0.16\ lps + 0.16\ lps$$

$$\boldsymbol{CPD = 2.66\ lps}$$

5.6.5. Pérdidas en el sistema

$$Pérdidas\ en\ el\ Sistema = CPD * 15\%\ \text{lps}$$

$$Pérdidas\ en\ el\ Sistema = 2.66\ lps\ * 15\%$$

$$\boldsymbol{Pérdidas\ en\ el\ Sistema = 0.40\ lps}$$

5.6.6. Consumo de máximo día

$$CMD = CPD * 1.5\ lps + Pérdidas\ en\ el\ Sistema$$

$$CMD = 2.66\ lps * 1.5 + 0.40$$

$$\boldsymbol{CMD = 4.39\ lps}$$

5.6.7. Consumo de máxima hora

$$CMH = CPD * 2.5\ \text{lps} + Pérdidas\ en\ el\ Sistema$$

$$CMH = 2.66\ lps * 2.50 + 0.40$$

$$\boldsymbol{CMH = 7.05\ lps}$$

5.7. Análisis de la fuente vs la demanda

La fuente de agua potable consiste en la red municipal de San Juan del Sur en donde se realizará un acople que posteriormente se dirigirá hacia a la red de abastecimiento de agua potable de Ciudad Catalina. De acuerdo a la factibilidad brindada por ENACAL se tiene un caudal de aprovechamiento de 170 gal/min (10.72 lps). De acuerdo a los cálculos realizados la demanda de máximo día del proyecto es de 69.58 gal/min (4.39 lps), ya que con este valor se realizó el diseño de la línea de alimentación a la red de distribución conforme a la normativa vigente. De acuerdo a la comparación realizada la fuente tiene la capacidad suficiente para atender la demanda generada por el proyecto.

5.8. Línea de acople a la red de distribución

La línea de conducción posee 214.33 m de longitud y se ha propuesto en PVC de 4" desde el punto acople hasta el área de ubicación del nodo 1.

Diámetro de la tubería[14]

Para el cálculo del diámetro se empleó la fórmula de Bresse, un primer paso en la determinación del diseño de la línea de impulsión es la elección del diámetro de la tubería, para esto se utiliza una formula empírica conocida como la fórmula de Bresse para bombeos discontinuos:

La cual está basada en los siguientes parámetros:

$$D = 0.5873 * N^{0.25}\sqrt{Qb}$$

D : Diámetro interior aproximado (m).

N : Número de horas de bombeo al día.

Q_b : Caudal de bombeo obtenido de la demanda horaria por persona, del análisis poblacional y del número de horas de bombeo por día en (m3/s).

[14] https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/ingenie/choy_b_v/cap4.htm, *Diseño de una nueva línea de impulsión y selección del equipo de bombeo para la extracción de agua subterránea planes de expansión de mínimo costo de agua potable y alcantarillado EPS Chimbote*. **Choy Bejar, Víctor David. – Cap.4 Planteamiento teórico y metodología.**

$$D = 0.5873 * N^{0.25}\sqrt{Qb}$$

$$D = 2.72$$

Con la fórmula de Bresse se obtuvo un diámetro de 3” aproximadamente. Con este valor se tomaron diámetros comerciales cercanos y se realizó un análisis para determinar el diámetro que se encuentre dentro de los rangos de velocidades y perdidas de carga recomendadas por la norma.

- **Caudal de 69.58 gpm (4.39 lps)**

5.8.1. Clase de tubería

De acuerdo a lo anterior, el material de la tubería corresponde a PVC SDR-26 bajo la Norma ASTM D-2241, el diámetro seleccionado de acuerdo a los catálogos, se estable las siguientes características:

- Cedula: SDR-26
- Diámetro externo: 88.90 mm
- Espesor: 3.43 mm
- Diámetro interno: 82.04 mm
- Presión máxima de la tubería: 160 PSI, 112 mca, 11.2 kg/cm^2
- Módulo de elasticidad de la tubería (k): 18

- **Cálculo de la velocidad de propagación de la onda (C)**

El valor de la celeridad o la velocidad de onda se lo calculamos mediante la fórmula de Allievi:

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k\ x\ \frac{Di}{e}}}$$

Donde:

C: Celeridad o velocidad de onda de comprensión o de succión (m/s).

D: Diámetro de la tubería (m).

e: Espesor de los tubos(m).

K: Coeficiente de elasticidad.

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 18\ x\ \frac{82.04}{3.43}}}$$

$$\boldsymbol{C = 452.42\ \mathrm{m/s}}$$

- **Cálculo de la sobrepresión (h)**

$$h = \frac{a\ x\ v}{g}$$

$$h = \frac{\left(452.42\frac{m}{s}\right) * (0.90\ ms)}{(9.81\frac{m}{s^2})}$$

$$\boldsymbol{h = 41.28\ mca}$$

- **Carga estática**

$$Diferencia\ de\ Nivel = NR\ Nodo1 - NT\ en\ punto\ de\ acople$$

$$Diferencia\ de\ Nivel = 8.25 - 7.50$$

$$\boldsymbol{Diferencia\ de\ Nivel = 0.75\ m}$$

$$Presión\ de\ trabajo\ en\ el\ sistema = h + diferencia\ de\ nivel$$

$$Presión\ de\ trabajo\ en\ el\ sistema = 41.28\ mca + 0.75$$

$$\boldsymbol{Presión\ de\ trabajo\ en\ el\ sistema = 42.03\ mca}$$

$$Presión\ de\ trabajo\ en\ el\ sistema < presion\ de\ trabajo\ de\ la\ tuberia\ SDR\ 26$$

$$\boldsymbol{42.03\ mca < 112\ mca, ok}$$

5.9. Distribución de la demanda

La asignación de las demandas puntuales a los nodos, se realizó tomando en cuenta las viviendas cercanas a dichos nodos en los tramos en donde se encuentran las conexiones domiciliares, así durante el análisis del modelo los valores de presiones, velocidades, entre otros, son más precisos y cercanos a la realidad del sistema.

5.10. Modelación Hidráulica

La modelación hidráulica del diseño del sistema de agua potable de la urbanización "Ciudad Catalina", se realizó mediante el programa **EPANET V 2.0.12 v E.**

Posterior al ingreso y configuración de los parámetros hidráulicos y conforme a los planos existentes en versión digital (AutoCAD) de la red propuesta de agua potable, que incluye las longitudes de tuberías, se procedió a ingresar dicha información en EPANET. Posteriormente se ingresó las cotas a los nodos propuestos tomando en cuenta las curvas de nivel.

Se tomó la decisión de poner un dosificador de cloro en la entrada del nodo No. 1 debido a que la red de San Juan del Sur no garantiza la demanda necesaria de cloro ya que en la planta de tratamiento hacen el cálculo del cloro sin una dosificación correcta por falta de equipos. Y lo primordial es garantizar agua de calidad a los habitantes de Ciudad Catalina, la cantidad de cloro a utilizar en la entrada de nuestra red será de 2ppm para poder satisfacer la demanda de cloro en la red propuesta.

Cloro residual

El Cloro residual es la Cantidad de cloro presente en el agua luego de un período específico de tiempo.

Según *la OMS 2004, Guía para la calidad del agua potable*. Para que la desinfección sea eficaz, debe haber una concentración residual de cloro libre ≥ 0,5 mg/litro tras un tiempo de contacto de al menos 30 minutos.

Métodos de desinfección disponibles Los desinfectantes y el equipo de desinfección se deben seleccionar de modo que satisfagan en lo posible las condiciones específicas de la aplicación a que se destinen teniendo en cuenta todos los factores que influyen en la fiabilidad, continuidad y eficacia de la desinfección.

Dosificador de cloro propuesto:

VALAC

Los dosificadores de cloro por contacto para obtener agua potable **VALAC** mod. VLC/08 (Cloradores), suministran continua y automáticamente, hipoclorito de calcio (cloro) a un estanque de agua, permitiendo proceso de potabilización y purificación de agua. Mediante un regulador**,** los dosificadores de cloro por contacto **VALAC** entregan la cantidad de cloro deseado en forma permanente y sin necesidad de controles mecánicos o eléctricos para obtener agua potable a bajo costo y mínima mantención. El dosificador de cloro por contacto VALAC no utiliza energía eléctrica.

El Cloro inorgánico con una concentración del 65% al 68% de cloro utilizado para fines de sanitización por su alto contenido de cloro libre capaz de oxidar materia orgánica, así como microorganismos patógenos relacionados con enfermedades de origen hídrico.

Otro uso preponderante es la desinfección de tanques de almacenamiento de agua y de las redes de distribución del vital líquido, producto utilizado para fines de consumo humano, ya que no contiene productos tóxicos y no deja productos insolubles indeseables.

Se puede utilizar el clorador automático de agua en parcelas o soluciones habitacionales rurales o urbanas, empresas de turismo, hotelería, exportadores agrícolas que requieran agua potable para lavado de sus productos, servicios de salud y mucho más.

Imagen No. 7

Dosificador de cloro VALAC

Fuente Manual clorador VALAC

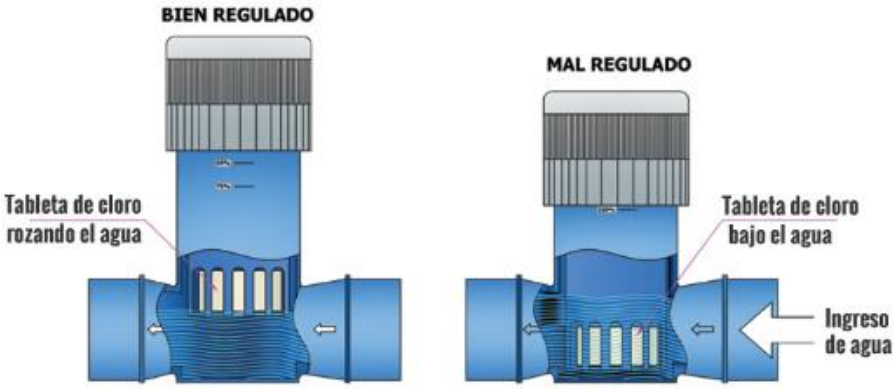
Imagen No. 9

Pastillas Hipoclorito 65%

Fuente Manual clorador VALAC

Imagen No. 10

Dosificador de cloro bien regulado y mal regulado



Fuente Manual clorador VALAC

5.11. Resultados de la modelación hidráulica

Los resultados de la modelación hidráulica se pueden observar en las tablas que se encuentran más adelante y en el programa, para los distintos escenarios considerados en la norma: CMH, CMD + Incendio que se asignó en los nodos N-6 Y N-7 y finalmente consumo nulo.

