



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

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

TEMA:

**“OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
DEL BARRIO MOLLEPAMBA, PARROQUIA SAQUISILÍ, CANTÓN
SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI”**

AUTOR: Kevin Alejandro Moreno Remache

TUTOR: Ing. Lourdes Gabriela Peñafiel Valla, Mg.

AMBATO – ECUADOR

Septiembre – 2023

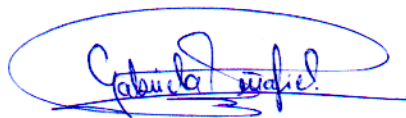
APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutora del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **“OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO MOLLEPAMBA, PARROQUIA SAQUISILÍ, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI”**, elaborado por el Sr. Kevin Alejandro Moreno Remache, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 0503994105, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente proyecto es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, septiembre 2023



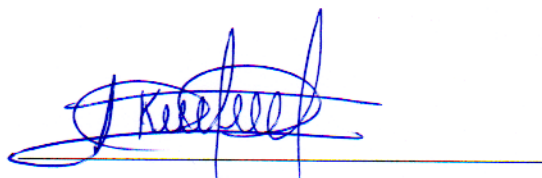
Ing. Lourdes Gabriela Peñafile Valla, Mg.

TUTORA

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Kevin Alejandro Moreno Remache**, con C.I. 0503994105, declaro que todos los contenidos y actividades expuestos en el desarrollo del presente Proyecto Técnico con el tema: **“OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO MOLLEPAMBA, PARROQUIA SAQUISILÍ, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI”**, así como también los análisis estadísticos, criterios, tablas, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, septiembre 2023



Kevin Alejandro Moreno Remache

C.I. 0503994105

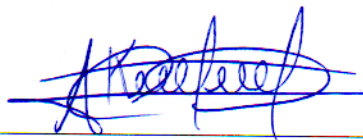
AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor

Ambato, septiembre 2023



Kevin Alejandro Moreno Remache

C.I. 0503994105

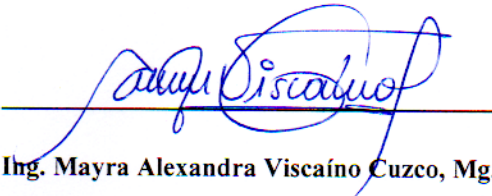
AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Kevin Alejandro Moreno Remache de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO MOLLEPAMBA, PARROQUIA SAQUISILÍ, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI”**.

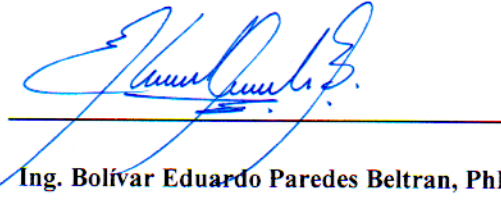
Ambato, septiembre 2023

Para constancia firman:



Ing. Mayra Alexandra Viscaíno Cuzco, Mg.

MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Bolívar Eduardo Paredes Beltrán, PhD.

MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis padres, Mario y Dolores, quienes han sido mi más grande motivación y mi motor para seguir este largo camino, por demostrarme que cuento con ellos incondicionalmente en cualquier circunstancia.

A mis hermanos y hermanas, Cristian, Diego, Katherine y Andrea, por siempre darme un ejemplo de superación y demostrarme que cualquier problema o adversidad que se presente se la puede superar con trabajo duro y constancia.

A mis perritos, que siempre me han hecho compañía y me han dado la motivación para no rendirme.

A mis amigos que me han acompañado en el transcurso de toda mi carrera.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme salud y vida, además de proteger y bendecir a mi familia quienes son lo más importante en mi vida.

Quiero agradecer a mis padres, por cuidarme desde pequeño, apoyarme en todo lo que he querido realizar en el transcurso de mi vida sea deportivamente o en mis estudios, por enseñarme lo bueno y malo de la vida, también me enseñaron a valorar las cosas así sean las más lujosas o humildes, además del inmenso amor que me supieron demostrar, por el sacrificio que hicieron para que yo pudiera estar aquí.

También agradezco a mis hermanos, Cristian, Diego, Katherine y Andrea, que siempre me apoyaron en mis estudios, siempre supieron cómo explicarme algo que no entendía, por demostrarme que cualquier cosa se puede realizar con esfuerzo y dedicación, también por las veces que me apoyaron económicamente cuando lo necesité.

A mis sobrinos, Damián, Julián, Cristal, Martin y Emma, por darme la motivación para salir adelante, por enseñarme lo que se siente tener a personas a las que siempre voy a querer cuidar.

A la Universidad Técnica de Ambato, a la Carrera de Ingeniería Civil, y a todos mis docentes que supieron aportar muchos conocimientos que han ayudado en mi formación profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

A. PÁGNAS PRELIMINARES

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	xiv
RESUMEN EJECUTIVO.....	xv
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Antecedentes Investigativos.....	1
1.2 Justificación.....	7
1.3 Objetivos.....	8
1.3.1 Objetivo General.....	8
1.3.2 Objetivos Específicos.....	8
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....	9
2.1 Materiales	9
2.1.1 Equipos.....	9
2.1.2 Programas de aplicación	11
2.2 Métodos	12
2.2.1 Fase 1: Preliminar.....	12

2.2.2	Fase 2: Evaluación del Sistema de Distribución de Agua Potable existente	13
2.2.3	Fase 3: Diagnóstico del sistema de distribución de agua potable existente	21
2.2.4	Fase 4: Propuesta de mejoramiento del sistema de distribución	22
2.2.5	Fase 5: Técnica	28
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN		29
3.1	Fase 1: Preliminar	29
3.1.1	Ubicación geográfica del proyecto	29
3.1.2	Información topográfica de la zona del proyecto	30
3.1.3	Muestreo poblacional	32
3.1.4	Información general del sistema de distribución existente	33
3.2	Fase 2: Evaluación del Sistema de Distribución de Agua Potable existente.	36
3.2.1	Evaluación física	36
3.2.2	Evaluación hidráulica	37
3.2.3	Evaluación de la eficiencia del tratamiento del agua	52
3.2.4	Evaluación de prácticas administrativas de la JABM	55
3.3	Fase 3: Diagnóstico del sistema existente	56
3.3.1	Deficiencias encontradas en el SDAP existente	56
3.3.2	Cuadro de análisis de los problemas identificados y sus posibles causas	59
3.4	Fase 4: Propuesta de rediseño del sistema de agua potable	60
3.4.1	Parámetros de diseño	60
3.4.2	Diseño de las redes de distribución	67
3.5	Fase 5: Técnica	82
3.5.1	Planos	82

3.5.2	Análisis de Precios Unitarios (APUS)	82
3.5.3	Presupuesto referencial	82
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		84
4.1	Conclusiones	84
4.2	Recomendaciones.....	85
BIBLIOGRAFÍA.....		86
ANEXOS		89
6.1	Anexo 1: Registro fotográfico.....	89
6.2	Anexo 2: Formato de la encuesta socioeconómica y de la calidad del servicio de agua potable.....	92
6.3	Anexo 3: Análisis e interpretación de los resultados de la encuesta socioeconómica	93
6.4	Anexo 4: Análisis e interpretación de los resultados de la encuesta sobre la calidad del servicio existente	95
6.5	Anexo 5: Registro las presiones en las acometidas en donde se encuentran los puntos más críticos y en varios lugares intermedios.	108
6.6	Anexo 6: Registro de tuberías catastradas del SDAP existente	109
6.7	Anexo 7: Análisis del agua.....	109
6.8	Anexo 8: Análisis de Precios Unitarios	111
6.9	Anexo 9: Planos	124

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Materiales	9
Tabla 2: Equipos.....	9
Tabla 3: Programas de aplicación	11
Tabla 4: Obtención de la curva y coeficientes de variación de consumo horario	14
Tabla 5: Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio	18
Tabla 6: Vida útil sugerida para los elementos de un sistema de agua potable.....	22
Tabla 7: Georreferenciación de los puntos de control	31
Tabla 8: Predios registrados en la zona de proyecto	33
Tabla 9: Longitud de Tubería	34
Tabla 10: Registro de presiones en acometidas.....	38
Tabla 11: Registro de volúmenes de consumo	39
Tabla 12: Oferta y demanda de caudales	41
Tabla 13: Población flotante del sistema	42
Tabla 14: Cálculo de las demandas base por nudo de la Red.....	44
Tabla 15: Análisis estático de velocidades de la red existente	46
Tabla 16: Análisis estático de presiones de la red existente	48
Tabla 17: Análisis dinámico de velocidades de la red existente	50
Tabla 18: Análisis dinámico de presiones de la red existente	52
Tabla 19: Parámetros, métodos y norma utilizada en el análisis del agua.....	53
Tabla 20: Análisis de potabilidad del agua muestra 1	54
Tabla 21: Análisis de potabilidad del agua muestra 2	54
Tabla 22: Análisis de potabilidad del agua muestra 3	55
Tabla 23: Análisis de problemas encontrados en el sistema existente.....	59
Tabla 24: Proyección de la población cantonal al 2030	61
Tabla 25: Tasa de crecimiento poblacional – Método Aritmético	62
Tabla 26: Tasa de crecimiento poblacional – Método Geométrico	63

Tabla 27: Tasa de crecimiento poblacional – Método Exponencial	64
Tabla 28: Tasas de crecimiento poblacional para tres distintos métodos (aritmético, geométrico y exponencial).....	65
Tabla 29: Cálculo de la población actual.....	65
Tabla 30: Demanda base del sistema de distribución	67
Tabla 31: : Volumen disponible vs Volumen requerido.....	68
Tabla 32: Resultados del análisis estático de los nudos.....	72
Tabla 33: Resultados del análisis estático de las tuberías.....	74
Tabla 34: Coeficientes de variación horaria para pequeñas comunidades	75
Tabla 35: Análisis dinámico de las presiones en los nudos a las 9 A.M.	77
Tabla 36: Análisis dinámico de las tuberías a las 9 A.M.....	79
Tabla 37: Presupuesto Referencial.....	83

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Patrón de variación de consumo horario.....	40
Gráfico 2: Curva y coeficientes de variación de consumo horario	40
Gráfico 3: Tendencia Poblacional – Método Aritmético.....	62
Gráfico 4: Tendencia Poblacional – Método Geométrico	63
Gráfico 5: Tendencia Poblacional – Método Geométrico	65
Gráfico 6: Curva de consumo típico de pequeñas comunidades.....	75

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Mapa político del cantón Saquisilí	29
Imagen 2: Ortofoto del área del proyecto y los puntos de control	31
Imagen 3: Curvas de nivel de la superficie del proyecto	31
Imagen 4: Catastro del sistema existente	34
Imagen 5: Evaluación de velocidades de la red existente en modo estático	45
Imagen 6: Evaluación de presiones de la red existente en modo estático	47
Imagen 7: Evaluación de velocidades de la red existente en modo dinámico.....	49
Imagen 8: Evaluación de presiones de la red existente en modo dinámico.....	51
Imagen 9: Limpieza periódica de los tanques reservorios	56
Imagen 10: Sobrepresiones.....	57
Imagen 11: Fugas provocadas por sobre presiones	58
Imagen 12: Deterioro de componentes de la red	58
Imagen 13: Micromedidores.....	59
Imagen 14: Área de expansión	60
Imagen 15: Dimensionamiento de la Red.....	69
Imagen 16: Gráfico de control de presiones a las 12 pm (hora pico)	70
Imagen 17: Análisis estático de presiones del sistema	71
Imagen 18: Análisis estático de velocidades	73
Imagen 19: Análisis dinámico de presiones de la Red a las 9 A.M	76
Imagen 20: Análisis dinámico de velocidades de la Red las 9 A.M	78

RESUMEN EJECUTIVO

En la actualidad el Barrio Mollepamba, del cantón Saquisilí, cuenta con un sistema de distribución a gravedad el cual no está funcionando correctamente, debido a que está pronto a cumplir su vida útil de 25 años, lo que ha traído fallas de sobrepresiones en las tuberías debido a que no cuentan con válvulas reguladoras de presión y deterioro en el tanque de distribución.

Se partió realizando un levantamiento topográfico de todo el Barrio, con ayuda de un Dron y RTK, aplicando la técnica de fotogrametría. Se realizó visitas al lugar para evaluar en qué condiciones se encontraba el terreno, el tanque de reserva y las tuberías que conducen el agua. Se modeló el sistema de distribución con ayuda de un software de simulación hidráulica, en estado estático y dinámico, para lo cual se identificó que existen deficiencias, por lo que se determinó que sería necesario proponer una optimización en el diseño existente.

El sistema de distribución de agua potable está compuesto por una longitud de 4.33 km de tuberías, las cuales están distribuidas por todo el Barrio, el sector cuenta con un área de 50 ha de terreno, su diseño hidráulico fue realizado bajo los escenarios estático y dinámico, partiendo de parámetros de diseño acordes a la normativa nacional. El proyecto incluye matrices de evaluación, memoria de cálculo, planos de la red, y la implementación de válvulas reductoras; además de un análisis técnico-económico en el que se presenta un presupuesto referencial y especificaciones técnicas.

Palabras Claves: Sistema de distribución, agua potable, topografía, optimización, memoria de cálculo y presupuesto referencial.

ABSTRACT

At present, the Mollepamba neighborhood, in the Saquisilí canton, has a gravity distribution system which is not working correctly, because it is about to reach its useful life of 25 years, which has brought overpressure failures in the pipes due to the fact that they do not have pressure regulating valves and deterioration in the distribution tank.

It started with a topographic survey of the entire neighborhood, with the help of a drone and RTK, applying the photogrammetry technique. Site visits were made to assess the conditions of the land, the reserve tank and the pipes that carry the water. The distribution system was modeled with the help of simulation software (EPANET) in a static and dynamic state, for which it was identified that there are deficiencies, for which it was determined that it would be necessary to propose an optimization in the existing design.

The drinking water distribution system is made up of a length of 4.33 km of pipes, which are distributed throughout the neighborhood, the sector has an area of 50 ha of land, its hydraulic design was carried out under static and dynamic scenarios, based on design parameters in accordance with national regulations. The project includes evaluation matrices, calculation memory, network plans, and the implementation of reducing valves; in addition to a technical-economic analysis in which a referential budget and technical specifications are presented.

Key words: Distribution system, drinking water, topography, optimization, calculation memory and referential budget.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

Desde los primeros asentamientos, el hombre ha intentado permanecer cerca del agua, lo cual es indispensable para la vida y, por ello, no podía establecerse lejos de una fuente, un manantial, un lago, un arroyo o un río que satisficiera sus necesidades básicas.

El servicio de abastecimiento de agua potable es la captación de agua bruta, potabilización, almacenamiento y distribución. Se considerarán instalaciones de abastecimiento, aquellas que, se encuentran en uso permanente en la prestación del servicio de abastecimiento, respondiendo a alguno de los tipos que se relacionan a continuación: Captaciones, estaciones de tratamiento de agua potable, depósitos de almacenamiento, estaciones de bombeo, red de distribución, acometidas de abastecimiento. Luego deben realizarse las instalaciones interiores de los edificios, su instalación será con cargo al propietario y sus características se fijarán de acuerdo con la presión del agua, caudal contratado, consumo previsible, situación del local y servicios que comprenda, de acuerdo con las normas básicas de aplicación para instalaciones interiores de suministro de agua [1].

Para que el agua pueda ser consumida sin ninguna restricción por el ser humano debe estar en su estado óptimo, por lo cual, su evaluación y verificación tiene como finalidad lograr que el agua potable suministrada cumpla con las disposiciones normativas. Para comprobar la calidad del agua potable a suministrar se deben cumplir los siguientes parámetros de control y características:

Las características Físicas, son perceptibles por los sentidos, y tienen suceso inmediato sobre las circunstancias lucidas y aceptabilidad del agua. Las características Químicas, identifican combinados artificiales licuados en el agua que pueden ser beneficiosos o dañinos de acuerdo a su grado de contaminación, estos pueden ser de origen natural o industrial. Las características Biológicas, deben garantizar la cantidad de microbios que va escoltando las características físicas y químicas del agua, debido a que cuando el agua tiene temperaturas normales y elementos orgánicos, estos se transforman [2].

En un análisis de costo/beneficio la OMS, se encontró que, reducir las enfermedades relacionadas con el agua y saneamiento, produce beneficios económicos sustanciales,

y se estimó que, por cada dólar invertido se produciría un rendimiento económico de entre \$3 y \$34 dólares, dependiendo de la región y varía dependiendo del tipo de tecnología aplicada. Sin embargo, el manejo de los recursos hídricos enfrenta, entre otras, las limitantes siguientes [3]:

La naturaleza misma del recurso, que en muchos casos es considerado como un derecho por el cual no se debe pagar, aunque lo que se cobra en realidad es el servicio.

Instituciones débiles, politizadas, con poca autonomía, baja capacidad técnica y financiera, y con funciones y acciones duplicadas.

Falta de compromiso de los actores principales en la provisión de los servicios.

Respecto a lo anterior, se ha afirmado que la falta de financiamiento es el problema más importante que debe resolverse, pero, si ello es una condición necesaria para el mejoramiento del servicio, no es suficiente. También es importante contar con políticas públicas e instituciones adecuadas que permitan una gestión integral del recurso hídrico.[3]

En las líneas de conducción y distribución se tiene una caja de captación que tiene como fin recolectar el agua necesaria para luego trasladarla al tanque de distribución. Su objetivo principal es dotar al tanque de almacenamiento de flujo de agua previsto durante todo el año. El tipo de obra que se puede emplear, depende de las fuentes que pueden ser: Manantial de ladera, manantial con fondo concentrado, manantial de fondo difuso, galerías de infiltración, pozos excavados, pozos perforados, aguas superficiales, pasos aéreos, se utilizan para superar obstáculos naturales como barrancos, ríos, quebradas, entre otros.

Con esto los pobladores tendrán la oportunidad de satisfacer las necesidades en cuanto a los servicios básicos relacionados con el agua potable, para lo cual se recomienda que se mantenga reforestado el nacimiento de la fuente de agua. Así como, mantener el área aislada con una malla, para evitar que personas y animales ingresen y produzcan contaminación, así se tendrá un sistema confiable, seguro y libre de posibles contaminantes, contribuyendo a mejorar la calidad de vida [4].

Las fugas de agua potable en las redes de distribución producen desperdicio de agua, reducen la eficiencia de las redes y generan una pérdida económica a los organismos

operadores del sistema de distribución de este tipo de líquido. La detección de fugas en una red de tuberías es complicada, ya que en su mayoría no se encuentran visibles. Para reducirlas es necesario contar con procedimientos e instrumentos especiales para localizarlas y eliminarlas [5].

Una fuga es una salida de agua no controlada en cualquiera de los componentes del sistema de distribución de agua potable; con mayor frecuencia ocurren en uniones de tuberías, codos, roturas de conductos y válvulas y que, por lo tanto, no es aprovechada para ningún uso. Dependiendo de su magnitud, se puede medir en litros por segundo (l/s) o en litros por minuto (l/min) [5].

En los sistemas de conducción de agua a presión es común que se presenten fugas de este líquido. La pérdida admisible por fugas es la cantidad máxima de agua que es aceptable perder por fugas; esto es, el volumen de agua perdida cuyo costo resulta menor que el costo de eliminar las fugas. En términos generales, una pérdida admisible se encuentra entre 15% y 20% de volumen producido [5].

En el artículo científico publicado por Smirnov Vitaly, Pomogaeva Valentina y Shlychkov Dmitriy, se expresa que, Cuando los sistemas departamentales de abastecimiento de agua fueron entregados a manos municipales y privadas sin proporcionar los recursos materiales, técnicos, monetarios e instalaciones de producción, hubo un deterioro en el nivel de operación técnica de suministros de las redes. La situación se ve agravada por el hecho de que la mayoría de las líneas de suministro de agua fueron construidos con métodos económicos sin cumplir con las reglas y normas para un buen funcionamiento [6].

Por lo tanto, es necesario no solo reanimar el sector que colapsa rápidamente, sino también cambiar la afiliación organizacional y legal, ya que el esquema de abastecimiento de agua existente continúa desmoronándose. Al mejorar los sistemas de abastecimiento de agua de pequeños asentamientos, que utilizan fuentes subterráneas o superficiales, se presenta una solución integral de dos problemas principales: Primero, la mejora de la calidad del agua potable mediante la construcción de una depuradora. Segundo la optimización de todo el sistema de plomería para aumentar su estabilidad hidráulica, confiabilidad y eficiencia [6].

Un enfoque integrado viene dictado por el hecho de que mejorar la calidad de la bebida es posible con la construcción de una planta de tratamiento de agua centralizada o múltiples estaciones locales en cada pozo, lo que es técnica y económicamente impráctico, y a veces casi imposible. En el primer caso, existe la necesidad de una reconstrucción radical de la red de suministro en las condiciones del sector de la construcción existente, la eliminación de la mayoría de pozos existentes y la construcción de una toma de agua centralizada. En el segundo caso, es la construcción de estaciones de tratamiento de aguas con múltiples tanques y estaciones de bombeo [6].

El análisis y modelación en la actualidad están constituyendo una herramienta confiable y eficaz en la toma de decisiones, además de la creación de diferentes escenarios que promuevan en forma conjunta una mejora en el rendimiento, confiabilidad del diseño y eficacia en el suministro de agua potable. Estos modelos son capaces de determinar la velocidad de los flujos, pérdidas unitarias y presiones a lo largo de toda una red para diferentes escenarios de simulación, tales como la variación de los niveles de agua en los depósitos o tanques reservorios, condiciones de las conducciones, esqueletizaciones o ramificaciones de la red, entre otras, y esto lo ejecuta resolviendo interna y simultáneamente ecuaciones de conservación de masa para cada nodo y relacionando la pérdida de carga para cada tubería en la red [7].

Los modelos de redes de suministro de agua se construyen en función de 2 elementos importantes que son las líneas y los nodos, donde cada línea representa las tuberías del sistema de abastecimiento que estarán interconectadas con los nudos, y cada nudo representa los puntos de consumo de la red. Los nudos de consumo pueden ser de 2 tipos, independientes de la presión (función del volumen) y los que son dependientes de la presión, es decir aquellos donde el suministro de agua depende de la presión hidráulica disponible, por esta razón para obtener resultados más confiables los modelos hidráulicos deben incluir fugas que indudablemente se generan a lo largo de la red de abastecimiento. EPANET es una de las herramientas más utilizadas para la simulación de redes de abastecimiento de agua, este permite al usuario llevar a cabo simulaciones tanto en estado estacionario como en estado dinámico con el fin de evaluar el comportamiento hidráulico del sistema y la calidad del agua a lo largo de un período de tiempo en una red de suministro a presión [7].

La calidad de agua se determina por la presencia y cantidad de contaminantes, mediante análisis de laboratorio, permitiendo conocer si es o no apta para el consumo humano y qué clase de características químicas, físicas y microbiológicas posee.

Las características físicas son las que más impresionan al consumidor, sin embargo, tienen menor importancia desde el punto de vista sanitario. Entre las principales tenemos: turbiedad, color, sólidos totales disueltos y conductividad. El agua en su estado natural siempre tiene sustancias extrañas y en proporciones variables tanto en solución, como en suspensión, mismas que modifican las propiedades del agua, esta puede presentarse con: Nitritos y nitratos, alcalinidad, cloruros, sulfatos, fosfatos, potencial Hidrógeno, dureza. Desde el punto de vista sanitario las condiciones microbiológicas de agua son las más importantes y tiene por finalidad obtener información exacta para concluir si son o no factibles de ser potabilizadas [8].

Cruz R, en su proyecto indica que, los varios fines para los que se usa el agua se pueden clasificar como: Doméstico, comercial e industrial, público. Además, en cada sistema se tiene “agua de reserva” que incluye fugas y desperdicios que se puedan tener en conexión con todas las otras clases de usos.

El consumo doméstico incluye el agua utilizada en las residencias par afines hogareños, así como la utilizada para jardines, árboles y flores. El uso hogareño por así decirlo, se ha establecido de 75 a 190 litros diarios. El uso de riego ha aumentado con los cambios a las zonas suburbanas; este puede ser muy elevado. Si una manguera de jardín descarga 18.92 litros por minuto y el regado es continuo por una hora, el uso es de 1135 litros diarios, comparando con, quizás, 567 litros por día para otros usos domésticos, exceptuando el aire acondicionado. Afortunadamente, no todos riegan al mismo tiempo. También en el uso comercial e industrial ha habido cambios, principalmente en el primero. La mayoría de las industrias, a menos que se agranden o que modifiquen sus procesos, son consumidores de agua relativamente constantes año con año [9].

También es importante aportar financieramente al departamento de agua. Por lo tanto, cualquier plan para agrandar un abastecimiento de agua deberá incluir un estudio de las industrias que usan aguas para determinar el volumen necesario y las características de tiempo – demanda. En la mayoría de los lugares, los usos públicos del agua, para

fines como lavado de calles y protección contra incendios, representan tan sólo alrededor del 10% del uso del agua total. Sin embargo, en donde se tengan áreas de recreo que necesiten riego o en donde las albercas públicas se llenen con frecuencia, el uso público llegará a hacer hasta el 25%, en donde los parques y albercas estén en operación, las necesidades pueden medirse en una comunidad que esté disfrutando de abastecimiento de agua por primera vez, no es probable que los parques sean algún problema, aunque las albercas sí. El uso de agua en una alberca depende si su agua se elimine o se recircule. La demanda de agua de la primera será grande y para la última ligera. A menudo, el ingeniero puede prever las posibilidades de este uso [9].

El 76% de la población ecuatoriana tiene acceso al Agua Potable según datos oficiales del año 2013 por lo tanto es importante que el gobierno de turno dé prioridad al abastecimiento de este servicio en todos los sectores del Ecuador.

Las consideraciones a tomar para realizar un sistema de distribución de agua potable son las que indicamos a continuación: La tubería de la red debe formar mallas impidiendo que estas tengan ramales abiertos. Los diámetros a utilizar para el diseño deben ser los comerciales que sean similares a los diámetros calculados hidráulicamente. En el caso de que se deba ubicar hidrantes o bocas de fuego el diámetro a utilizar será el que se asemeje al accesorio utilizado. Los perímetros de los circuitos de la malla deberán tener de 500 y 2000m. Si las vías tienen un ancho mayor a 20m y varias calzadas se realizará dos ramales uno similar a los cálculos hidráulicos y otro con un diámetro igual al de las tuberías secundarias [10].

Entre los métodos de cálculo para la malla principal serán cualquiera de los métodos ya establecidos y si ese realiza con un método nuevo se deberá enviar una memoria de cálculo. Los parámetros para velocidades dentro de las tuberías deben tener un límite de 1.5m/s. Y el error de cierre en los circuitos máximo de 0.5m. Los índices de crecimiento poblacional y vida útil deberán estar de acuerdo a la norma. Seguir una trayectoria de hacia dónde está creciendo la comunidad. Analizar el nivel socioeconómico de la población en la que se va hacer la investigación y adoptar la dotación diaria por habitante y por día. Proveer la presión de agua adecuada [10].

1.2 Justificación

El cantón Saquisilí está conformado de una parroquia urbana (Saquisilí), y 3 parroquias rurales (Canchagua, Chantilín, Cochapamba). La junta parroquial de Mollepamba cuenta con su propio sistema de distribución de agua potable la cual abastece a un aproximado de 800 personas. En su inicio el sistema de abastecimiento no contaba con tubería PVC, el agua solamente era distribuida con ayuda de mangueras. En la actualidad el sistema ya cuenta con tubería PVC y tiene 25 años de uso lo que quiere decir que ha cumplido su periodo de funcionamiento el cual fue diseñado para 25 años. El sistema de abastecimiento de agua ha ido presentando deterioro a lo largo de su vida útil, por el deficiente mantenimiento y la falta de tratamiento del agua que es destinada para el consumo, además de presentar fugas y filtraciones en varios tramos de tubería ocasionando que se pierda la presión necesaria para un correcto funcionamiento.

Uno de los componentes importantes que requieren los asentamientos poblacionales es la infraestructura, estos comprenden de la dotación de agua, alcantarillado, energía eléctrica, recolección de basura y telefonía. Siendo estos elementos los que determinan en cierta medida la condición de vida de la población y el desarrollo de los centros poblados, por lo tanto, su calidad y cobertura es muy importante, y determina su estudio para un posterior diseño de los elementos que dentro de este sistema se consideren necesarios.

Este proyecto pretende satisfacer las necesidades que presentan los pobladores del sector en referencia a mejorar la calidad de vida y optimización del agua potable. En correspondencia con la visión del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial para el cantón Saquisilí, se plantean entre los lineamientos de política pública. Promover asentamientos humanos con acceso sostenible y estándares de calidad a servicios públicos: agua potable, alcantarillado y gestión integral de residuos. De esta forma, se intentará reducir la propagación de enfermedades relacionales con la falta de saneamiento, además de la desnutrición crónica la cual se debe, principalmente, a la falta de nutrientes como la vitamina A, ácido fólico, yodo, proteínas o hierro; pero también inciden otros factores, como por ejemplo la falta de acceso al agua potable;

esto provoca diarreas constantes que impiden una asimilación correcta de los nutrientes, dificultando todavía más la nutrición de los niños y niñas [11].

La optimización del sistema, las necesidades del sector con respecto a la calidad del agua, se resolverán en diferentes fases. La primera, se enfocará en la recolección de información del sector y de la población. En la segunda fase se evaluarán las condiciones físicas e hidráulicas de los componentes del sistema. Para la tercera fase se realizará un diagnóstico del sistema existente en donde se evidenciarán los problemas en el sistema de distribución y sus posibles causas. Posteriormente en la cuarta fase se realizará una propuesta de rediseño que mejore el suministro de agua con proyección a largo plazo. Y como quinta fase, se tratará la parte técnica en donde se elaboran los planos, y presupuesto del proyecto.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Mejorar y optimizar el sistema de distribución de agua potable del barrio Mollepamba, Parroquia Saquisilí, Cantón Saquisilí, provincia de Cotopaxi.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar las condiciones físicas e hidráulicas del sistema actual de distribución de agua potable.
- Estimar los parámetros de diseño necesarios para el desarrollo de la propuesta del sistema de distribución.
- Realizar el cálculo de las propiedades hidráulicas y dimensionamiento de los elementos del sistema de distribución de agua potable, en conformidad con los estándares nacionales.
- Modelar el sistema de distribución de agua potable para la evaluación del funcionamiento óptimo mediante un software de análisis hidráulico.
- Establecer un proyecto técnico-económico para la determinación de la viabilidad de su ejecución

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1 Materiales

Son los materiales necesarios para tomar las muestras de agua para determinar su calidad, mismas que fueron sometidas a pruebas de laboratorio, los cuales son detallados a continuación.