A continuación, se presentan de manera resumida los principales resultados obtenidos en los diferentes escenarios.

5.11.1. Resultados de presiones en los escenarios

De los resultados del modelo hidráulico de la red de distribución de agua potable se resumen a continuación las presiones obtenidas en cada uno de los escenarios modelados:

Tabla No. 8

Escenario	Presiones (mca)			Presiones (mca)	
	< 14	14 < Presiones < 50	>50	Minima	Maxima
CMH	0.00%	100.00%	0.00%	36.58	47.78
Consumo cero	0.00%	0.00%	0.00	0.00	0.00

Resultados de presiones en los distintos escenarios

5.11.2. Resultados de las velocidades en los escenarios

De los resultados del modelo hidráulico de la red de distribución de agua potable se resumen a continuación las velocidades obtenidas en cada uno de los escenarios modelados:

Tabla No. 9

Escenario	Velocidad (m/s)			Velocidad (m/s)	
	< 0.6	0.6 < velocidad < 2	> 2	Minima	Maxima
CMH	46.15%	53.85%	0.00%	0.12	1.49

Resultados de velocidades en los distintos escenarios

De los resultados obtenidos para los escenarios analizados se puede observar que las velocidades predominantes son menores a 0.6 m/s lo que se explica por una

topografía predominantemente plana. Se instalarán válvulas de limpieza en los puntos bajos de la red para evitar la acumulación de sedimentos.

5.11.3. Resultados en escenario de caudal de máxima hora (CMH)

- **Tuberías**

Tabla de Red - Líneas en 0:00 Hrs

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería 6	34.39	75	5.44	1.23
Tubería 7	52.00	75	4.08	0.92
Tubería 8	52.00	50	2.72	1.39
Tubería 9	52.00	50	1.36	0.69
Tubería 2	54.00	75	6.59	1.49
Tubería 3	155.44	75	6.13	1.39
Tubería 1	214.33	100	7.05	0.90
Tubería 11	122.12	50	0.68	0.35
Tubería 10	122.12	50	0.68	0.35
Tubería 13	122.12	50	0.68	0.35
Tubería 12	122.12	50	0.68	0.35
Tubería 4	197.00	50	0.23	0.12
Tubería 5	197.00	50	0.23	0.12

- **Nodos**

Tabla de Red - Nudos en 0:00 Hrs

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión 6	0.68	50.00	40.02
Conexión 3	0.68	50.66	40.45
Conexión 7	0.68	49.41	39.28
Conexión 8	0.68	47.41	37.19
Conexión 9	0.68	46.86	36.58
Conexión 1	0.23	55.86	47.76
Conexión 2	0.23	54.38	45.57
Conexión 11	0.68	49.05	40.24
Conexión 10	0.68	49.64	40.70
Conexión 13	0.68	46.50	37.44
Conexión 12	0.68	47.05	38.05
Conexión 4	0.23	55.78	47.78
Conexión 5	0.23	54.30	45.65
Embalse Fuente	-7.05	57.50	0.00

5.11.4. Resultados en escenario consumo cero

- **Tuberías**

Tabla de Red - Líneas

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería 31	34.40	75	0.00	0.00
Tubería 34	52.00	75	0.00	0.00
Tubería 36	52.00	50	0.00	0.00
Tubería 38	52.00	50	0.00	0.00
Tubería 40	54.00	75	0.00	0.00
Tubería 43	155.50	75	0.00	0.00
Tubería 44	214.33	100	0.00	0.00
Tubería 47	122.12	50	0.00	0.00
Tubería 49	122.12	50	0.00	0.00
Tubería 51	122.12	50	0.00	0.00
Tubería 53	122.12	50	0.00	0.00
Tubería 55	197.00	50	0.00	0.00
Tubería 57	197.00	50	0.00	0.00

- **Nodos**

Tabla de Red - Nudos

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión 6	0.00	57.50	47.50
Conexión 3	0.00	57.50	47.28
Conexión 7	0.00	57.50	47.36
Conexión 8	0.00	57.50	47.27
Conexión 9	0.00	57.50	47.21
Conexión 1	0.00	57.50	49.40
Conexión 2	0.00	57.50	48.68
Conexión 11	0.00	57.50	48.67
Conexión 10	0.00	57.50	48.55
Conexión 13	0.00	57.50	48.42
Conexión 12	0.00	57.50	48.48
Conexión 4	0.00	57.50	49.49
Conexión 5	0.00	57.50	48.84
Embalse Fuente	0.00	57.50	0.00

5.11.5. Resultados en escenario cloro residual

- **Tuberías**

Tabla de Red - Líneas en 7:00 Hrs

ID Línea	Cloro mg/L
Tubería 6	1.98
Tubería 7	1.97
Tubería 8	1.97
Tubería 9	1.96
Tubería 2	1.99
Tubería 3	1.99
Tubería 1	2.00
Tubería 11	1.96
Tubería 10	1.97
Tubería 13	1.95
Tubería 12	1.96
Tubería 4	1.96
Tubería 5	1.96

- **Nodos**

Tabla de Red - Nudos en 15:00 Hrs

ID Nudo	Cloro mg/L
Conexión 6	1.97
Conexión 3	1.98
Conexión 7	1.97
Conexión 8	1.96
Conexión 9	1.95
Conexión 1	1.99
Conexión 2	1.99
Conexión 11	1.96
Conexión 10	1.96
Conexión 13	1.94
Conexión 12	1.95
Conexión 4	1.96
Conexión 5	1.95
Embalse Fuente	2.00

5.15 Costo y presupuesto

Costo del diseño de abastecimiento de agua potable en la urbanización ciudad Catalina.

Costo de Materiales " Urbanización Ciudad Catalina"				
VALVULAS Y ACCESORIOS				
	CANTIDAD	***U.M***	***COSTO UNITARIO (C$)***	***COSTO TOTAL (C$)***
Valvula de pase 3"	1	C/U	C$95.00	C$95.00
Valvula de pase 2"	6	C/U	C$75.00	C$450.00
Valvula de limpieza 2"	2	C/U	C$100.00	C$200.00
Tee 3"	3	C/U	C$150.00	C$450.00
Tee 4"	4	C/U	C$100.00	C$400.00
Tee 10"	1	C/U	C$980.00	C$980.00
Codo 3" X 90^0	1	C/U	C$244.00	C$244.00
Codo 4" X 90^0	2	C/U	C$435.00	C$870.00
Codo 3" X 45^0	1	C/U	C$225.00	C$225.00
Codo 3" X 22.50^0	2	C/U	C$320.00	C$640.00
Codo 3" X 11.25^0	1	C/U	C$300.00	C$300.00
Reductor 3" X 2"	3	C/U	C$166.00	C$498.00
Reductor 4" X 3"	1	C/U	C$190.00	C$190.00
Tapon 2"	6	C/U	C$50.00	C$300.00
Llave de chorro 2"	3	C/U	C$200.00	C$600.00
Sub total				**C$6,442.00**

TUBERIAS PVC				
	CANTIDAD	U.M	COSTO UNITARIO X METRO	COSTO TOTAL (C$)
Tuberia de Ø2” PVC SDR 26	988	M	C$108.33	C$107,030.04
Tuberia de Ø3” PVC SDR 26	296	M	C$200.00	C$59,200.00
Tuberia de Ø4” PVC SDR 26	216	M	C$300.00	C$64,800.00
Sub total				**C$231,030.04**
EQUIPO DE CLORACION				
	CANTIDAD		COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL (C$)
Clorador VALAC	14		C$6,670.22	C$93,383.08
Tabletas DURACLOR 90%	1 caja (20 tabletas)	160	C$2,600.00	C$416,000.00
				C$509,383.08
SUMINISTRO E INSTALACION DE HIDRANTE DE 4" CON DOS BOCAS DE 2 1/2"				
	CANTIDAD	U.M	COSTO UNITARIO (C$)	COSTO TOTAL (C$)
Hidrante de 4''	1	C/U	C$50,261.33	C$50,261.33
Sub total				C$50,261.33
Gran Total (C$)				C$797,116.45

5.14 CONCLUSIONES

- El estudio socio económico nos permitió conocer la capacidad económica de los futuros residentes de la Urbanización Ciudad Catalina.

- El terreno en Ciudad Catalina es prácticamente plano con curvas de nivel equidistantes y pendiente total de 1%.

- Se solicito información de cuadro de presiones de red del municipio de San Juan del Sur, Rivas. Ante ENACAL en la delegación municipal, así también en sede central en Managua. Obteniendo como resultado una sola lectura, razón por la cual solo se realizo una modelación en EPANET 2.0.

- Para del diseño de la red de distribución de Ciudad Catalina, la fuente de abastecimiento posee la capacidad para suplir la demanda de la población para la saturación del proyecto.

- La presión existente en el punto de acople de la red de agua potable de San Juan del Sur autorizado por la delegación de ENACAL es capaz de satisfacer la demanda del diseño de agua potable de Ciudad Catalina

- El diámetro de la línea de acople de la red de agua potable hacia la red de distribución resulta en un diámetro de 4” PVC SDR-26 de acuerdo a la norma ASTM D-2241 hasta el nodo 3.

- Se instalarán más de 1.5 km de tubería, 882.48 m tubería de Ø2” PVC SR26, 156 m tubería de Ø3” PVC SR26, 458.16 m tubería de Ø4” PVC SR26 todas en PVC SDR-26, de acuerdo a la Norma ASTM D-2241.

- Se instalarán 112 conexiones domiciliares de las viviendas

- Las presiones resultantes dentro de los 2 escenarios de análisis cumplen con lo recomendado en la norma al presentarse valores por encima del mínimo (14 mca) y menores al máximo (50 mca).