Tabla 1: Materiales

Material	Detalle
Embaces plásticos: Se utilizó embaces para almacenar muestras de agua.	Origen: Laboratorio del GADMIC Saquisilí Material: Plástico Tipo: Cilíndrica Marca: Sin marca
Muestra de agua: Se recogió muestras de agua, para ser analizadas en laboratorios y verificar su calidad.	Origen: Vertiente, Entrada al tanque, salida del tanque. Material: Líquido Tipo: Moldeable Marca: Sin marca

Fuente: El Autor

2.1.1 Equipos

Los equipos que se utilizaron para realizar el proyecto de optimización del sistema de distribución de agua potable del barrio Mollepamba, son equipos técnicos y de oficina, los cuales son detallados a continuación.

Tabla 2: Equipos

Equipo	Detalle
Dron: Realiza levantamientos topográficos mediante la técnica de la fotogrametría, este equipo toma fotografías y graba videos en tiempo real del sector.	Origen: Topógrafo Material: Fibra de vidrio Tipo: Dron Marca: DJI Air 2S
RTK:	Origen: Topógrafo Material: Fibra de vidrio

Se utilizó para obtener con mayor exactitud las coordenadas en las cuales se encuentra ubicado nuestro proyecto este equipo puede proporcionar una precisión centimétrica.	Tipo: RTK Marca: CHCNAV i90
Mando: Utilizado para aprovechar al máximo el vuelo del dron, se lo utilizo para programar y controlar la ruta por la cual el dron volará.	Origen: Topógrafo Material: Fibra de vidrio Tipo: Mando manual Marca: DJI
Trípode: Se pueden regular a la altura de la persona que va a manejar los equipos, se puede trabajar en cualquier tipo de terreno y sirve para estabilizar equipos topográficos.	Origen: Topógrafo Material: Aluminio Tipo: Tripode Marca: Nikon
Laptop: Almacena documentos, realizar planos, obtener información bibliográfica, realizar hojas de cálculo, etc.	Origen: Autor Material: Varios Tipo: Laptop portátil Marca: HP
Celular: Ayudo a realizar fotografías en el transcurso de todo el proyecto.	Origen: Autor Material: Varios Tipo: Celular móvil Marca: Samsung Galaxy A50
Manómetro: Este equipo ayudó en la toma de presiones de los predios que se benefician del servicio de agua potable.	Origen: Autor Material: Plástico, vidrio, metal. Tipo: Manual Marca: GENEBRE

Fuente: El Autor

2.1.2 Programas de aplicación

Tabla 3:Programas de aplicación

Programa	Definición
<p>Microsoft Excel 2019: Es un programa capaz de realizar cualquier cálculo, genera datos, gráficos estadísticos, etc. En este proyecto se lo utilizó para realizar cálculos hidráulicos como velocidades, pendientes, diámetros de tubería, etc.</p>	<p>Origen: Microsoft Material: Virtual Tipo: Programa aplicativo Marca: Microsoft</p>
<p>Microsoft Word 2019: Es un programa en el cual podemos ir escribiendo o adjuntando texto, el cual ayuda a redactar de forma de manera más sencilla cualquier tipo de documento. Se lo utilizó para redactar los diferentes capítulos del proyecto, almacenar información y citas bibliográficas.</p>	<p>Origen: Microsoft Material: Virtual Tipo: Programa aplicativo Marca: Microsoft</p>
<p>Google Earth Pro: Se lo utilizó para delimitar el área del sector en que cual se desarrollará el proyecto, además de tomar referencias para colocar los puntos de control para la obtención de las coordenadas del sector.</p>	<p>Origen: Google Material: Virtual Tipo: Programa aplicativo Marca: Google</p>
<p>Civil 3D: Es un programa facilitado por la Universidad Técnica de Ambato ya que se tiene una licencia gratuita para estudiantes. Dentro de las características principales del programa están la importación de puntos, generación de superficies de terrenos, diseño de tuberías, etc.[12]</p>	<p>Origen: Licencia AutoDesk estudiantil Material: Virtual Tipo: Programa aplicativo Marca: AutoDesk</p>
<p>EPANET: Nos será de mucha utilidad para obtener los diferentes cálculos, como son las velocidades, presiones y pérdidas de carga que se presentan en</p>	<p>Origen: EPA Material: Virtual Tipo: Programa aplicativo gratuito</p>

<p>todo tipo de sistema de abastecimiento, con ayuda del programa se podrá evaluar diferentes tipos de escenarios que se puedan presentar para la evaluación del correcto funcionamiento del sistema.</p>	<p>Marca: Epanet</p>
---	-----------------------------

Fuente: El Autor

2.2 Métodos

Para la elaboración de la metodología de este proyecto se utilizó investigación de campo y analítica. Se inició con la primera fase en donde se recolectó información del sector y de la población. En la segunda fase se evaluó las condiciones físicas e hidráulicas de los componentes del sistema. Para la tercera fase, se realizó un diagnóstico del sistema existente en donde se evidenció los problemas en el sistema de distribución y sus posibles causas. Posteriormente en la cuarta fase, se realizó una propuesta de rediseño que mejore el suministro de agua con proyección a largo plazo, y como quinta fase se trató la parte técnica en donde se elaboró los planos, y presupuesto del proyecto.

2.2.1 Fase 1: Preliminar

En esta fase se utilizó la investigación de campo para obtener la ubicación y delimitación de la zona en donde se encuentra el proyecto. Además de conocer la infraestructura, servicios existentes, y datos de la población.

2.2.1.1 Recolección de información topográfica de la zona del proyecto

Para obtener las características del terreno en donde se ubica el proyecto se realizó un levantamiento topográfico por el método de la fotogrametría, en donde se utilizó un dron y un RTK. Para iniciar con el procedimiento se identificó el área del proyecto, se trazó un polígono por los límites del área con ayuda del Google Earth Pro, se programó el vuelo que realizó el dron a partir del polígono generado, se colocaron puntos de control.

2.2.1.2 Procedimiento en campo

Para proceder con el levantamiento topográfico, se identificó un punto que esté a una altura considerable en donde el dron pueda volar sin interrupciones y a su vez pueda regresar con facilidad, cuando su batería necesite un cambio. Con la ayuda de un trípode, plomada y plato nivelante se implantó la antena base del RTK, el dron empezó

a ejecutar su vuelo por el polígono programado. Mientras el dron hacia su recorrido se identificaron los puntos de control que fueron pintados por diferentes zonas, con ayuda de la antena móvil y el bastón telescópico se pudo georreferenciar el sector.

2.2.1.3 Análisis de datos y generación de la topografía digital

Una vez procesadas las imágenes tomadas por el dron, para generar la ortofoto se utilizó softwares especializados para realizar un barrido y eliminar elementos ajenos a la topografía natural del terreno. Posteriormente, se generaron las curvas de nivel, para culminar se georreferenció la ortofoto, con los puntos de control en el software Civil 3D, para posteriormente integrar las curvas de nivel para la creación de la superficie en donde se realizó la implantación.

2.2.1.4 Muestreo poblacional

Dado que es importante la determinación del número de habitantes y potenciales usuarios del sistema de distribución de la zona, se aplicaron encuestas socio económicas y de la calidad del servicio de agua potable. Con la información obtenida con las encuestas se pudo tener una idea de las áreas que están descuidadas o de las necesidades que presenten.

Una encuesta aplicada a la comunidad es una evaluación de todos los factores y recursos (materiales y humanos) que influyen en la distribución, saneamiento e higiene del medio [13].

2.2.2 Fase 2: Evaluación del Sistema de Distribución de Agua Potable existente

Se utilizó una investigación de campo para lo cual se visitaron las instalaciones, para obtener datos sobre los tanques de almacenamiento, el estado de la red de distribución y sus componentes. El libro “Diseño, construcción, operación, mantenimiento y evaluación de sistemas de agua potable”, ofrece una guía general de evaluación de un sistema de agua potable, considerando parámetros físicos, hidráulicos, eficiencia del tratamiento, administrativos de operación y mantenimiento [14].

2.2.2.1 Evaluación Física

Se realizaron visitas de campo para describir y compilar información del estado en el que se encuentran los tanques de distribución, tuberías primarias y secundarias, válvulas y accesorios que conforman el sistema de distribución de agua potable.

Además de esto, en diferentes puntos se cavó para poder observar las características que tiene la tubería y accesorios por la cual se transporta el agua.

2.2.2.2 Evaluación hidráulica

El Manual de Incremento de Eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable, especifica la metodología para la evaluación de sistemas de distribución que ya existen para su mejoramiento [15].

Como el sistema de distribución tiene diferentes presiones en las acometidas se usó un manómetro que ayude a obtener dicho dato.

2.2.2.3 Evaluación de la curva de variación de la demanda de agua

La demanda de agua y fluctuación son esenciales, para la planificación y el cálculo del sistema de abastecimiento; sin embargo, los métodos para su cálculo proporcionan datos aproximados.

Para obtener la curva de variación horaria del sector, se la calculó mediante mediciones continuas del gasto de la tubería saliente del tanque reservorio. Otros factores importantes a tener en consideración son los coeficientes de variación diaria y horaria de la demanda, la cual define la relación entre el gasto máximo y el gasto medio que conduce una tubería. Se pudo obtener la curva y los coeficientes de variación horaria utilizando la Tabla 4.

Tabla 4: Obtención de la curva y coeficientes de variación de consumo horario

Intervalos (Horas)	Nivel (m)	Hi (m)	Área (m ²)	Volumen parcial de consumo (m ³)	Volumen medio de consumo (m ³)	Diferencia de Volumen (m ³)	Coficiente de variación horaria
1	2	3	4	5	6	7	8

Fuente: Pérez M, Ortiz M “Mejoramiento y optimización del sistema de distribución de agua potable del casco central de la parroquia san Antonio de pasa, cantón Ambato, provincia Tungurahua” [16].

- **Columna 1:** Intervalos de la medición de los niveles del tanque.
- **Columna 2:** Niveles del tanque registrados en campo en intervalos de una hora a lo largo de un día.
- **Columna 3:** Diferencia entre el nivel inicial y final del intervalo de una hora, tal como se expresa en la siguiente ecuación:

$$H_i = N_i - N_f \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

H_i : Diferencia de los niveles del tanque registrados en cada hora (m)

N_i : Nivel del tanque al inicio de una hora determinada (m)

N_f : Nivel del tanque al final de una hora determinada (m)

- **Columna 4:** Determinación del área del tanque, considerando:

$$A = L * a \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

A: Área del tanque (m²)

L: Largo del tanque (m)

a: Ancho del tanque (m)

- **Columna 5:** Cálculo del volumen parcial de consumo durante los intervalos de cada hora del día, obteniéndose con la ecuación:

$$V = H_i * A \quad \text{Ec. 3}$$

Donde:

V: Volumen parcial de consumo en cada hora (m³)

H_i : Diferencia de los niveles del tanque registrados en cada hora (m)

A: Área del tanque (m)

- **Columna 6:** Estimación del volumen medio de consumo:

$$V_{mh} = \frac{\sum V}{24} \quad \text{Ec. 4}$$

Donde:

V_{mh} : Volumen medio de consumo horario (m³)

$\sum V$: Sumatoria de los volúmenes parciales de consumo horario en cada hora (m³)

- **Columna 7:** Cálculo del diferencial de volumen (m^3) aplicando la expresión:

$$D_V = V - V_{mh} \quad Ec. 5$$

Donde:

D_v : Diferencial de volumen (m^3)

V : Volumen parcial de consumo en cada hora (m^3)

V_{mh} : Volumen medio de consumo horario (m^3)

- **Columna 8:** Cálculo de los coeficientes de variación horaria de la demanda empleando la ecuación:

$$CVH = \frac{V}{V_T} + 1 \quad Ec. 6$$

Donde:

CVH : Coeficientes de variación horaria de la demanda

V : Volumen parcial de consumo horario en cada hora (m^3)

V_T Volumen total de consumo durante las 24 horas (m^3)

2.2.2.4 Balance hídrico

Es el equilibrio entre la cantidad de agua que ingresa y sale de un reservorio de agua en intervalos de tiempo. La International Water Association cuenta con un procedimiento que sirve para valorar el balance hídrico de sistemas de abastecimiento de agua potable, lo cual se indica en la Guía de Indicadores de desempeño para Servicios de Abastecimiento de Agua [17], un balance hídrico se lo puede expresar en con la siguiente ecuación.

$$Volumen de entrada = Consumo de agua + Pérdidas \quad Ec. 7$$

2.2.2.5 Modelación del sistema de distribución de agua existente

Para poder tener una idea de cómo está funcionando el sistema de distribución e identificar las posibles fallas que presente, se modeló la red en EPANET.

I. Cálculo de datos para la modelación hidráulica

Población actual

- **Promedio de personas por hogar**

Una vez interpretados los resultados de las encuestas realizadas, se puede obtener un promedio del número de personas en cada núcleo familiar.

$$Pph = \frac{Tp}{Th} \quad Ec. 8$$

Donde:

Pph: Promedio de personas por hogar

Tp: Total del conteo de personas por hogar

Th: Total de hogares encuestados

- **Población contada**

Se obtuvo este valor con el valor promedio de personas por hogar y el número de hogares que pertenecen a la red de distribución.

$$Pc = No. Hogares * Pph \quad Ec. 9$$

Donde:

Pc: Población contada

No.hogares: Número de hogares

- **Población flotante**

La población flotante ocupa un lugar importante en relación al consumo diario, se la determinó con la cuantificación de integrantes que ocupan diferentes instalaciones como instituciones, espacios públicos o privados, las cuales deben desarrollar actividades por lo menos 8 horas continuas al día.

$$Pp = (15\% - 25\%) * P_{fl} \quad Ec. 10$$

Donde:

Pp: Población permanente

P_{fi} : Población flotante

Para obtener el valor de la población actual final, se aplica la siguiente ecuación.

$$P_a = P_c + P_p \quad Ec. 11$$

Donde:

P_a : Población actual

P_c : Población contada

P_p : Población permanente

II. Dotación actual

Tabla 5: Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio

Niveles de servicio	Clima frío (lt/hab*día)	Clima cálido (lt/hab*día)
Ia	25	30
Ib	50	65
IIa	60	85
IIb	75	100

Fuente: CPE INEN 5, Parte 9.2:1997 (Tabla 5.3) [18].

III. Caudales de demanda actual

- Caudal medio diario

$$Q_{mda} = f * \frac{P_a * D_a}{86400} \quad Ec. 12$$

Donde:

Q_{mda} : Caudal medio diario actual (l/s²)

P_a : Población actual (hab)

D_a : Dotación (l/hab/día)

f: Factor de fugas

- Caudal máximo diario

$$Q_{MDa} = Q_{mda} * K_{MD} \quad Ec. 13$$

Donde:

Q_{MDa} : Caudal máximo diario actual (l/s^2)

K_{MD} : Factor de mayoración máximo diario con un valor de 1.25 para todos los niveles de servicio.

- **Caudal máximo horario**

$$Q_{MHa} = Q_{mda} * K_{MH} \quad Ec. 14$$

Donde:

Q_{MH} : Caudal máximo horario actual (l/s^2)

K_{MH} : Factor de mayoración máximo horario con un valor de 3 para todos los niveles de servicio.

IV. Demandas base por nudo

Se asigna un valor a cada nudo el cual representa la demanda del caudal que será consumido, lo que hace referencia al agua que se transporta por ese nudo, se lo obtuvo con ayuda del área de influencia y el caudal de diseño. El valor se obtiene a través del método llamado Áreas unitarias, el cual determina el caudal en cada nudo en función de su área de influencia [19].

$$Q_i = Q_u * A_i \quad Ec. 15$$

Donde:

Q_i : Caudal en el nudo i (l/s)

Q_u : Caudal unitario superficial ($l/s/ha$)

A_i : Área de influencia del nudo (ha)

El caudal unitario superficial es igual a:

$$Q_u = \frac{Q_{MH}}{A_t} \quad Ec. 16$$

Donde:

Q_{MH} : Caudal máximo horario (l/s)

A_t : Área total del proyecto (ha)

V. Simulación Hidráulica

Una vez obtenidos los datos previos, se podrá realizar la simulación hidráulica con ayuda de un software especializado para la simulación hidráulica. CONAGUA en su Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento volumen 13, habla sobre la Modelación Hidráulica y de Calidad del Agua en Redes de Distribución, organiza los elementos en tres categorías principales para la modelación hidráulica [20].

- Nudos con condiciones de gradiente conocidas (tanques, reservorios).
- Nudos de consumo o conexión (asignación de demandas, consumos especiales, interconexión entre tuberías y cambio de diámetro de tuberías).
- Tramos conectados por nudos que incluyen tuberías, válvulas.

Para determinar cómo estarán distribuidas las presiones y caudales se utiliza el método de Hardy Cross el cual está basado en cumplir 2 principios fundamentales:

- Ley de continuidad de masa en los nudos que establece que el caudal que ingresa a un nudo es igual al que sale.
- Ley de conservación de la energía en los circuitos, que señala que la pérdida de carga entre dos nudos debe ser igual independientemente de cuál sea el camino recorrido.

Es necesario utilizar una ecuación que implique que existen pérdidas de energía en el sistema, estas ecuaciones pueden ser las de Darcy – Weisbach o Hazen – Williams. Para la elaboración de este proyecto se utilizó la ecuación de Hazen – Williams, para calcular las pérdidas de energía en tramos de tubería, dado que supone un coeficiente de rugosidad C , constante lo cual simplifica el cálculo [20].

$$Q = 0.2785 * C * D^{2.63} * S^{0.54} \quad Ec. 17$$

Donde:

Q : Caudal en el tramo (m^3/s)

C : Coeficiente de rugosidad de la tubería de Hazen – Williams

S : Pérdida de carga en el tramo (m/m)

Fórmula para encontrar la pérdida de carga:

$$S = \left(\frac{Q}{0.2785 * C * D^{2.63}} \right)^{1.85} \quad Ec. 18$$

- **Pérdida de carga en cada tramo**

$$H_f = S * L \quad Ec. 19$$

Donde:

H_f : Pérdida de carga unitaria en el tramo (m)

L: Longitud real del tramo (m)

- **Velocidad**

$$V = 0.335 * C * D^{2.63} * \left(\frac{H_f}{L} \right)^{0.54} \quad Ec. 20$$

Donde:

V: Velocidad en el tramo (m/s)

2.2.2.6 Evaluación de la eficiencia del tratamiento del agua

Es importante realizar una evaluación de la calidad en que se encuentra el agua que abaste al barrio Mollepamba, para lo cual se recolectaron muestras para validar las propiedades físicas y químicas que presenta en la entrada a los tanques reservorios y a la salida de los mismos, con respecto a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108, esta norma se aplica al agua potable de los sistemas de abastecimiento públicos y privados a través de redes de distribución y tanqueros [21].

2.2.3 Fase 3: Diagnóstico del sistema de distribución de agua potable existente

- Interpretación de los problemas evidenciados en el proceso de levantamiento de información en campo, evaluación física e hidráulica del sistema.
- Análisis de posibles causas generadoras de las deficiencias encontradas.
- Generación de una solución factible que garantice la mejora de las deficiencias identificadas.

2.2.4 Fase 4: Propuesta de mejoramiento del sistema de distribución

2.2.4.1 Parámetros de diseño

Se consideraron los datos necesarios para proponer un mejoramiento del sistema de distribución en base a la normativa CPE INEN 5, PARTE 9-2, los cuales son: la dotación, variaciones de consumo, periodo y población de diseño.

Área del proyecto

Para considerar la superficie del proyecto se necesita estudiar las áreas comerciales e industriales, la población del proyecto teniendo en cuenta que posiblemente se expandan a futuro, se necesita considerar la topografía de la zona como caminos, ríos, límites políticos, etc.

Periodo de diseño

Se toma en cuenta la normativa CPE INEN 5, Parte 9.1:1992, para la estimación del periodo de diseño la cual se describe en la Tabla 6.

Tabla 6: Vida útil sugerida para los elementos de un sistema de agua potable

Componente	Vida útil (años)
Diques grandes y túneles	50 a 100
Obras de captación	25 a 50
Pozos	10 a 25
Conducciones de hierro dúctil	40 a 50
Conducciones de asbesto cemento o PVC	20 a 30
Planta de tratamiento	30 a 40
Tanques de almacenamiento	30 a 40
Tuberías Principales y secundarias de la red:	
De hierro Ductil	40 a 50
De asbesto cemento o PVC	20 a 25
Otros materiales	variables de acuerdo especificaciones del fabricante

Fuente: CPE INEN 5, Parte 9-1:1992 (Tabla 2) [22].

Población de diseño

- **Tasa de crecimiento poblacional**

Se realizó mediante datos obtenidos de censos del INEC para la parroquia Saquisilí, se empleará tres métodos para calcular la tasa de crecimiento poblacional los cuales se presentan a continuación:

1) **Método aritmético**

$$r(\%) = \left[\frac{\frac{P_{fi}}{P_i} - 1}{n'} \right] * 100 \quad \text{Ec. 21}$$

2) **Método Geométrico**

$$r(\%) = \left[\left(\frac{P_{fi}}{P_i} \right)^{\frac{1}{n'}} - 1 \right] * 100 \quad \text{Ec. 22}$$

3) **Método Exponencial**

$$r(\%) = \left[\frac{\text{Ln} \left(\frac{P_{fi}}{P_i} \right)}{n'} \right] * 100 \quad \text{Ec. 23}$$

Nomenclatura

P_{fi}: Población final

P_i: Población inicial

r(%): Tasa de crecimiento poblacional

n': Diferencia entre años censales

- **Población actual**

Este valor se lo obtiene con las fórmulas explicadas en la fase 1, aplicando las ecuaciones 8,9,10 y 11.

- **Población futura o de diseño**

Se obtuvo en función del periodo de diseño, la población actual y la tasa de crecimiento, la norma CPE INEN 5 Parte 9-2:1997, estipula que para calcular esta

población es necesario realizar las proyecciones de crecimiento empleando al menos tres métodos conocidos (proyección aritmética, geométrica, exponencial, etc.) con la finalidad de establecer comparaciones que orienten el criterio del proyectista [18].

Métodos de proyección de la población

1) Método Aritmético

$$P_f = P_a * (1 + r * n) \quad \text{Ec. 24}$$

2) Método Geométrico

$$P_f = P_a * (1 + r)^n \quad \text{Ec. 25}$$

3) Método Exponencial

$$P_f = P_a * (e)^{r*n} \quad \text{Ec. 26}$$

Nomenclatura

Pf: Población futura

Pa: Población actual

r: Tasa de crecimiento poblacional

n: Periodo de diseño (años)

e: Número de Euler

Consumo y dotación de agua potable

- **Dotación actual**

Este valor se lo obtiene con la Tabla 5 explicada en la fase 1.

- **Dotación media futura**

$$D_{mf} = D_{ma} + (1l/hab/día) * n \quad \text{Ec. 27}$$

Donde:

D_{mf}: Dotación media diaria futura en l/ha/día

D_{ma}: Dotación media diaria actual en l/ha/día

n: Periodo de diseño

Caudales de demanda futura

- **Caudal medio diario**

$$Q_{md} = P_f * \frac{D_f}{86400} \quad \text{Ec. 28}$$

Donde:

Q_{md} : Caudal medio diario (l/s)

P_f : Población futura(hab)

D_{mf} : Dotación media diaria futura (l/hab/día)

F: Factor de fugas

- **Caudal máximo diario**

$$Q_{MD} = Q_{md} * K_{MD} \quad \text{Ec. 29}$$

Donde:

Q_{MD} : Caudal máximo diario (l/s²)

K_{MD} : Factor de mayoración máximo diario con un valor de 1.25 para todos los niveles de servicio.

- **Caudal máximo horario**

$$Q_{MH} = Q_{md} * K_{MH} \quad \text{Ec. 30}$$

Donde:

Q_{MH} : Caudal máximo horario (l/s²)

K_{MH} : Factor de mayoración máximo horario con un valor de 3 para todos los niveles de servicio.

- **Caudal de diseño**

En base a lo descrito por la Norma CPE INEN 5 Parte 9-1:1997, las redes de distribución de agua potable deben ser diseñadas para el caudal máximo horario [22].

- **Estimación de demandas base**

Este valor se obtiene aplicando las fórmulas presentadas en la fase 1, las cuales son las ecuaciones 12, 13 y 14.

2.2.4.2 Diseño del tratamiento de desinfección del agua

- **Caudal para el tratamiento**

La norma CPE INEN 5 Parte 9-1:1992 establece que el caudal aplicado para sistemas de tratamiento es:

$$Q_{tratamiento} = Q_{MD} * 1.10 \quad Ec. 37$$

Donde:

$Q_{tratamiento}$: Caudal de diseño para aplicar el tratamiento de desinfección (l/s)

Q_{MD} : Caudal máximo horario (l/s)

- **Volumen de agua para el tratamiento**

$$V_{agua} = Q_{tratamiento} * t \quad Ec. 38$$

Donde:

V_{agua} : Volumen de agua para aplicar el tratamiento de desinfección (m³/día)

t: Tiempo en 1 día 24 h (se considera una operación continua del tratamiento)

Dosificación necesaria de cloro

La Cooperación Alemana al Desarrollo – Agencia de la GIZ en el Perú, presenta un procedimiento para la dosificación de cloro [23].

$$D = Dem_{Cl} + Cl_{residual} \quad Ec. 39$$

Donde:

Dem_{Cl} : Demanda de cloro requerida para asegurar protección bacteriológica (mg/l)

Cl_{residual} : Cloro libre residual disponible en las redes de distribución (mg/l)

D: Dosis de cloro a aplicar al agua (mg/l)

- **Cantidad de cloro**

$$C_{cl} = V_{\text{agua}} * D \quad \text{Ec. 40}$$

Donde:

C_{Cl} : Cantidad de cloro (Kg/día)

- **Cantidad de hipoclorito de calcio**

$$C_{Ca(ClO)_2} = \frac{V_{\text{agua}} * D}{c} \quad \text{Ec. 41}$$

Donde:

$C_{Ca(ClO)_2}$: Cantidad de hipoclorito de calcio (Kg/día)

c: Concentración de cloro en el hipoclorito de calcio (mg/l)

- **Caudal de goteo de solución clorada a aplicar**

$$q = \frac{D * Q}{d} \quad \text{Ec. 42}$$

Donde:

q: Caudal de solución clorada a aplicar (l/s)

D: Dosis de cloro a aplicar al agua (mg/l)

d: Concentración de cloro en la solución clorada (mg/l)

- **Tiempo de recarga del tanque clorado**

$$T = \frac{V_t}{q} \quad \text{Ec. 43}$$

Donde:

T: Tiempo de recarga de la solución de hipoclorito de calcio (días)

V_t : Volumen del tanque clorador (l)

2.2.5 Fase 5: Técnica

2.2.5.1 Elaboración de planos

Una vez obtenidos los resultados de los cálculos en Excel y realizada la previa implantación del sistema en el programa Civil 3D y AutoCAD, se realizarán planos de la red de distribución de agua potable y los detalles de sus componentes.

2.2.5.2 Elaboración de Análisis de Precios Unitarios (APUs)

Se realizará el Análisis de Precios Unitarios de cada rubro propuesto para el presente proyecto técnico en base a un catálogo actualizado de precios a nivel nacional.

2.2.5.3 Presupuesto referencial

Se realizará el presupuesto con el análisis de precios unitarios para conocer el monto aproximado de la ejecución del proyecto.

CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en cada fase.

3.1 Fase 1: Preliminar

3.1.1 Ubicación geográfica del proyecto

El barrio Mollepamba se encuentra ubicado en la Parroquia Saquisilí del cantón Saquisilí de la provincia de Cotopaxi. Se determina una extensión de 20.549,28 ha la parroquia Saquisilí (parroquia urbana) cuenta con 4.016,51 ha. Presenta un clima Ecuatorial de alta montaña que cubre el 83.31% del cantón, que abarca las parroquias Cochapamba, Canchagua y Saquisilí, como se indica en la Imagen 1 [24].

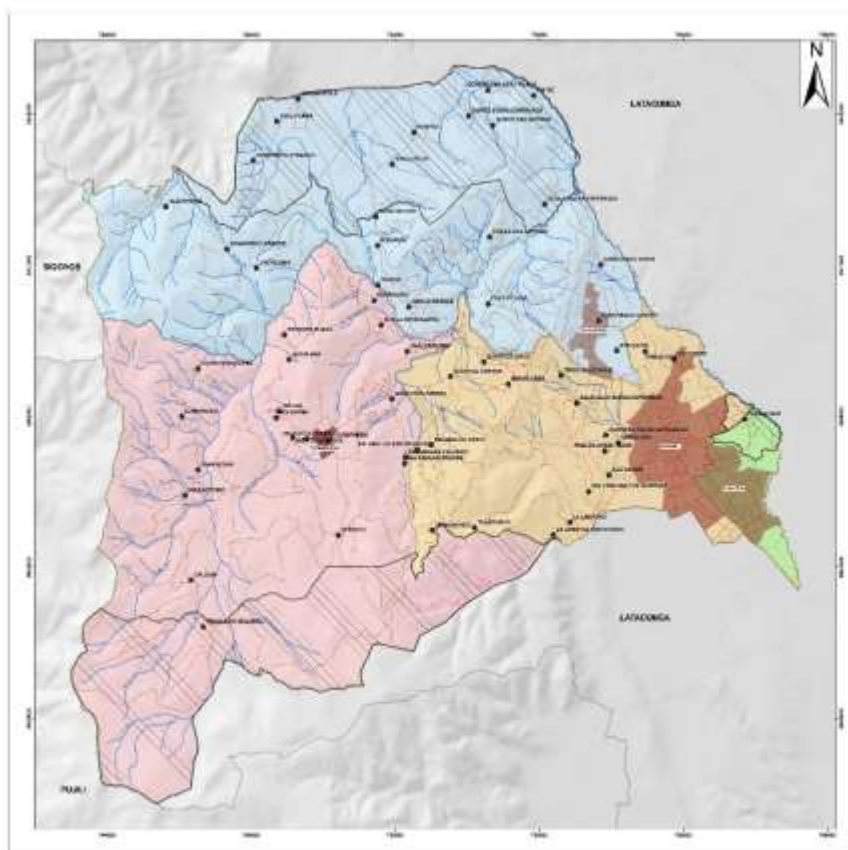


Imagen 1: Mapa político del cantón Saquisilí

Fuente: PDOT GADMIC Saquisilí 2022 [11].