- Las velocidades resultantes en los dos análisis presentan valores inferiores, para un % de los tramos, del rango mínimo recomendado de 0.60 m/s, lo que se explica por una topografía predominantemente plana. Dichas velocidades se pueden traducir cómo problemas con la calidad del agua por los sedimentos.

- Se realizará la instalación de un hidrante en el andén opuesto al área comercial proyectada.

- De acuerdo los resultados mostrados en las tablas y las conclusiones expuestas, se concluye que el sistema de agua potable propuesto para la urbanización “Ciudad Catalina”, funcionara satisfactoriamente.

5.15 RECOMENDACIONES

- Se recomienda construir el sistema de abastecimiento de agua a como ha sido diseñado, y así se garantizará que la urbanización ciudad “Catalina” no tenga ningún inconveniente en el servicio de agua potable.

- Se aconseja principalmente que todos los materiales a utilizar, ya sea tubería o accesorios, cumplan con especificaciones técnicas similares a las establecidas por entidades como la American Society for Testing and Materials (ASTM) o de calidad superior tal como la International Organization for Standardization (ISO).

- Garantizar el mantenimiento preventivo y correctivo de los elementos del sistema de agua potable para cumplir con un funcionamiento eficiente.

- Realizar limpiezas periódicas en los puntos más bajos de la red de distribución utilizando las válvulas instaladas a fin de evitar la obstrucción de la tubería por sedimento.

- Se recomienda que la construcción del sistema sea supervisada por personal debidamente capacitado.

- Se recomienda limpiar el clorador cada vez que se le agregue una nueva carga de pastillas evitando el uso de escobillas metálicas u otras herramientas punzantes que pudieren dañarlo. Prestar especial atención a las ranuras del cartucho, limpiándolas y destapándolas consumo cuidado.

- Proteger los Dosificadores VALAC® de radiaciones solares excesiva

- Utilizar en los Dosificadores VALAC® solamente hipoclorito de Calcio al 65%. Es recomendable colocar no más de dos tabletas en el cartucho

6. BIBLIOGRAFIA

- Alcaldía Municipal del poder de las familias y las comunidades de San Juan del Sur. **CARACTERIZACIÓN MUNICIPAL SAN JUAN DEL SUR 2017.**

- El19digital.com / Nota de Prensa. **Proyecto de Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable - lunes 2 agosto 2021.**

- Hábitat para la humanidad, **Situación de la vivienda en Nicaragua, 2020.**

- Naciones Unidas. **Objetivos de desarrollo sostenible; objetivo No 6, Agua limpia y saneamiento.**

- Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua **(NTON 09 003-99),** Instituto nicaragüense de acueductos y alcantarillados ente regulador. (INAA).

- Normas técnicas para el diseño y abastecimiento y potabilización del agua **(NTON 09 007-19)**, Autoridad Nacional del Agua (ANA).

- NORMA REGIONAL CAPRE. **"Normas de calidad del agua para consumo humano",** primera edición septiembre 1993, revisada marzo 1994.

- Norma ASTM D-2241, **Standard Specification for Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Pressure-Rated Pipe (SDR Series)**

- Universidad Veracruzana. **Manual de Diseño para Proyectos de Hidraulica.pdf. FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, CAMPUS XALAPA. Septiembre 201**

- **Manual de usuarios dosificadores VALAC.** INSCRIPCION Nº 287.535 DEL 09/02/2018.

- https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/ingenie/choy_b_v/cap4.htm, *Diseño de una nueva línea de impulsión y selección del equipo de bombeo para la extracción de agua subterránea planes de expansión de mínimo costo de agua potable y alcantarillado EPS Chimbote*. **Choy Bejar, Víctor David. – Cap.4 Planteamiento teórico y metodología.**

Lista de Abreviaturas Instituciones

Instituciones

- **CAPRE:** Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana
- **ENACAL:** Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados
- **FTC:** Facultad de Tecnología de la Construcción
- **INAA:** Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados
- **ANA:** Autoridad Nacional del Agua
- **INETER:** Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales
- **INIDE:** Instituto Nicaragüense de Información de Desarrollo
- **OMS**: Organización Mundial de la Salud
- **ONG:** Organización No Gubernamental
- **UNI:** Universidad Nacional de Ingeniería
- **UNICEF:** Fondo de Naciones Unidas para la Infancia (Siglas en Inglés)
- **MINSA:** Ministerio de Salud
- **ASTM:** American Society for Testing and Materials
- **ISO**: International Organization for Standardization

Unidades de Medida

Longitud

- **cm:** Centímetros
- **km:** Kilómetros
- **m:** Metros
- **mm:** Milímetros

Superficie

- **ha:** Hectáreas
- **m^2:** Metros cuadrados

Volumen y Tiempo

- **GPM:** Galones por minuto
- **LPD:** Litros por día
- **LPPD:** Litros por persona por día
- **LPS:** Litros por segundo
- **m/s:** Metros por segundo
- **m/s^2**: Metros por segundo al cuadrado
- **m^3/s:** Metros cúbicos por segundos
- **mca:** Metros columna de agua
- **m/km:** Metros por kilómetros

Otros

- **C$:** córdobas nicaragüenses
- **hab**: Habitantes
- **HP:** Caballos de Fuerza (Siglas en Inglés)
- **m.c.a**: Metros Columna de Agua
- **msnm:** Metros sobre el nivel del mar
- **US$:** dólares estadounidenses

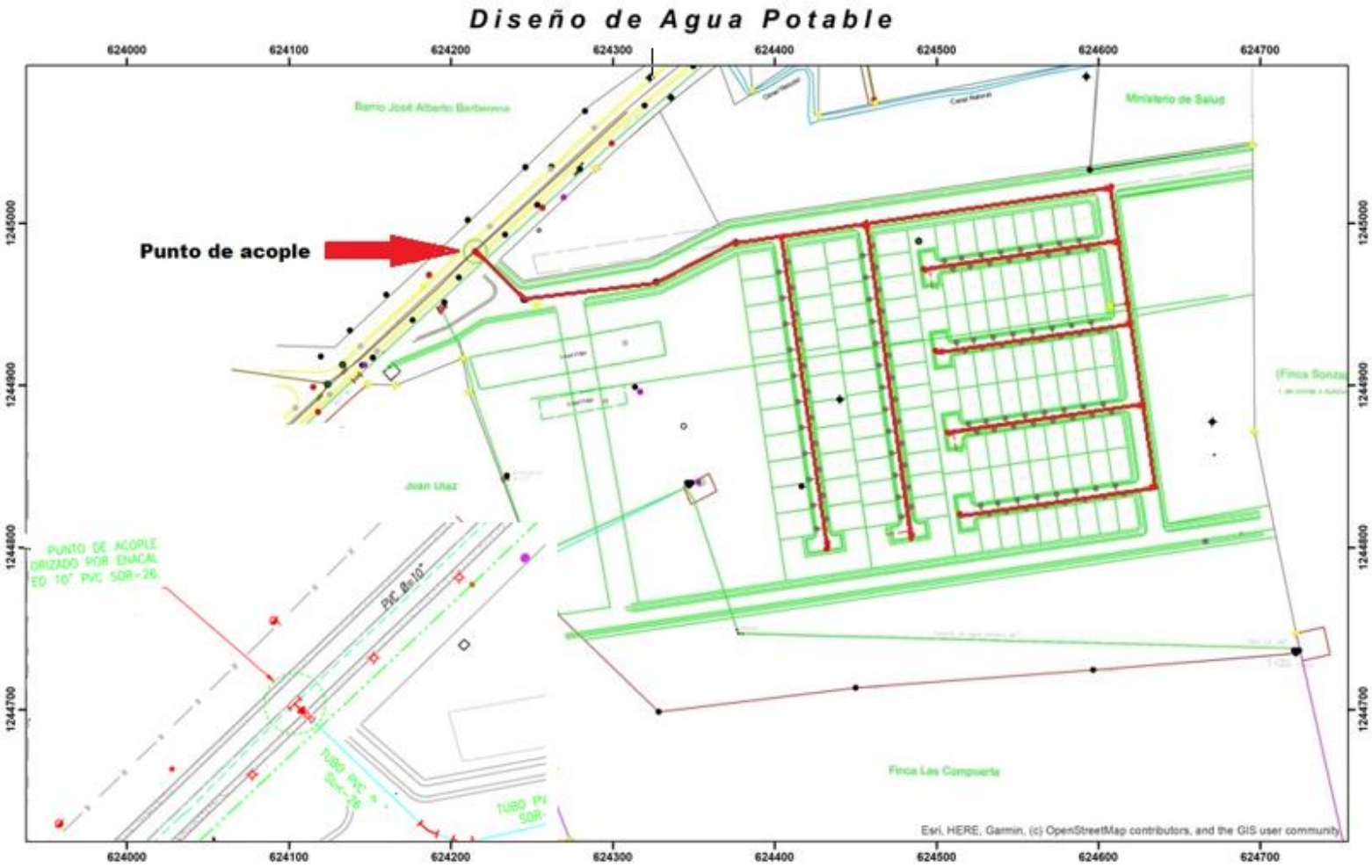
Siglas Técnicas

- **CMD:** Consumo Máximo Diario
- **CMH:** Consumo Máximo Horario
- **CPD:** Consumo Promedio Diario
- **CPDT:** Consumo Promedio Diario Total
- **CTD:** Carga Total Dinámica
- **DT**: Desnivel Topográfico
- **NDA:** Nivel Dinámico del Agua
- **PVC:** Policloruro de Vinilo (Siglas en Inglés)
- **SDR:** Relación Diámetros-Espesor (Siglas en Inglés)