Se visitó el sector de Mollepamba, en donde se evidenció que es un sector urbano, en el cual los moradores se dedican a la producción agrícola, en donde los moradores se dedican al cultivo de maíz, en ciertos lugares también se dedican a la crianza de ganado vacuno, para luego comerciar sus productos dentro del cantón y la provincia.

3.1.2 Información topográfica de la zona del proyecto

Se llevó a cabo el levantamiento topográfico del barrio Mollepamba, con el objetivo de obtener la ortofoto del área total del proyecto, como se indica en la Imagen 2, la cual corresponde a una superficie de 50 ha, para realizar este levantamiento topográfico se georreferenció en 8 puntos de control con un GPS de alta precisión RTK. Se obtuvo una superficie de terreno con alto detalle, lo cual ayudó a obtener las curvas de nivel que indican el relieve del sector la cual se observa en la Imagen 3, el cual facilitará el trazado de las tuberías principales y secundarias con sus accesorios, también se logró ubicar las estructuras que componen el sistema de distribución de agua potable. Una vez procesada la información en el programa AutoCad Civil 3D se elaboraron los planos topográficos del proyecto.

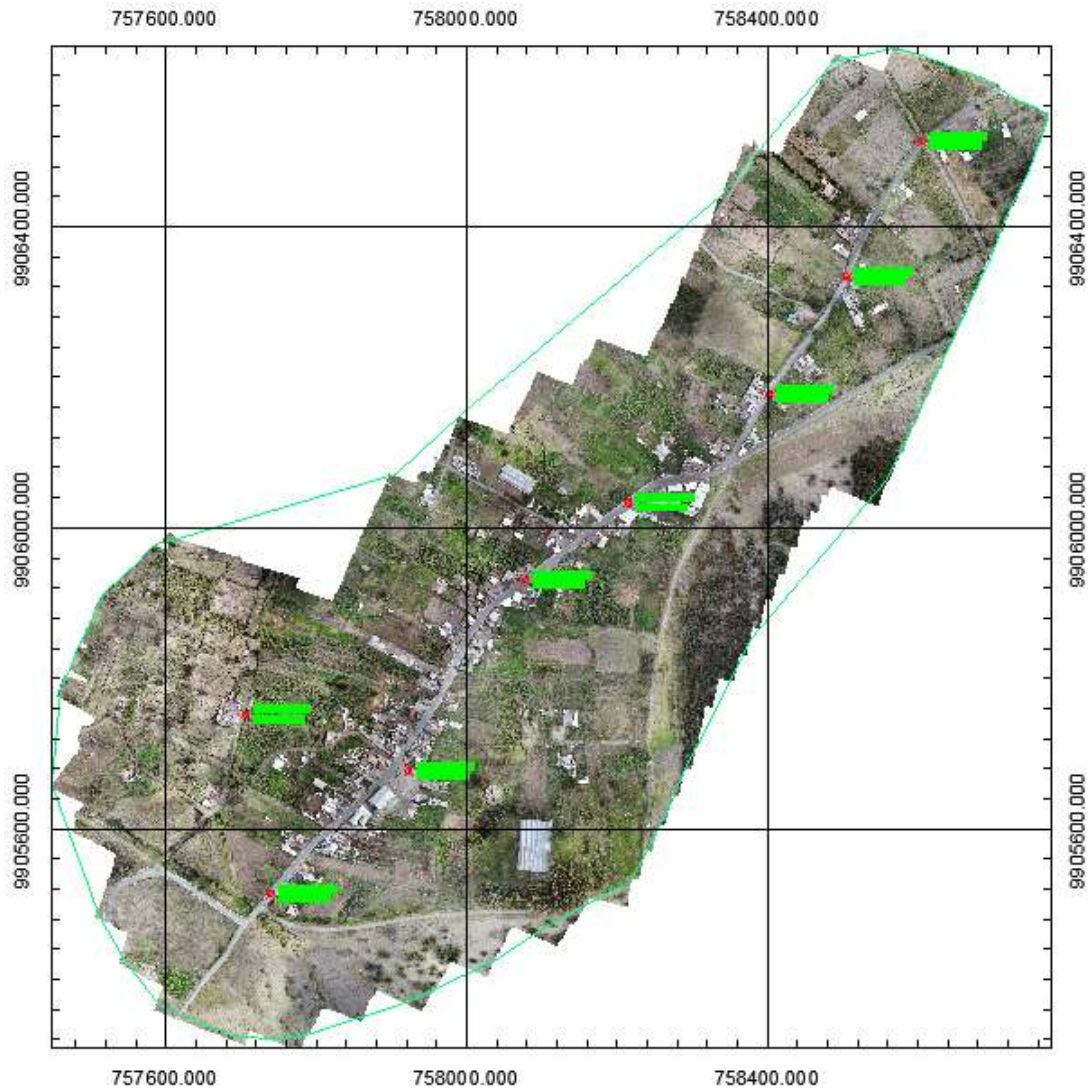


Imagen 2:Ortofoto del área del proyecto y los puntos de control

Fuente: El Autor

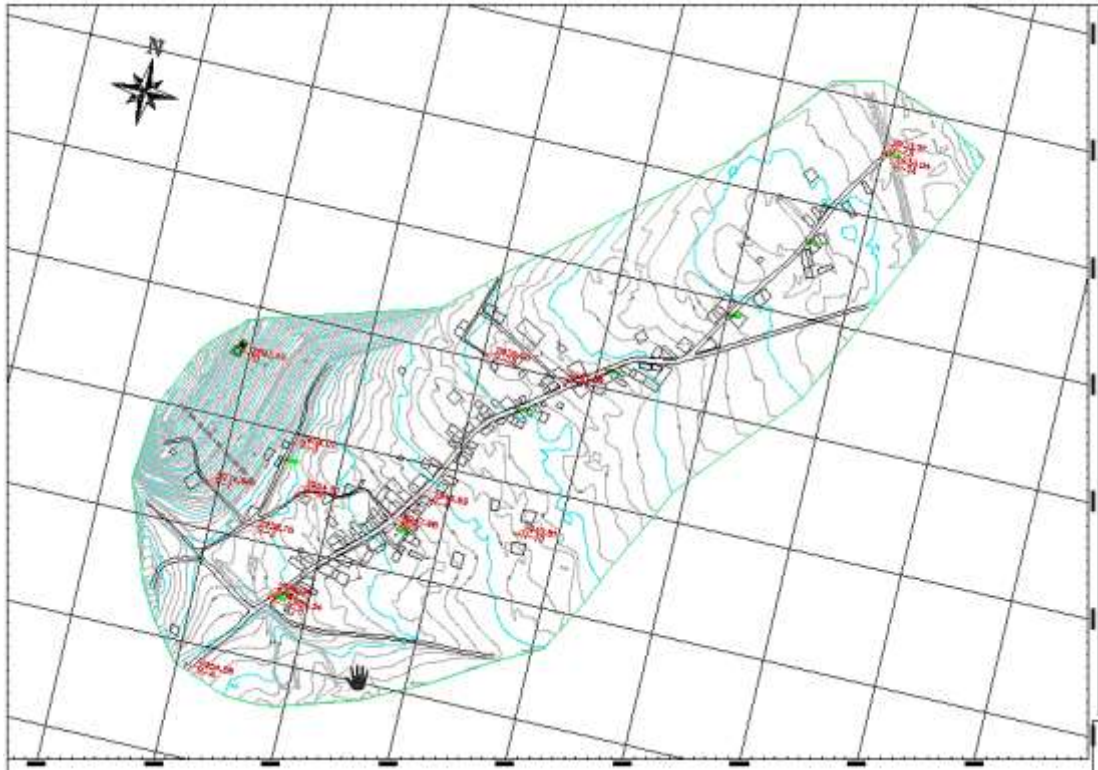


Imagen 3: Curvas de nivel de la superficie del proyecto

Fuente: El Autor

Para que la ortofoto pueda ser calibrada en las coordenadas del terreno se tomaron 8 puntos de control alrededor de la zona, (ver Anexo 1). En la Tabla 7 se detalla la georreferenciación de estos puntos.

Tabla 7:Georreferenciación de los puntos de control

Referencia	Este (m)	Norte (m)	Elevación (msnm)
1	757706.543	9905751.823	2958.697
2	757740.270	9905512.781	2956.217
3	757924.142	9905676.440	2948.526
4	758078.702	9905930.213	2939.441
5	758215.540	9906032.666	2936.041
6	758402.289	9906176.670	2930.783
7	758506.056	9906332.999	2929.073
8	758605.998	9906513.020	2933.215

Elaborado por: El Autor

3.1.3 Muestreo poblacional

3.1.3.1 Encuesta socio económica

Se aplicó una encuesta socio económica a 80 usuarios que pertenecen a una parte del sistema de distribución de agua potable el cual cuenta con 100 usuarios en total, con la finalidad de obtener información que ayude a identificar el estado en el que se encuentra actualmente el sistema. La interpretación y análisis de las preguntas se las adjuntó en el Anexo 2.

El número de habitantes por vivienda, en su mayoría las personas que residen en un domicilio son de 1 a 5, sin embargo, también se pudo observar que en ciertos lugares existen familias de 6 a 12 personas las cuales se presentan con menos frecuencia. Con la interpretación de los datos obtenidos con la encuesta se obtuvo un valor promedio de 4.28 personas por hogar (ver Anexo 3), valor que difiere del promedio de 4.05 personas por hogar a nivel de toda la parroquia, dato proporcionado por el INEC obtenido en el Censo 2010.

$$P_{ph} = \frac{\text{Total del conteo de personas por hogar}}{\text{Total de hogares encuestados}} = \frac{342}{80}$$

$$P_{ph} = 4.28 \text{ Personas/hogar}$$

En cuanto a la cobertura de servicios básicos, el 100% de las familias si cuentan con acceso al servicio de agua potable, el 97.50% de familias disponen del servicio de energía eléctrica, mientras que el 92.50% disponen de acometidas de alcantarillado (ver Anexo 4).

No obstante, el valor adoptado para la simulación es de 4.28 personas por hogar, debido a que, es un valor que supera al valor oficial propuesto por el INEC.

3.1.3.2 Registro de los usuarios pertenecientes al sistema de distribución existente

En el Anexo 5 se puede encontrar el registro de las presiones tomadas con el manómetro en los lugares más críticos para el sistema de abastecimiento. Con ayuda del levantamiento de información, se identificó un total de 153 predios, de los cuales 125 predios son de uso residencial con acometida, 11 son de uso residencial sumada alguna actividad productiva, 5 corresponden a lotes, 1 comprende a una institución pública, 2 viviendas se encuentran en construcción y 9 viviendas no cuenta con acometida; en la Tabla 8 se detallan los porcentajes correspondientes.

Tabla 8: Predios registrados en la zona de proyecto

Uso del predio		Cantidad	Porcentaje
Residencial	Viviendas habitadas con acometida	125	81,70%
	Viviendas habitadas sin acometida	9	5,88%
	Casas en construcción	2	1,31%
	Vivienda + Actividad comercial	11	7,19%
Instituciones	Espacios de uso público	1	0,65%
Lotes	Con acometida	5	3,27%
Total de predios registrados		153	100,00%

Elaborado por: El Autor

3.1.4 Información general del sistema de distribución existente

3.1.4.1 Descripción de la situación actual del sistema de distribución existente

La junta de agua de Mollepamba en calidad de prestador comunitario del servicio de agua potable, se encarga de administrar, manejar y operar el sistema. La junta adquirió su legitimidad jurídica desde el año 2019.

El sistema de distribución de agua potable, se distribuye a lo largo del barrio Mollepamba el cual cuenta con una superficie de terreno de 50 ha. El sistema fue inaugurado en el año de 1998 el cual se abastece de 1 tanque de distribución el cual se ubica en el punto más alto del sector, tiene una longitud aproximada de 4.33 km de tubería. El sistema actualmente tiene 25 años de uso lo cual quiere decir que ha culminado su periodo de diseño.

La junta de agua no cuenta con planos del sistema de distribución de los componentes que conforman el mismo, no posee un registro actualizado y total de los beneficiarios del sistema, el consumo de los usuarios no cuenta con un sistema de medición por lo cual se ha establecido una tarifa fija mensual, lo cual dificulta conocer el consumo real del agua y posibles fugas del sistema.

3.1.4.2 Catastro del sistema de distribución existente

Debido a que en el barrio Mollepamba, no existe el catastro de las redes ni se dispone de un registro actualizado de los usuarios, con ayuda de los trabajadores de la junta se pudo realizar el levantamiento de los datos necesarios para elaborar la actualización de documentos mencionados, cabe mencionar que las tuberías son de PVC y sus diámetros varían entre 110 mm, 90 mm, 50 mm, 1/2 plg, como se indica en la Tabla 9.

El levantamiento catastral de campo se encuentra en el Anexo 6 en el cual se presenta un resumen de los diámetros, material y longitud de tubería. En la Imagen 4 se puede observar un esquema de la distribución de la red y sus componentes.