7. ANEXOS

Anexo I Red de abastecimiento

Fuente – Red
Punto de acople

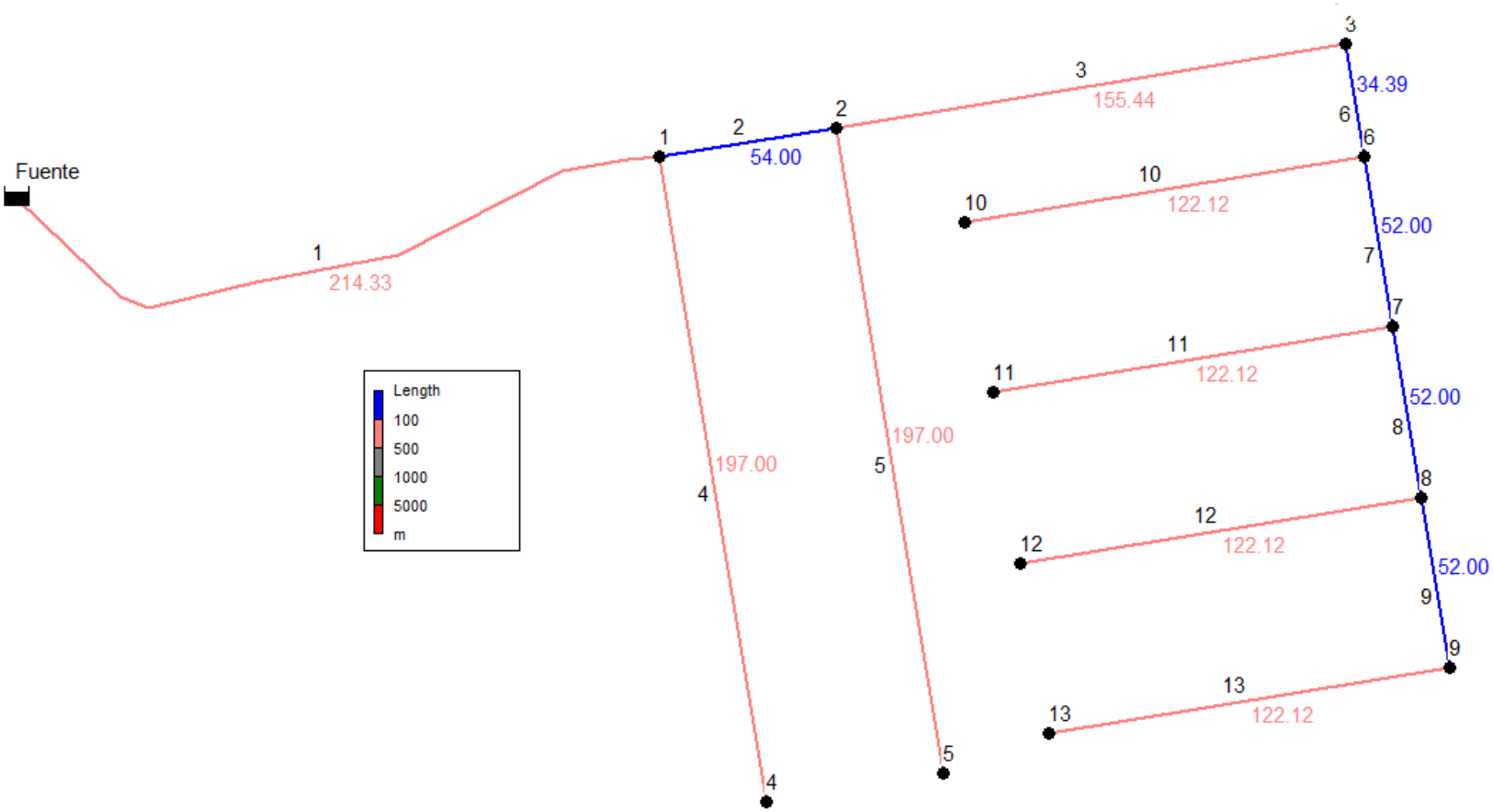


Plano Topografía (Curvas de Nivel).

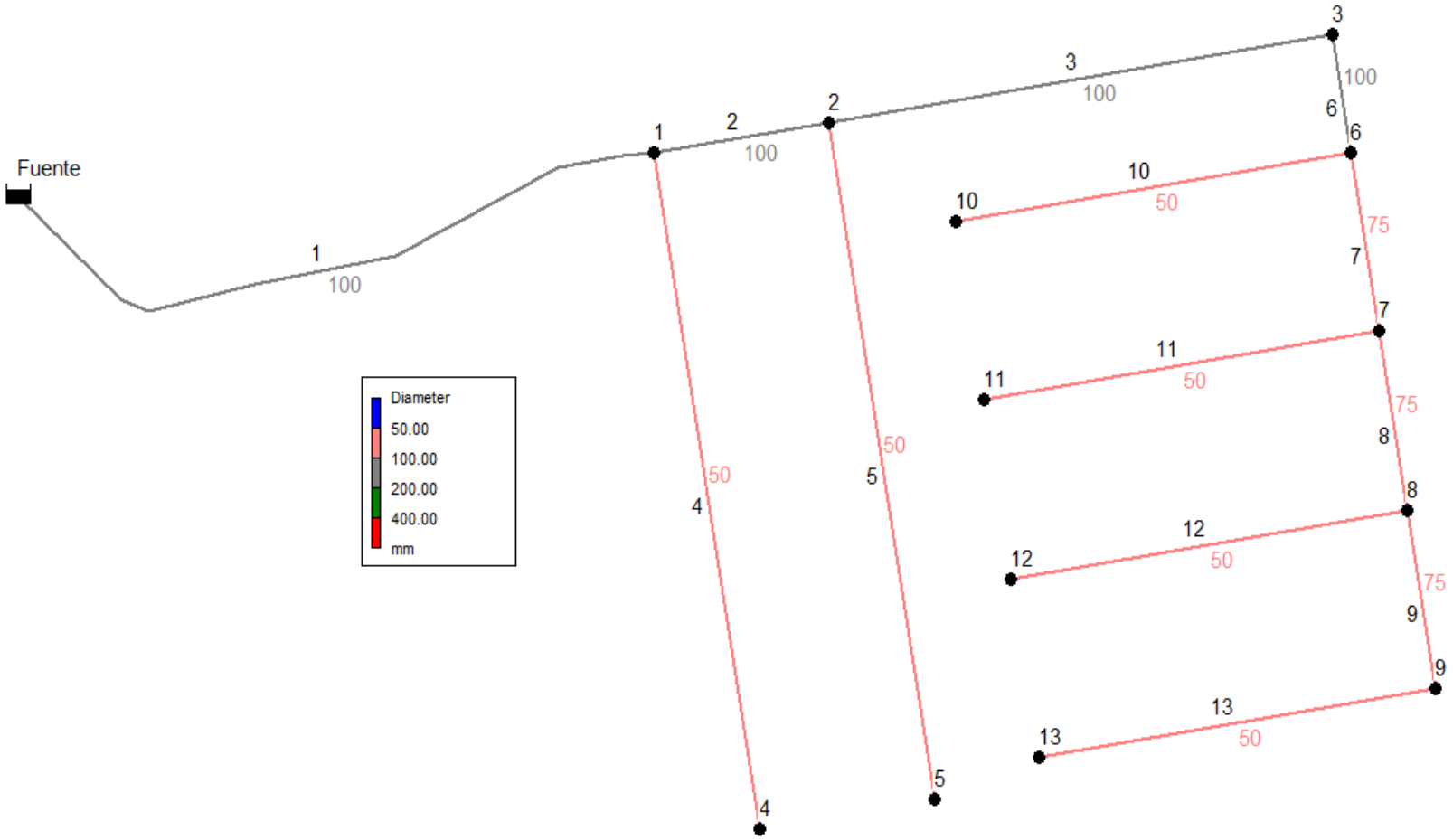
Plano Topografía con lotes

Plano Diseño de red de abastecimiento

- **Red Ciudad Catalina.**
  - **Longitud**

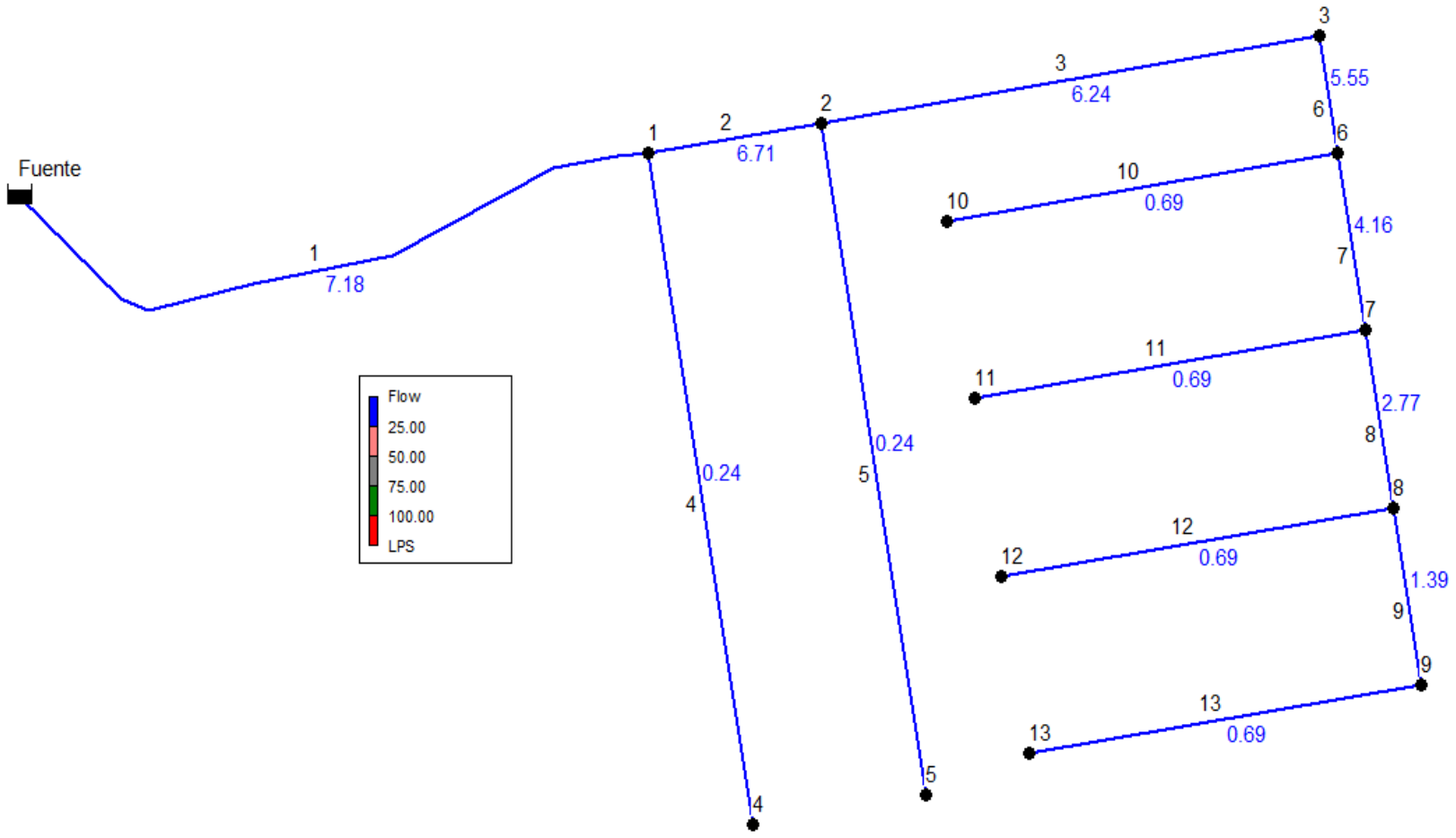


- **Diámetro**

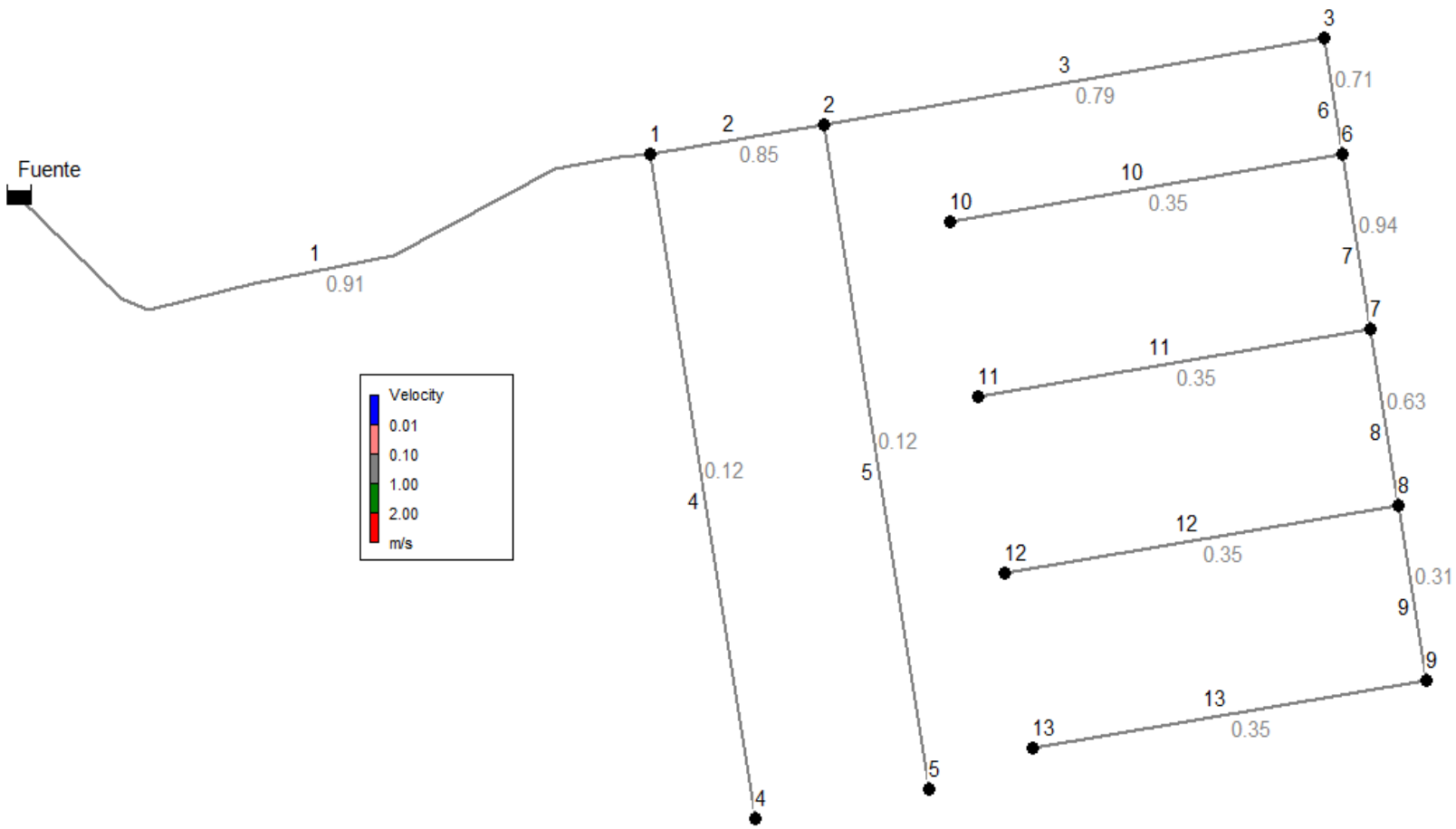

Fuente
1
100
1
2
100
2
3
100
3
100
6
6
10
50
10
75
7
7
11
50
11
75
8
8
12
50
12
75
9
9
13
50
13
50
4
4
50
5
5
Diameter
50.00
100.00
200.00
400.00
mm