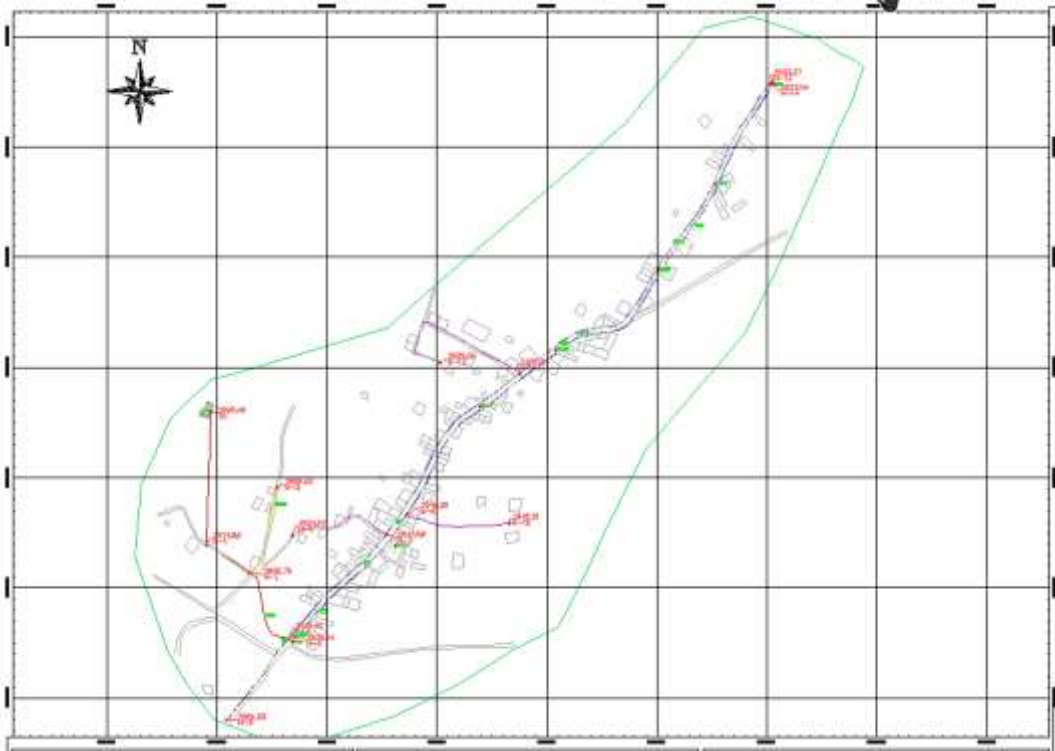


Imagen 4:Catastro del sistema existente

Elaborado por: El Autor

Tabla 9:Longitud de Tubería

Red	Diámetro nominal (mm)	Material	Longitud (m)	Longitud (Km)
Red Actual	110	PVC	672,46	0,67
	90	PVC	2766,92	2,77
	50	PVC	705,46	0,71
	19	PVC	188,05	0,19
TOTAL:			4332,89	4,33

Elaborado por: El Autor

3.1.4.3 Encuesta de la calidad del servicio existente

Mediante la aplicación de una encuesta a 80 usuarios, fue factible conocer acerca de la perspectiva de los usuarios sobre calidad del servicio que reciben. Para mayor detalle del análisis e interpretación de resultados, revisar el Anexo 4.

De los usuarios intervenidos, el 97.50% si dispone de una acometida de agua potable, mientras que el 2.50% no cuentan con acometida. Se determinó a su vez que la mayoría de las acometidas (83.75%) abastecen de agua potable a una sola vivienda. Sin embargo, existe una minoría que evidencia que más de 2 viviendas comparten el agua potable proveniente de una acometida.

La encuesta permitió conocer que el 92.50% realiza el pago del servicio. Sin embargo, con respecto a la tarifación se identificó que el 87.50% consideran que el valor de 2.00 USD es justo, a comparación del 5.00% y 7.50% que calificaron a la tarifa como baja y alta, respectivamente.

De acuerdo con 70.00% de la población encuestada, la calidad del servicio de agua es buena, mientras que, para el 1.25% la calidad es regular y según el 28.75% la calidad es excelente.

Sobre la presión con la que llega el agua al predio, el 75.00% de los usuarios encuestados han manifestado que la presión es adecuada, sin embargo, el 23.75% declaró que la presión es elevada y únicamente el 1.25% consideran que la presión que reciben es baja.

En cuanto a la calidad del agua, el 42.50% de la población entrevistada considera que es buena, el 5.00% considera que es excelente y el 2.50% restante manifestó que es regular. Conforme con el testimonio de los usuarios, el 85.00% recibe agua limpia todo el año, mientras que el 15.00% restante comentó que reciben el agua turbia por días.

El 100.00% de los usuarios encuestados, señalaron que disponen del agua potable durante todos los días de la semana y durante todas las horas del día. El 100.00% de usuarios han descrito que la cantidad de agua que reciben es suficiente, por lo cual ninguna familia se abastece de otras fuentes.

En general, se conoció que los usos comunes, que los usuarios le dan al agua comprenden mayoritariamente a: consumo y alimentación, higiene personal, lavado de ropa y limpieza de la vivienda.

3.2 Fase 2: Evaluación del Sistema de Distribución de Agua Potable existente.

3.2.1 Evaluación física

Para llevar a cabo este procedimiento se realizaron varias visitas de en los meses de marzo y junio del 2023, la información obtenida fue compilada en una base de datos la cual contiene la ubicación de los tanques de almacenamiento, tuberías y accesorios, el estado físico en el que se encuentra el sistema el tipo de material y fotografías de los mismos se encuentran en el Anexo 1.

3.2.1.1 Evaluación física de los tanques de distribución

El sistema de distribución se abastece de un tanque, el cual está hecho de hormigón armado con una puerta de acero, las tuberías y accesorios son de hierro galvanizado.

El tanque de la junta barrial de Mollepamba fue construido en el año 1998 y rehabilitado en 2010, se encuentra a una altura de 2993.308 msnm. Cuenta con una capacidad de 192.00 m³, es abastecido de la fuente Chilla Buena Esperanza con un caudal de 3.5 l/s.

El estado físico de la infraestructura del tanque, las válvulas de ingreso y salida, y los accesorios se encuentran en un estado aceptable, debido a que periódicamente los moradores del barrio realizan mingas de limpieza y mantenimiento.

3.2.1.2 Evaluación física de tuberías

En el barrio Mollepamba se realizó la evaluación de cuatro tuberías, dos principales y dos secundarias. Debido a que la mayoría de las tuberías se encuentran bajo una capa de asfalto. Las calicatas se realizaron en lugares en donde las calles son de arena, para evitar daños permanentes.

Se pudo observar que el estado físico de las tuberías es en su mayoría regular, esto se debe a que en un inicio el sistema se encontraba conectado por tuberías de media pulgada, a lo que posteriormente se optó por cambiar a tuberías de PVC, por lo cual, las tuberías no se encuentran muy desgastadas.

3.2.1.3 Evaluación física de acometidas

Actualmente existen 100 acometidas en la Junta de Agua Potable del Barrio Mollepamba, por el momento no existe un registro actualizado de todos los usuarios, para lo cual, se realizó un levantamiento de información de la mayoría de usuarios que se benefician de este sistema con su ubicación y ocupación del predio. También se

pudo registrar las presiones de la red en los puntos más críticos y en lugares intermedios, para tener una referencia de cómo está funcionando el sistema.

3.2.2 Evaluación hidráulica

3.2.2.1 Evaluación en campo de las presiones existente

De los 153 predios registrados solo se identificaron 100 acometidas lo que quiere, decir que de una acometida se benefician varios predios. Con ayuda de un manómetro manual, se pudo realizar la medición de presiones en los lugares más críticos (nodos más cercanos y más alejados) y en algunos lugares intermedios de la red de distribución; esto debido a que, en la mayoría de acometidas no se pudo acceder a los predios por impedimento de los usuarios, o por la ausencia de los propietarios al momento de las visitas y en algunos casos los predios estaban deshabitados.

De acuerdo con la “Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural”, la presión en el sistema de distribución debe oscilar entre 0.7 kg/cm^2 y 5 kg/cm^2 que equivalen a 7 m.c.a. y 50 m.c.a. [25]. Se evidenció que no existen presiones nulas, todos cumplen con la presión mínima, las presiones en los predios intermedios de la red se encuentran en el rango admisible y en los lugares más críticos superan las presiones límite como se indica en la Tabla 10.

Tabla 10:Registro de presiones en acometidas

Rango de presiones			
$< 0.7 \text{ kg/cm}^2$	$0.7 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \text{ a } 5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$		$> 5 \text{ kg/cm}^2$
PROPIETARIO	PRESIÓN (PSI)	PRESIÓN (kg/cm2)	PRESIÓN (mca)
Olger Martinez	100	7,0	70
Aida Viera	48	3,4	34
Talía Alvarez	50	3,5	35
Gudberto Martinez	58	4,1	41
Maria Fania Alvarez	76	5,3	53
Maria Magdalena	68	4,8	48
Aida Martinez	50	3,5	35
Jessica Moreta	80	5,6	56
Marisol Martinez	72	5,1	51
Hernesto Pacheco	80	5,6	56
Eduardo Medina	84	5,9	59
Octavio Alvarez	86	6,0	60
Carolina Tipantaxi	90	6,3	63
Joselina Oña	90	6,3	63
Luis Chanaluisa	78	5,5	55
escuela mollepamba	62	4,4	44
Ivan Viera	68	4,8	48
Jessica Viera	62	4,4	44
Eduardo Martinez	68	4,8	48
Lidia Remache	68	4,8	48
Clara Moreno	50	3,5	35
Pedro Alvarez	48	3,4	34
Juan Chicaiza	50	3,5	35
Nelson Molina	58	4,1	41

Elaborado por: El Autor

3.2.2.2 Evaluación del consumo del agua

De la información obtenida de las visitas de campo, se pudo observar que los usos más comunes que se le da al agua son para consumo y alimentación, lavado de ropa, higiene personal y limpieza de vivienda. Se identificó que el consumo del agua se registra en mayor cantidad en las mañanas, a la hora del almuerzo y en la tarde, sin embargo, el consumo en el horario nocturno no presentó demandas considerables.

Para entender de mejor manera como está comportándose el gasto de agua, se planteó obtener una curva de consumo. Se pudo registrar los niveles del tanque en intervalos de una hora a lo largo de un día completo, desde las 11 a.m durante 24 horas.

Tabla 11: Registro de volúmenes de consumo

Intervalos (Horas)	Nivel (m)	Hi (m)	Área (m ²)	Volumen parcial de consumo (m ³)	Volumen medio de consumo (m ³)	Diferencia de Volumen (m ³)	Coficiente de variación horaria
0:00 - 1:00	3,682	0,229	48	10,99	10,71	0,28	1,03
1:00 - 2:00	3,457	0,225	48	10,80	10,71	0,09	1,01
2:00 - 3:00	3,224	0,233	48	11,18	10,71	0,47	1,04
3:00 - 4:00	2,995	0,229	48	10,99	10,71	0,28	1,03
4:00 - 5:00	2,772	0,223	48	10,70	10,71	-0,01	1,00
5:00 - 6:00	2,526	0,246	48	11,81	10,71	1,10	1,10
6:00 - 7:00	2,314	0,212	48	10,18	10,71	-0,53	0,95
7:00 - 8:00	2,103	0,211	48	10,13	10,71	-0,58	0,95
8:00 - 9:00	2,348	0,245	48	11,76	10,71	1,05	1,10
9:00 - 10:00	2,584	0,236	48	11,33	10,71	0,62	1,06
10:00 - 11:00	2,812	0,228	48	10,94	10,71	0,23	1,02
11:00 - 12:00	2,587	0,225	48	10,80	10,71	0,09	1,01
12:00 - 13:00	2,296	0,291	48	13,97	10,71	3,26	1,30
13:00 - 14:00	2,037	0,259	48	12,43	10,71	1,72	1,16
14:00 - 15:00	1,811	0,226	48	10,85	10,71	0,14	1,01
15:00 - 16:00	2,027	0,216	48	10,37	10,71	-0,34	0,97
16:00 - 17:00	2,240	0,213	48	10,22	10,71	-0,49	0,95
17:00 - 18:00	2,011	0,229	48	10,99	10,71	0,28	1,03
18:00 - 19:00	1,776	0,235	48	11,28	10,71	0,57	1,05
19:00 - 20:00	1,542	0,234	48	11,23	10,71	0,52	1,05
20:00 - 21:00	1,315	0,227	48	10,90	10,71	0,19	1,02
21:00 - 22:00	1,503	0,188	48	9,02	10,71	-1,69	0,84
22:00 - 23:00	1,635	0,132	48	6,34	10,71	-4,37	0,59
23:00 - 24:00	1,798	0,163	48	7,82	10,71	-2,89	0,73

Elaborado por: El Autor

En la Tabla 11, se puede observar que los valores que fueron tomados cada hora, varían muy poco entre ellos, por lo que, se puede notar que la variabilidad que se presenta entre lecturas corresponde a las horas pico y de menor consumo. En los gráficos 1 y 2, se muestra la curva de consumo obtenida, en donde se puede observar que el consumo no es congruente con el comportamiento de una población que normalmente utiliza el agua con fines domésticos, lo cual verifica que en el sistema existen posibles fugas o consumos no autorizados. El volumen medio de consumo calculado es de 10.71 m³.

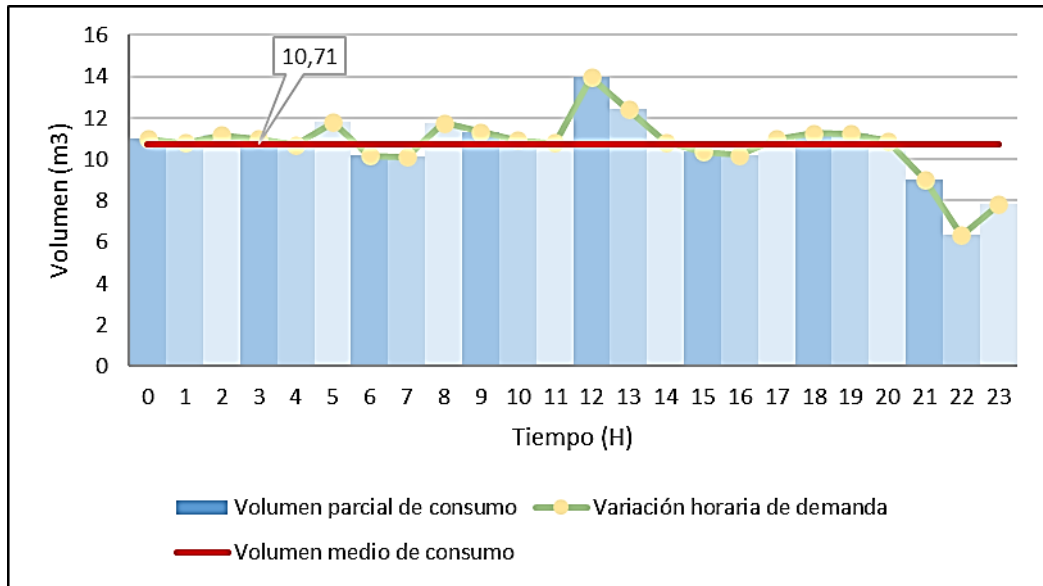


Gráfico 1: Patrón de variación de consumo horario

Elaborado por: El Autor

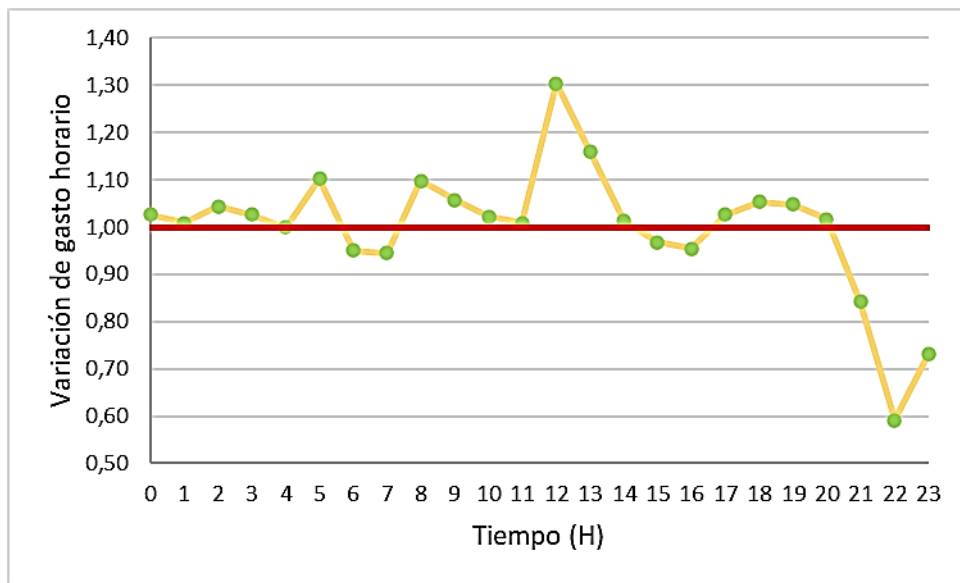


Gráfico 2: Curva y coeficientes de variación de consumo horario

Elaborado por: El Autor

3.2.2.3 Balance hídrico: Oferta y la demanda de agua

Tabla 12: Oferta y demanda de caudales

Tanque	Caudal de entrada al tanque (l/s)	Demanda de agua actual QMH (l/s)
Mollepamba (Rectangular)	3.5	2.07

Elaborado por: El Autor

Según la Tabla 12, el caudal que ingresa al tanque se obtuvo mediante la aplicación del método volumétrico, se puede identificar que la demanda de agua del barrio Mollepamba es menor al caudal de ingreso a los tanques, por lo que se puede comprobar lo expresado por los usuarios del sistema los cuales indican, que el agua que reciben es suficiente y cumple completamente con la demanda de agua.