x

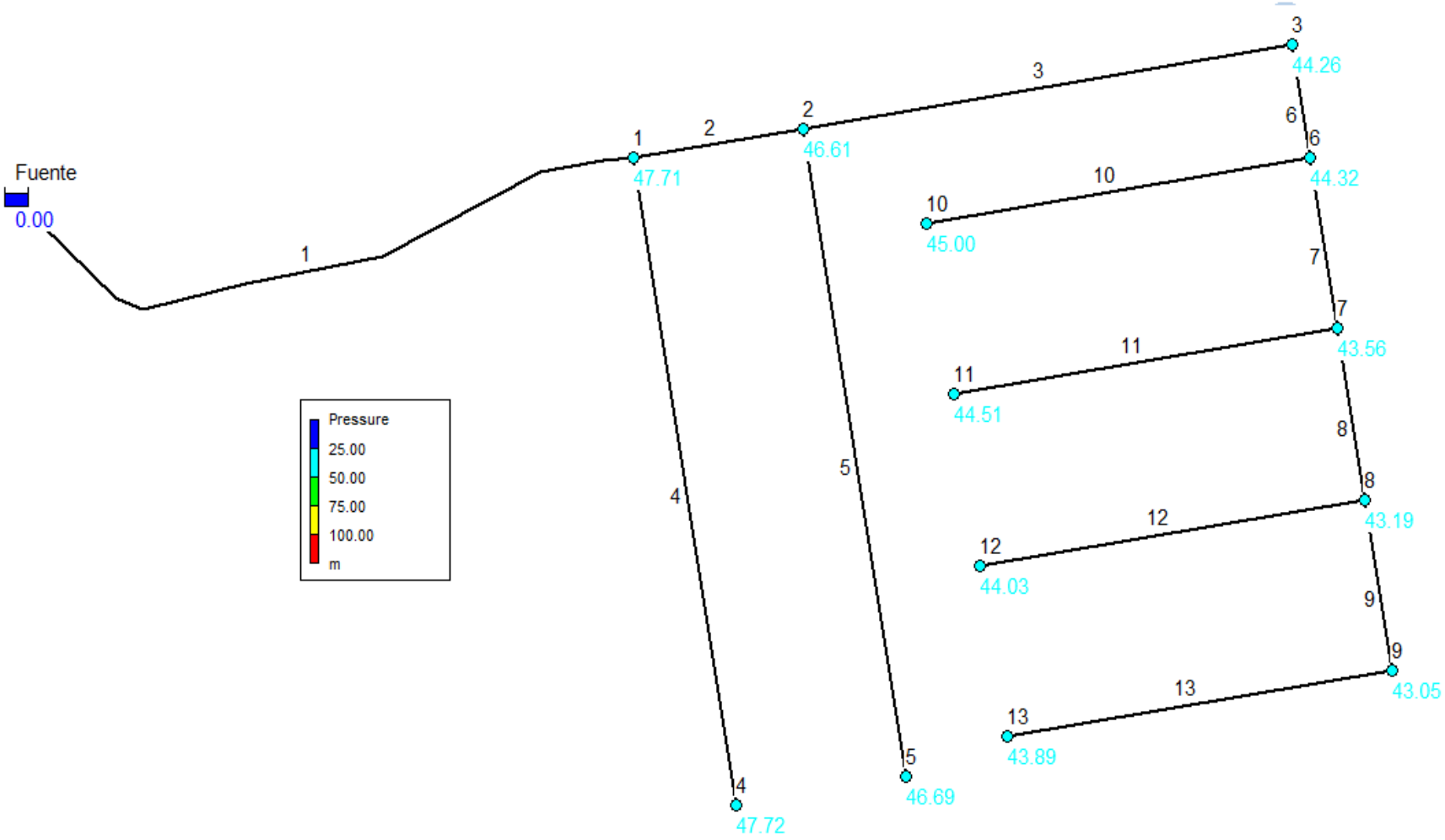
- **Caudal Máxima hora**
  - **Caudal**



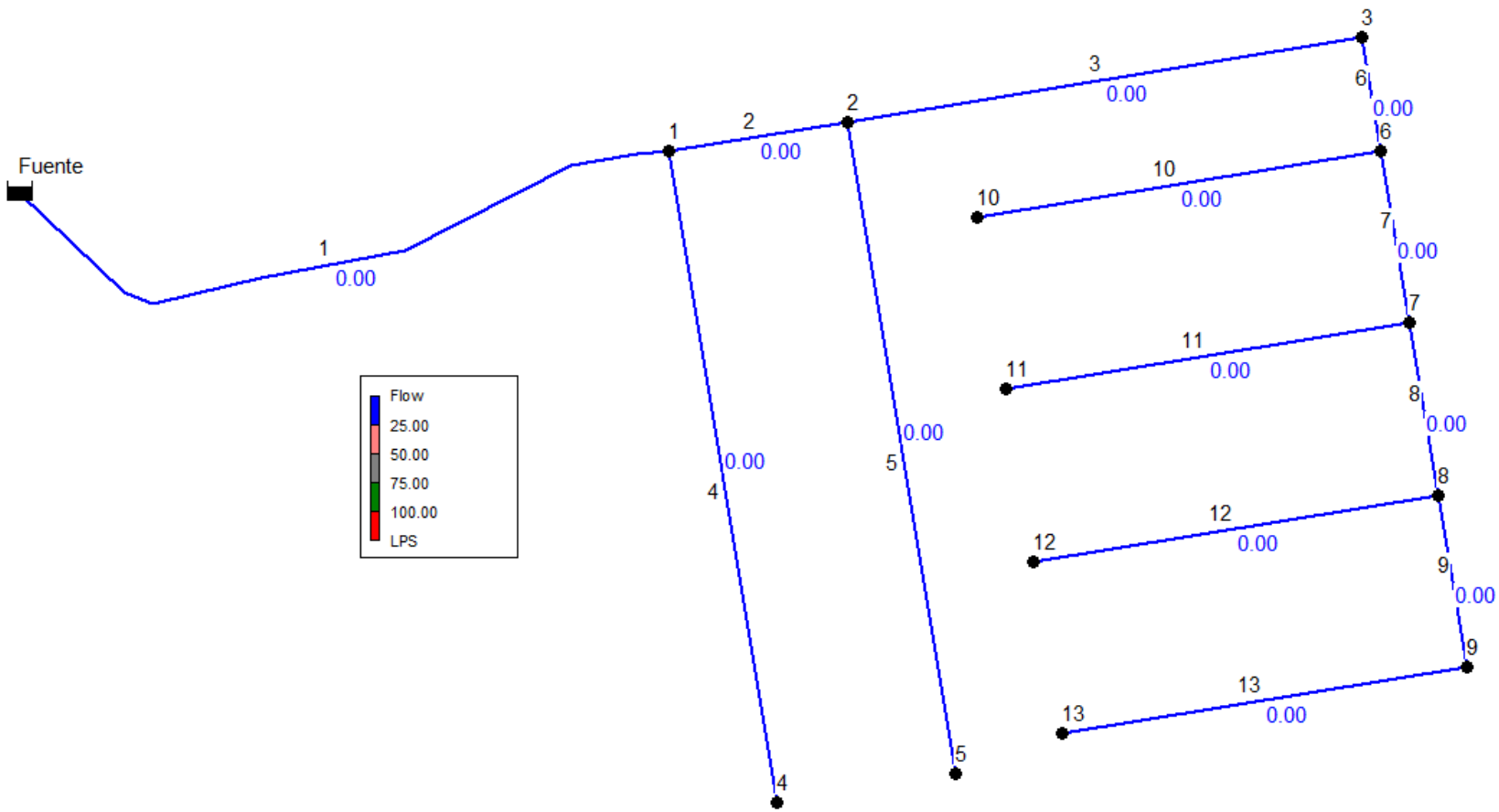
- **Velocidad**


Fuente
1
0.91
1
2
0.85
2
3
0.79
3
0.71
6
6
10
0.35
10
0.94
7
7
11
0.35
11
0.63
8
8
12
0.35
12
0.31
9
9
13
0.35
13
0.12
4
4
0.12
5
5
Velocity
0.01
0.10
1.00
2.00
m/s

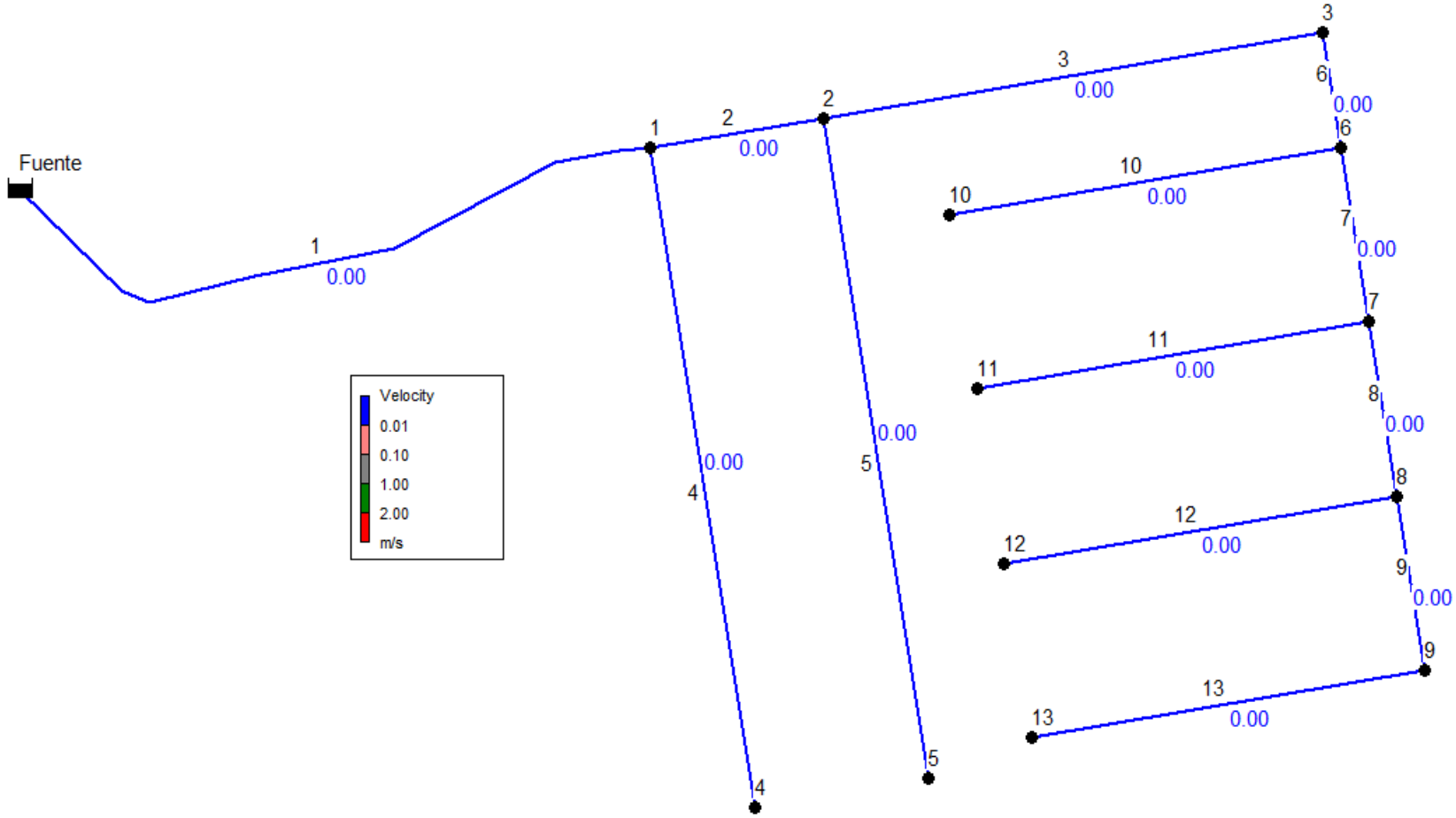
- **Presión**


Fuente
0.00
1
1
47.71
2
2
46.61
3
3
44.26
4
4
47.72
5
5
46.69
6
6
44.32
7
7
43.56
8
8
43.19
9
9
43.05
10
10
45.00
11
11
44.51
12
12
44.03
13
13
43.89
Pressure
25.00
50.00
75.00
100.00
m

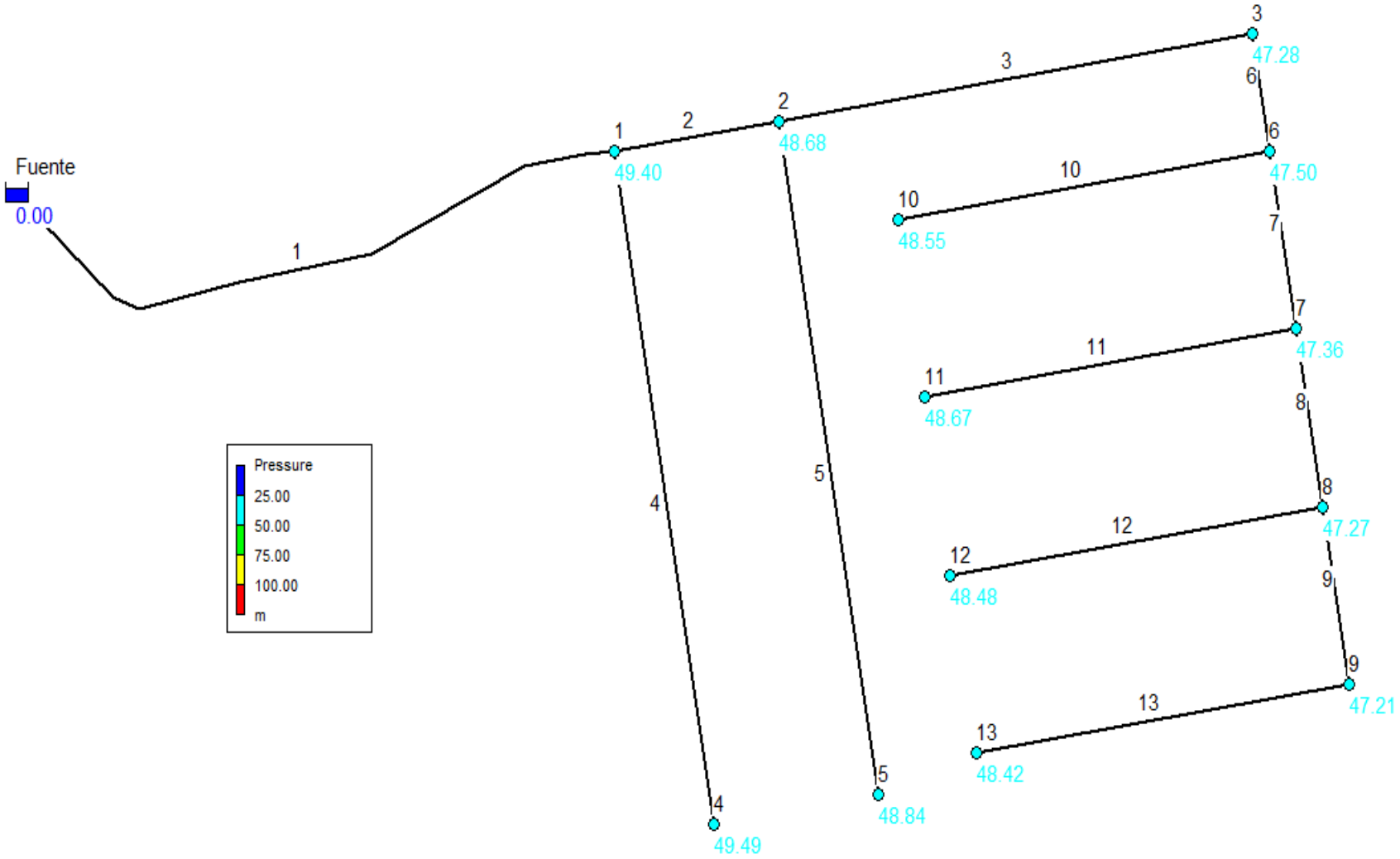
- **Consumo Cero**
  - **Caudal**



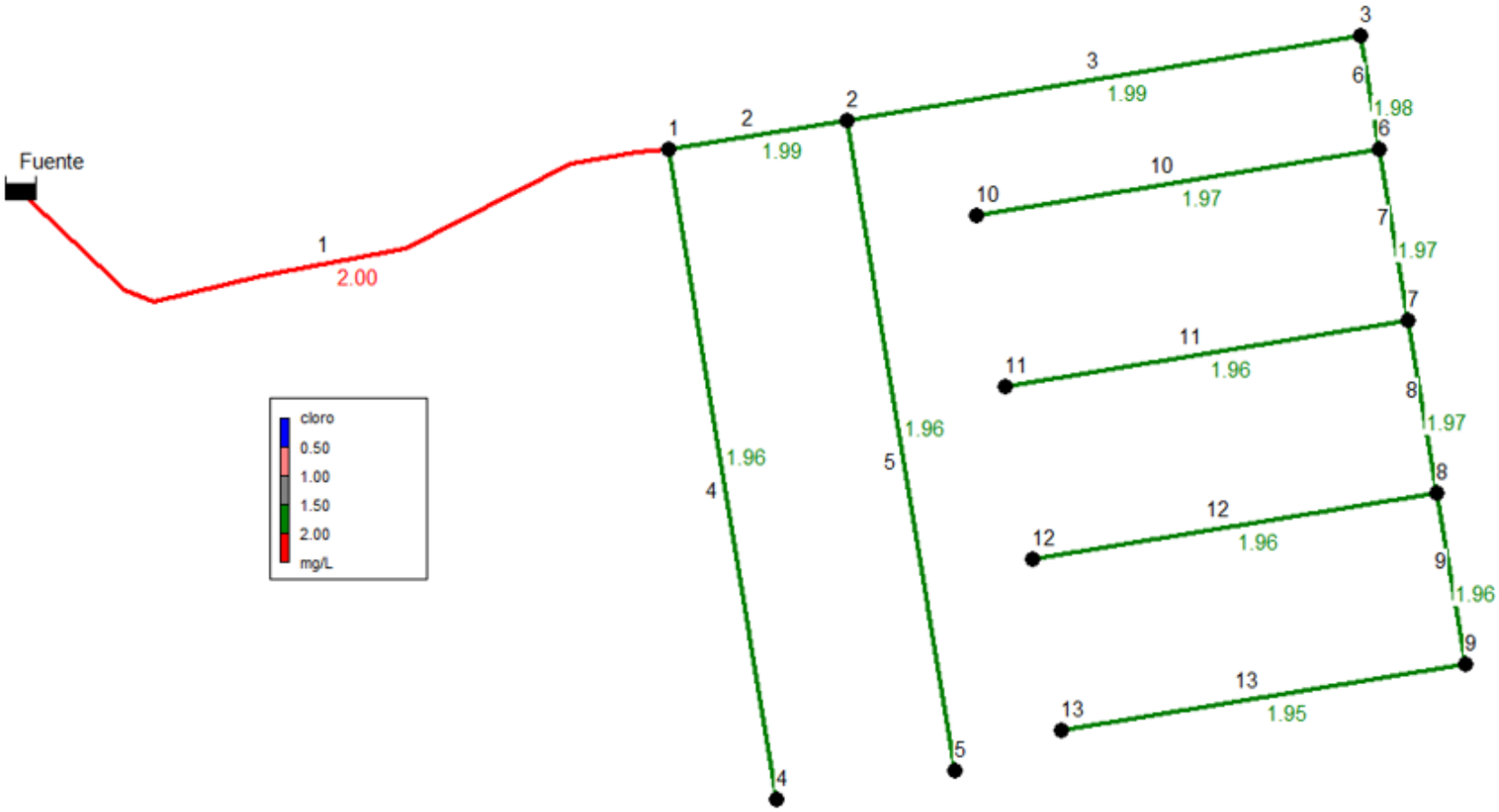
- **Velocidad**


Fuente
1
0.00
1
2
0.00
2
3
0.00
3
6
0.00
6
10
0.00
10
7
0.00
7
11
0.00
11
8
0.00
8
12
0.00
12
9
0.00
9
13
0.00
13
4
0.00
4
5
0.00
5
Velocity
0.01
0.10
1.00
2.00
m/s

- **Presión**

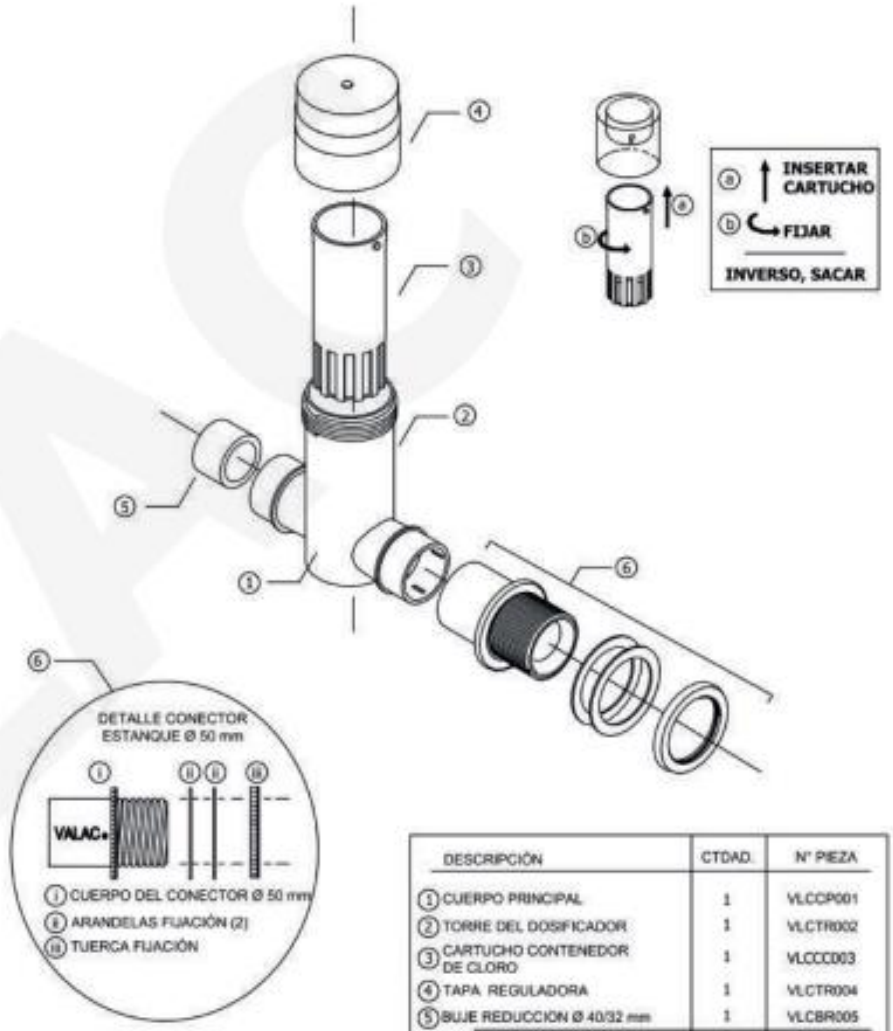

Fuente
0.00
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
49.40
48.68
47.28
47.50
48.55
47.36
48.67
47.27
48.48
47.21
48.42
48.84
49.49
Pressure
25.00
50.00
75.00
100.00
m