3.2.2.4 Modelación hidráulica del sistema de distribución existente

Se inició con la recolección de información la cual ayudó a elaborar un catastro del sistema de distribución, por desgracia ninguna institución dispone de documentación que contenga la información de la distribución de la red y sus componentes, de tal manera, se lo realizó con ayuda de los conocimientos del trabajador más antiguo que da mantenimiento al sistema (aguatero).

Para simular el sistema de distribución se recopilaron datos durante dos meses seguidos. Además de obtener información de la Junta de agua del barrio Mollepamba, la información obtenida ayuda a tener un modelo que simula su funcionamiento, para lo cual es necesario disponer de datos precisos los cuales se obtuvieron mediante procedimientos técnicos y uso de equipos específicos para tener certeza de los datos.

La elaboración de este modelo se realizó empleando un software de simulación hidráulica, en el cual fue necesario ingresar varios datos, tales como:

- Nudos de consumo: altimetría, demandas base.
- Tuberías: diámetro, longitud y material (coeficiente de rugosidad).
- Tanques de almacenamiento/distribución: altimetría, niveles del agua (cotas base, mínima, inicial y máxima) y dimensionamiento.
- Válvulas: tipología, ubicación y estado actual (abierta o cerrada).

3.2.2.5 Cálculo de datos para la modelación hidráulica

a) Cálculo de la población actual

Población contada, calculado con la ecuación 9:

$$P_c = \text{No. hogares} * P_{ph}$$

$$P_c = 153 * 4.28$$

$$P_c = 655 \text{ hab}$$

Población flotante

Tabla 13: Población flotante del sistema

POBLACION FLOTANTE		
Institución Pública		No. de personas
Escuela Mollepamba	Estudiantes	40
	Docentes	3
POBLACIÓN FLOTANTE		43,00

Elaborado por: El Autor

$$P_{fl} = 43 \text{ hab}$$

Población permanente, calculado con la ecuación 10:

$$P_p = (15\% - 25\%) * P_{fl}$$

$$P_p = 0.15 * 43 \text{ hab}$$

$$P_p = 7 \text{ hab}$$

Población actual, calculado con la ecuación 11:

$$P_a = P_c + P_p$$

$$P_a = (665 + 7) \text{ hab}$$

$$P_a = 662 \text{ hab}$$

b) Cálculo de la dotación actual

De acuerdo con la Tabla 5, dentro del apartado para una población con un nivel de servicio IIb con clima frío, se tiene que:

$$D_{ma} = 75 \text{ l/hab/día}$$

Para compensar las pérdidas físicas y no físicas del sistema, se ha considerado tomar un 20% del consumo doméstico:

$$D_{ma} = 75 \frac{\text{l}}{\text{hab}} * \text{día} + 0.20 \left(75 \frac{\text{l}}{\text{hab}} * \text{día} \right)$$

$$D_{ma} = 90 \frac{\text{l}}{\text{hab}} * \text{día}$$

c) Cálculo de caudales de diseño

Caudal medio diario actual, calculado con la ecuación 12:

$$Q_{mda} = P_a * \frac{D_{ma}}{86400}$$

$$Q_{mda} = 662 \text{ hab} * \frac{90 \frac{\text{l}}{\text{hab}} * \text{día}}{86400}$$

$$Q_{mda} = 0.69 \text{ l/seg}$$

Caudal máximo diario actual, calculado con la ecuación 13:

$$Q_{MDa} = Q_{mda} * K_{MD}$$

$$Q_{MDa} = 0.69 \text{ l/seg} * 1.25$$

$$Q_{MDa} = 0.86 \text{ l/seg}$$

Caudal máximo horario actual, calculado con la ecuación 14:

$$Q_{MHa} = Q_{mda} * K_{MH}$$

$$Q_{MHa} = 0.69 \text{ l/seg} * 3$$

$$Q_{MHa} = 2.07 \text{ l/seg}$$

d) Cálculo de las demandas base por nudo, calculado con la ecuación 15 y 16:

Tabla 14: Cálculo de las demandas base por nudo de la Red

Nodos	Área (ha)	Área (%)	Qu (lt/s/ha)	Qi (l/s)
1	1,693	3,39%	0,041	0,070
2	1,796	3,59%	0,041	0,074
3	2,386	4,77%	0,041	0,099
4	1,796	3,59%	0,041	0,074
5	4,479	8,96%	0,041	0,185
6	2,666	5,33%	0,041	0,110
7	2,732	5,46%	0,041	0,113
8	2,902	5,80%	0,041	0,120
9	4,000	8,00%	0,041	0,166
10	4,122	8,24%	0,041	0,171
11	5,906	11,81%	0,041	0,244
12	4,910	9,82%	0,041	0,203
13	6,143	12,29%	0,041	0,254
14	4,471	8,94%	0,041	0,185
Total	50,002	100,00%		2,069

Elaborado por: El Autor

3.2.2.6 Simulación hidráulica del sistema existente

Con la información obtenida se puede apreciar que existe un desbalance en las presiones, el limitado control de la cobertura específica de cada tanque ante las demandas, sumado al comportamiento atípico que presentó la curva de consumo horario.

Con la finalidad de obtener resultados similares del comportamiento del sistema existente, se tomó la decisión de realizar una simulación en estado estático, debido a que, este proceso considera parámetros constantes (caudales demandados, estados de operación en la red y niveles del tanque) en las condiciones más críticas del día; se consideró también en realizar un análisis dinámico teniendo presente las variaciones temporales de parámetros que dependen del consumo.

Se utilizará el caudal máximo horario (Q_{MH}) para el diseño de la red de distribución, como se indica en las Imágenes 5, 6, 7, 8, debido a que para el estudio de este proyecto se consideró la normativa CPE INEN 5 parte 9.2:1997 la cual está enfocada para el área rural.

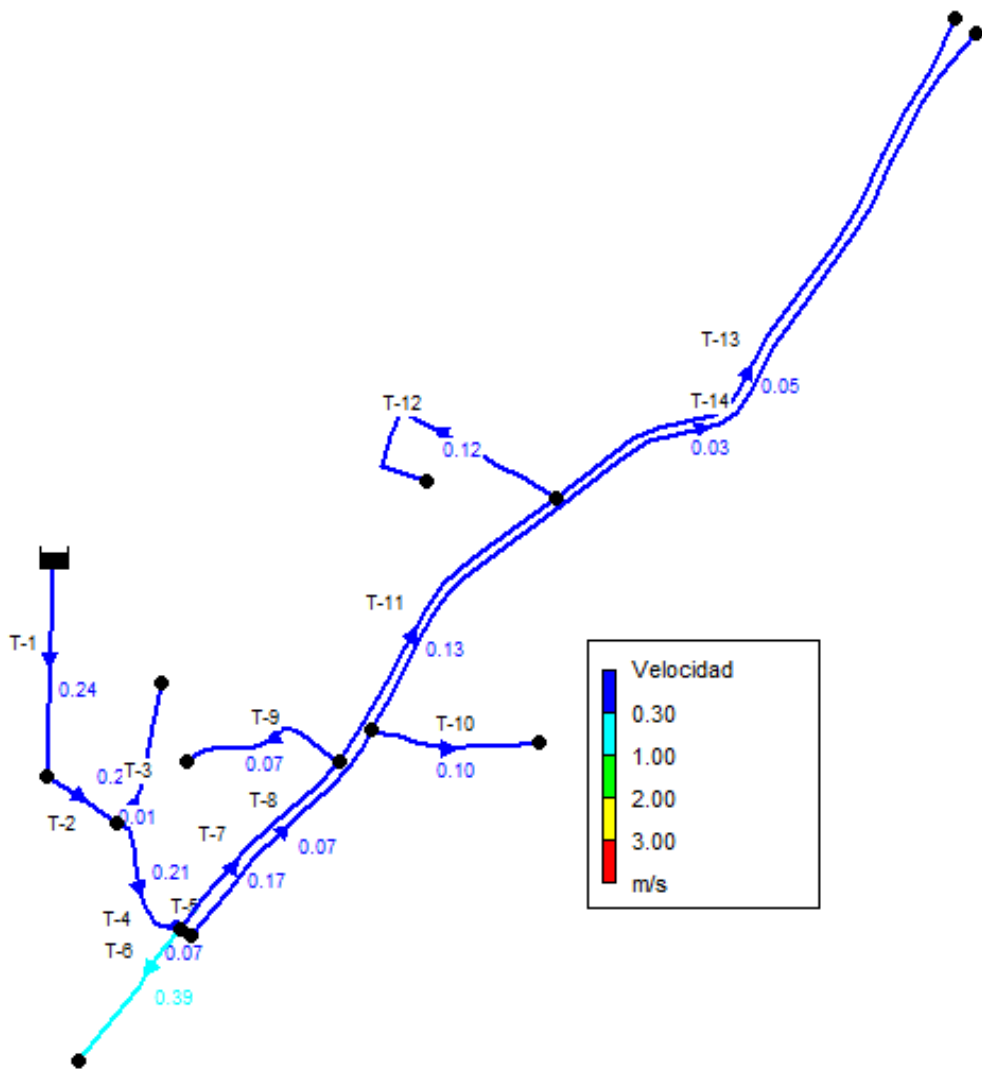


Imagen 5: Evaluación de velocidades de la red existente en modo estático

Elaborado por: El Autor

Tabla 15: Análisis estático de velocidades de la red existente

Tubería	Nudo inicial	Nudo final	Diámetro interno (mm)	Material	Hazen-Williams C	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m/m)	Longitud (m)
T-1	TR	N-1	101,6	PVC	140	1,96	0,24	0,000	243,23
T-2	N-1	N-2	101,6	PVC	140	1,89	0,24	0,000	96,10
T-3	N-2	N-3	101,6	PVC	140	0,10	0,01	0,000	168,41
T-4	N-2	N-4	101,6	PVC	140	1,71	0,21	0,000	155,43
T-5	N-4	N-5	101,6	PVC	140	0,60	0,07	0,000	9,29
T-6	N-4	N-6	19	PVC	140	0,11	0,39	0,000	188,05
T-7	N-4	N-7	84,2	PVC	140	0,93	0,17	0,000	260,94
T-8	N-5	N-9	84,2	PVC	140	0,41	0,07	0,000	309,84
T-9	N-7	N-8	47,4	PVC	140	0,12	0,07	0,000	193,50
T-10	N-9	N-10	47,4	PVC	140	0,17	0,10	0,000	192,72
T-11	N-7	N-11	84,2	PVC	140	0,70	0,13	0,000	390,65
T-12	N-11	N-12	47,4	PVC	140	0,20	0,12	0,000	319,24
T-13	N-11	N-13	84,2	PVC	140	0,25	0,05	0,000	732,48
T-14	N-9	N-14	84,2	PVC	140	0,19	0,03	0,000	1073,01

Elaborado por: El Autor

A partir de los resultados obtenidos en la modelación, se identificó en la Tabla 15 que, en la red las velocidades en el escenario más crítico (QMH), se presenta un 92.86 % de los valores menores a los normados, y un 7.14% dentro del rango de 0.3 – 3 (m/s).

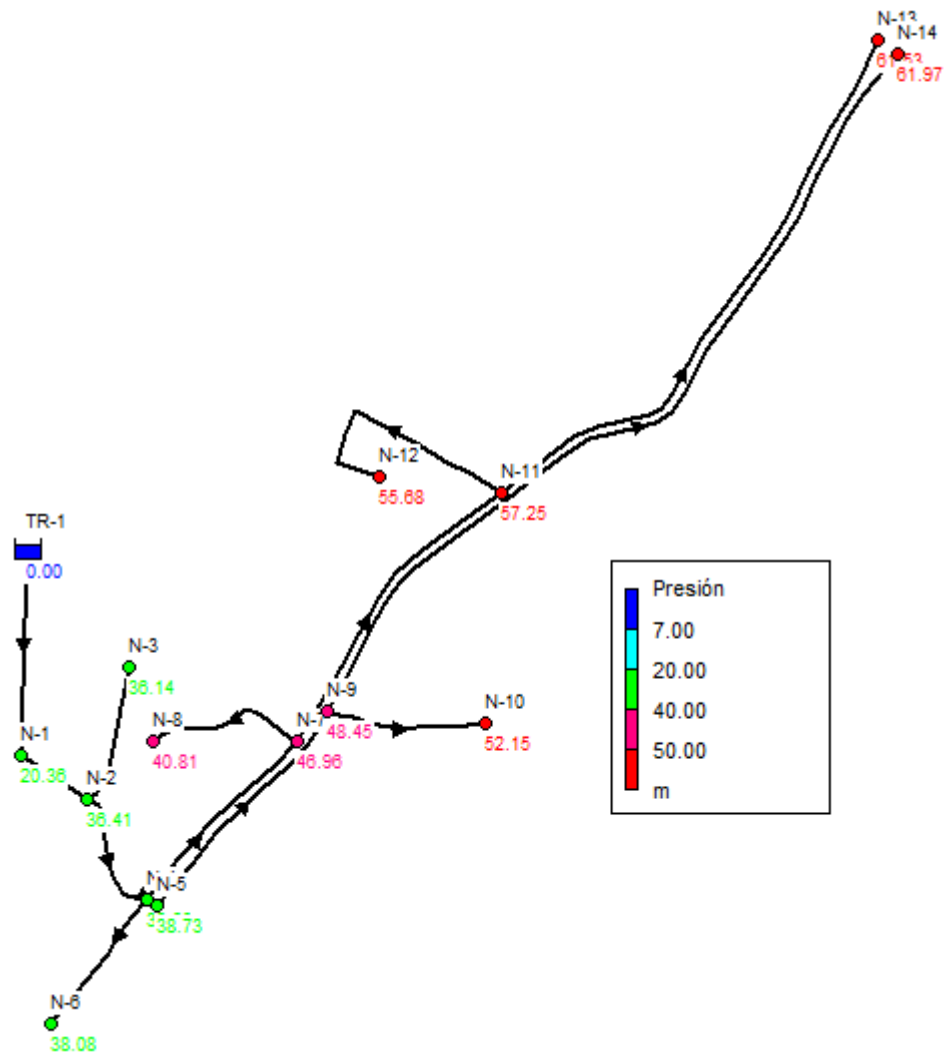


Imagen 6: Evaluación de presiones de la red existente en modo estático
Elaborado por: El Autor

Tabla 16: Análisis estático de presiones de la red existente

Nudo	Elevación (m)	Demanda (L/s)	Gradiente hidráulica (m)	Presión (m H₂O)
N-1	2974,875	0,070	2995,24	20,36
N-2	2958,747	0,074	2995,16	36,41
N-3	2959,019	0,099	2995,16	36,14
N-4	2956,463	0,074	2995,06	38,60
N-5	2956,341	0,185	2995,07	38,73
N-6	2954,583	0,110	2992,66	38,08
N-7	2947,985	0,113	2994,95	46,96
N-9	2954,099	0,120	2994,91	40,81
N-8	2946,586	0,166	2995,04	48,45
N-10	2942,813	0,171	2994,96	52,15
N-11	2937,580	0,244	2994,83	57,25
N-12	2939,000	0,203	2994,68	55,68
N-13	2933,265	0,254	2994,80	61,53
N-14	2933,042	0,185	2995,01	61,97

Elaborado por: El Autor

A partir de los resultados obtenidos en la modelación, se identificó en la Tabla 16 que, en la red para el QMH, existe un 64.29 % de los valores de presión que se encuentran dentro del rango moderado y el 35.71 % sobrepasaban el límite establecido por la norma. Teóricamente, es congruente que cuando los valores de velocidad son menores, las presiones son mayores.