➢ **Cloro residual**



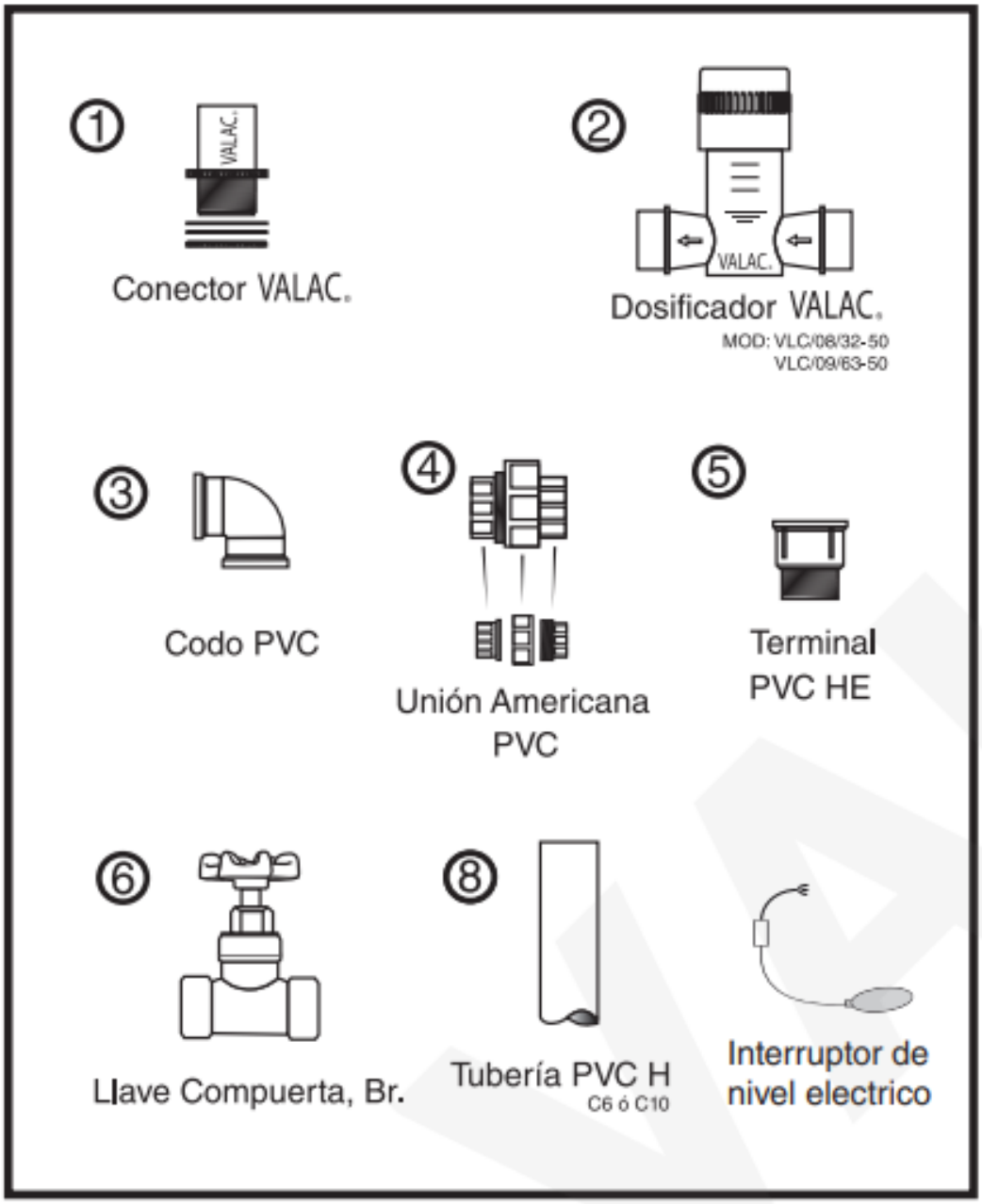
VALAC®

DOSIFICADORES POR CONTACTO
MOD. VLC/08/32-50



DESCRIPCIÓN	CTDAD.	N° PIEZA
(1) CUERPO PRINCIPAL	1	VLCCP001
(2) TORRE DEL DOSIFICADOR	1	VLCTR002
(3) CARTUCHO CONTENEDOR DE CLORO	1	VLCCC003
(4) TAPA REGULADORA	1	VLCTR004
(5) BUJE REDUCCION Ø 40/32 mm	1	VLCBR005
(6) CONECTOR ESTANQUE Ø 50 mm (Opcional, suministro separado)	1	VLCCE006

6.2 Accesorios necesarios para instalación tipo. Dosificadores **VALAC®** MOD: VLC/08 y VLC/09.



Anexo II Memoria de cálculo

DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE

Datos	Símbolo	Resultado	Observaciones
Nombre del Proyecto		Urbanización San Juan	
Localización		Rivas, San Juan del Sur	
Ciudad		San Juan del Sur	
Tipo de Sistema		Fuente – Red directa	Fuente: red publica
No. De viviendas	No. Viv	112.00	
Total Viviendas	No. Viv	**112.00**	
Hacinamiento (Hab/Vivienda):	Hab/viv	6.00	Índice habitacional propuesto
Población Futura VE (Hab.)	Pfut	672.00	
Población Futura Total (Hab.)	PfutT	**672.00**	
Dotación seleccionada (Lppd):	Dot.	**300**	Zonas de densidad intermedia. Tabla 2-1 NTON 09 007-19. zona de turismo
Consumo Doméstico CR (lps)	Cdom	2.33	
Consumo Doméstico Total (lps)	CdomT	**2.33**	
Consumo Institucional		0.16	Consumos especiales proyectados para VE, MNIII y P
Consumo Comercial		0.16	
Consumo promedio diario total (lps)	CPDt	2.66	
Pérdidas (15 % CPDt) (lps)	Perd	0.40	Se asume un 15%
Consumo Máximo Día (1.5CPDt + P) (lps)	CMD	**4.39**	Se adopta 1.5, tb: 16 hrs
Consumo Máxima Hora (2.5CPDt + P) (lps)	CMH	**7.05**	Se adopta 2.5

DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE - LINEA DE IMPULSION				
Datos	**Símbolo**	**Resultado**	**Unidades**	**Observaciones**
No. viviendas		112.00	Viv	
Hacinamiento (Hab/vivienda):		6.00	Hab/viv	
Población total (Hab.):		**672.00**	Hab	
Dotación seleccionada (Lppd):		300	lppd	
Caudales				
Consumo promedio diario total	CPDt	2.66	lps	
Consumo de máximo día	CMD	4.39	lps	Se adopta 1.5, tb: 16 hrs
Consumo de máxima hora	CMH	7.05	lps	
Línea de conducción saliendo de la red publica				
Caudal de bombeo	Qbombeo	4.52	lps	
		71.68	gpm	
Longitud	L	214.33	m	Dato Mem Calculo
Tubería de PVD	C	150.00		
Pre dimensionamiento				
Calculo del diámetro	D	0.10	m	
		4.00	pulg	
Diámetro seleccionado	Dselec	**4.00**	pulg	

Gestion ante ENACAL

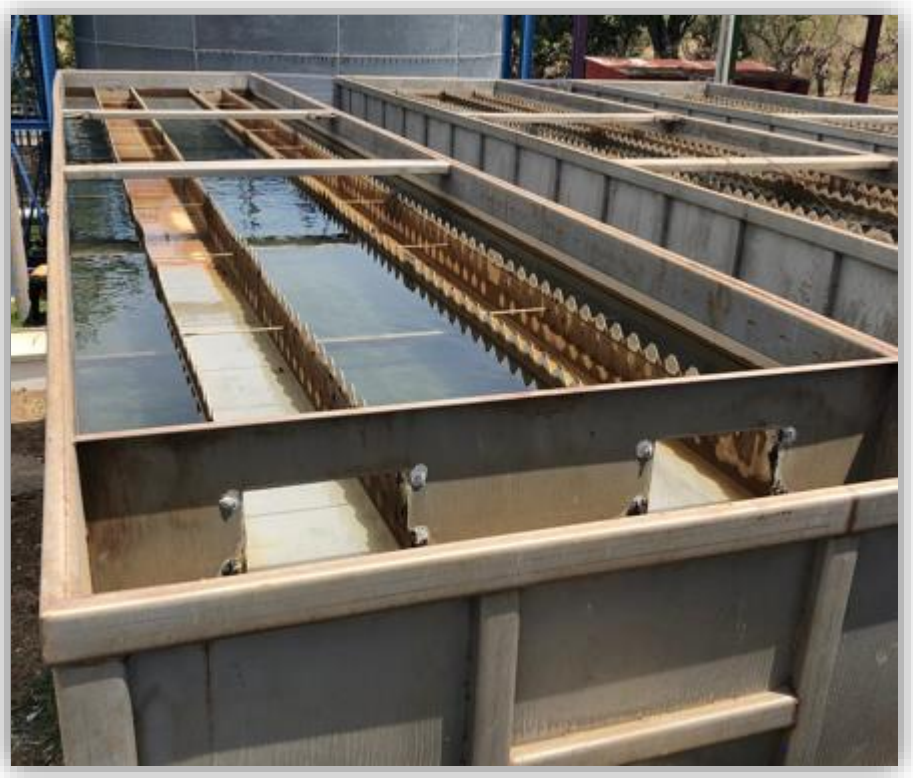
Anexo III Fuente de abastecimiento San Juan del Sur

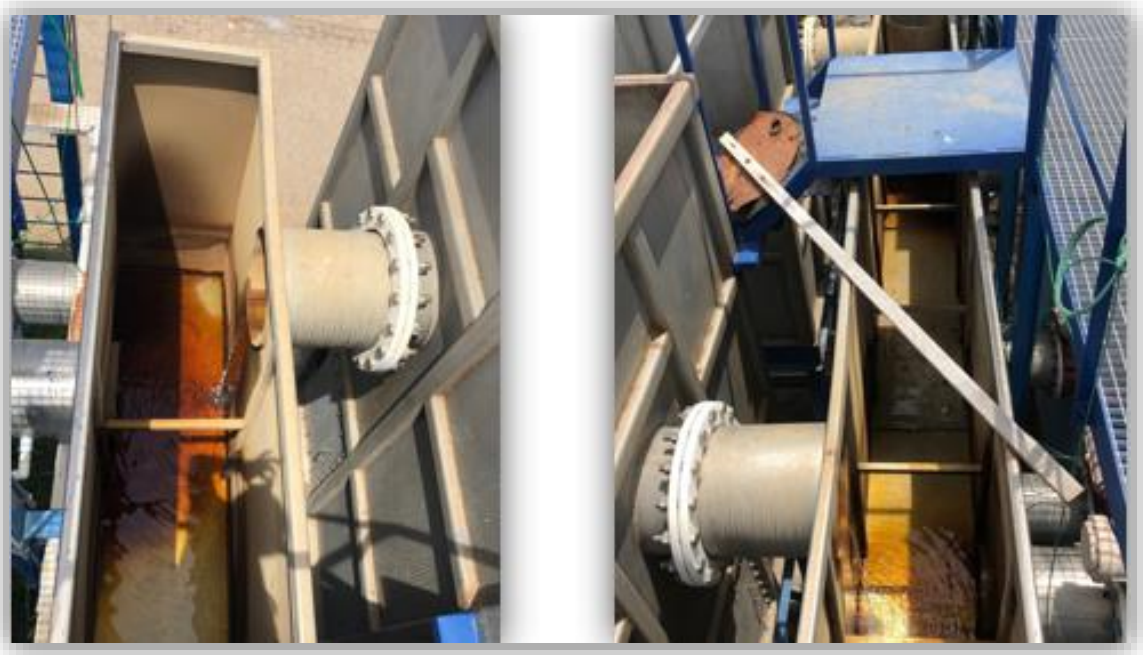
Captacion de agua directo del lago cocibolca, playa la Virgen. San Juan del Sur.

Cárcamo de bombeo

Tanques de filtración y decantador

Filtros parte superior





Tanque de almacenamiento de agua potable en San Juan del Sur. Capacidad 640,422 glns.