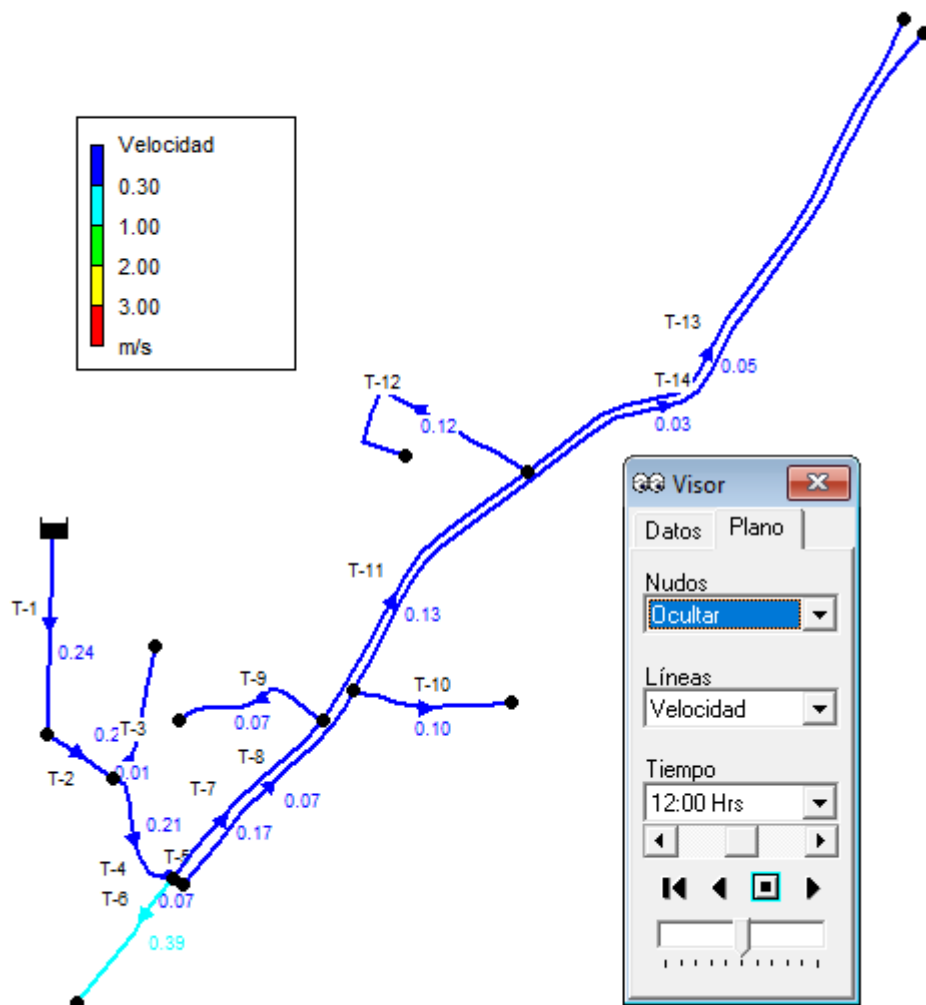


Imagen 7: Evaluación de velocidades de la red existente en modo dinámico
 Elaborado por: El Autor

Tabla 17: Análisis dinámico de velocidades de la red existente

Tubería	Nudo inicial	Nudo final	Diámetro interno (mm)	Material	Hazen-Williams C	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m/m)	Longitud (m)
T-1	TR	N-1	101,6	PVC	140	1,96	0,24	0,000	243,23
T-2	N-1	N-2	101,6	PVC	140	1,89	0,24	0,000	96,10
T-3	N-2	N-3	101,6	PVC	140	0,10	0,01	0,000	168,41
T-4	N-2	N-4	101,6	PVC	140	1,71	0,21	0,000	155,43
T-5	N-4	N-5	101,6	PVC	140	0,60	0,07	0,000	9,29
T-6	N-4	N-6	19,00	PVC	140	0,11	0,39	0,000	188,05
T-7	N-4	N-7	84,2	PVC	140	0,93	0,17	0,000	260,94
T-8	N-5	N-9	84,2	PVC	140	0,41	0,07	0,000	309,84
T-9	N-7	N-8	47,4	PVC	140	0,12	0,07	0,000	193,50
T-10	N-9	N-10	47,4	PVC	140	0,17	0,10	0,000	192,72
T-11	N-7	N-11	84,2	PVC	140	0,70	0,13	0,000	390,65
T-12	N-11	N-12	47,4	PVC	140	0,20	0,12	0,000	319,24
T-13	N-11	N-13	84,2	PVC	140	0,25	0,05	0,000	732,48
T-14	N-9	N-14	84,2	PVC	140	0,19	0,03	0,000	1073,01

Elaborado por: El Autor

Para el análisis dinámico de la red actual se modeló en base a la curva de consumo obtenida del sector la cual no es una curva de consumo típica para pequeñas poblaciones, se tomaron los datos obtenidos a las 12 del día debido a que es la hora pico de consumo. A partir de los resultados obtenidos en la modelación, se identificó en la Tabla 17 que, en la red las velocidades en el escenario más crítico (QMH), se presenta un 92.86 % de los valores menores a los normados, y un 7.14% dentro del rango de 0.3 – 3 (m/s).

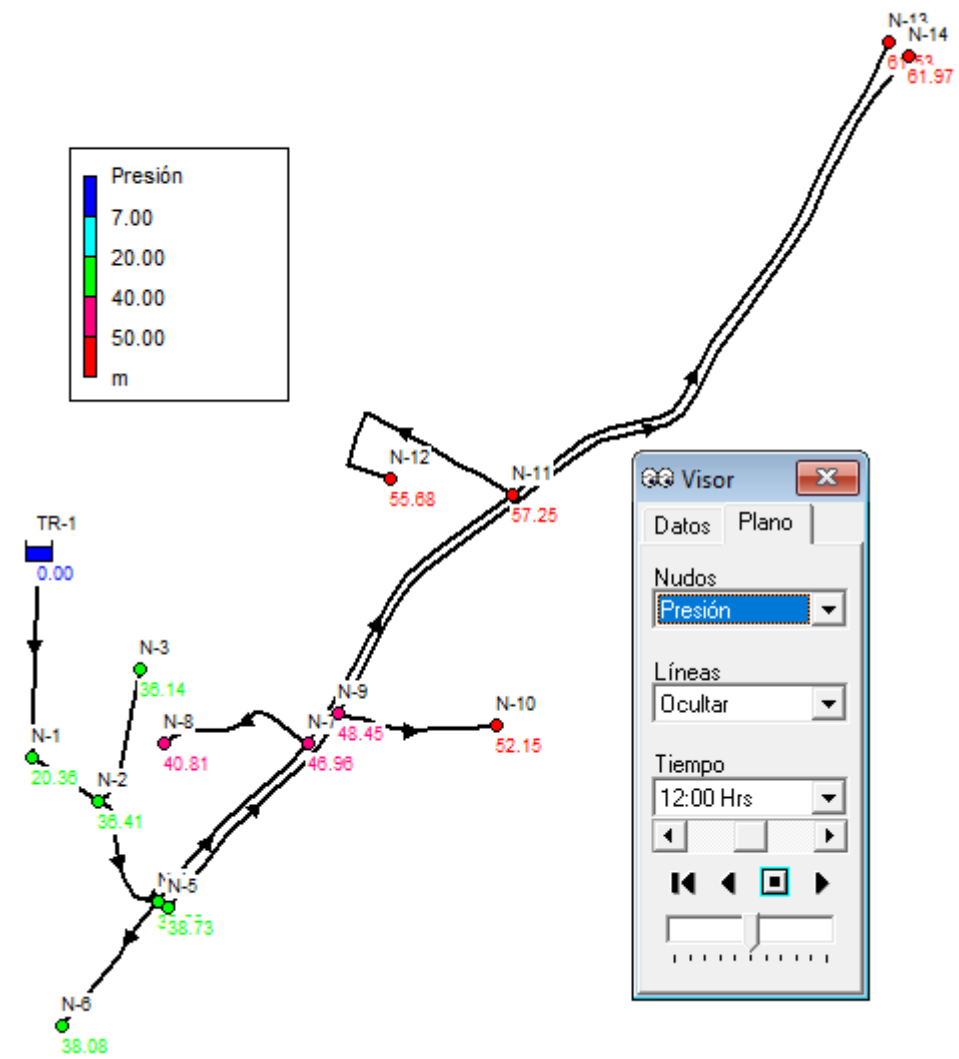


Imagen 8: Evaluación de presiones de la red existente en modo dinámico

Elaborado por: El Autor

Tabla 18: Análisis dinámico de presiones de la red existente

Nudo	Elevación (m)	Demanda (L/s)	Gradiente hidráulica (m)	Presión (m H₂O)
N-1	2974,875	0,070	2995,24	20,36
N-2	2958,747	0,074	2995,16	36,41
N-3	2959,019	0,099	2995,16	36,14
N-4	2956,463	0,074	2995,06	38,60
N-5	2956,341	0,185	2995,07	38,73
N-6	2954,583	0,110	2992,66	38,08
N-7	2947,985	0,113	2994,95	46,96
N-9	2954,099	0,120	2994,91	40,81
N-8	2946,586	0,166	2995,04	48,45
N-10	2942,813	0,171	2994,96	52,15
N-11	2937,580	0,244	2994,83	57,25
N-12	2939,000	0,203	2994,68	55,68
N-13	2933,265	0,254	2994,80	61,53
N-14	2933,042	0,185	2995,01	61,97

Elaborado por: El Autor

Para el análisis dinámico de la red actual se modeló en base a la curva de consumo obtenida del sector, la cual no es una curva de consumo típica para pequeñas poblaciones, se tomaron los datos obtenidos a las 12 del día debido a que es la hora pico de consumo. A partir de los resultados obtenidos en la modelación, se identificó en la Tabla 18 que, en la red para el QMH, existe un 64.29 % de los valores de presión que se encuentran dentro del rango moderado y el 35.71 % sobrepasaban el límite establecido por la norma. Teóricamente es congruente que cuando los valores de velocidad son menores, las presiones son mayores.

3.2.3 Evaluación de la eficiencia del tratamiento del agua

Al agua que proviene de la fuente Chilla Buena Esperanza se le aplica el proceso de desinfección mediante la dosificación con hipoclorador por disolución artesanal, se prepara una solución de cloro con agua en un tanque de polietileno y con la llave de salida al tanque, la cual controla el goteo dentro del tanque de almacenamiento. Sin embargo, a lo largo de los últimos meses este sistema no se encuentra funcionando correctamente debido a la falta de mantenimiento, por lo cual, se realiza una

dosificación manual que no es uniforme ni constante, lo que genera que en ciertos casos el agua llegue con turbiedad a las acometidas.

De acuerdo con la encuesta sobre la calidad del agua, el 15% de la población encuestada manifestó que, el agua presenta turbiedad por días debido a la limpieza periódica de los tanques, las épocas de lluvia y por exceso de cloro en el tratamiento.

Se realizaron los ensayos físico-químico y microbiológicos en el Laboratorio del GADMIC Saquisilí, en base a los parámetros básicos de la norma NTE-INEN 1108, se tomaron tres muestras de agua. La primera, en la vertiente Chilla Buena Esperanza, la segunda, al inicio de la tubería que llega al tanque, y la tercera muestra fue de agua almacenada perteneciente al tanque reservorio, los resultados que se encuentran en el Anexo 7, determinaron que el agua es apta para el consumo humano, puesto a que los indicadores de pH, turbidez, coliformes fecales, coliformes totales, y sólidos totales se encuentran dentro de los límites tolerables propuestos por normativa nacional e internacional (ver Tabla 19).

Tabla 19: Parámetros, métodos y norma utilizada en el análisis del agua

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Norma de referencia: DE ACUERDO A NTE INEN 1108:2014 AGUA POTABLE REQUISITOS
ANÁLISIS FÍSICOS REALIZADOS			
TURBIDEZ	NTU	APHA-2130	5
ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS			
COLORO	mg/l	HANNA-H193701	0,3-0,5
Ph	Und.	HACH-SESION1	6,5-8,5
TOTAL DISUELTO DE SOLIDOS	mg/l	HACH-SESION5	500
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS REALIZADOS			
COLIFORMES FECALES	ufc/l	APHA-9222	<1
COLIFORMES TOTALES	ufc/l	APHA-9222	<1

Elaborado por: El Autor

Muestra 1: Agua natural (vertiente)

Tabla 20: Análisis de potabilidad del agua muestra 1

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADO	CUMPLIMIENTO
ANÁLISIS FÍSICOS REALIZADOS			
TURBIDEZ	NTU	1,64	Cumple
ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS			
COLORO	mg/l	**	No Verificable
Ph	Und.	6,9	Cumple
TOTAL DISUELTO DE SÓLIDOS	mg/l	231	Cumple
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS REALIZADOS			
COLIFORMES FECALES	ufc/l	0,25	Cumple
COLIFORMES TOTALES	ufc/l	0,33	Cumple

Elaborado por: El Autor

Muestra 2: Agua natural (llegada al tanque reservorio)

Tabla 21: Análisis de potabilidad del agua muestra 2

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADO	CUMPLIMIENTO
ANÁLISIS FÍSICOS REALIZADOS			
TURBIDEZ	NTU	1,93	Cumple
ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS			
COLORO	mg/l	**	No Verificada
Ph	Und.	6,61	Cumple
TOTAL DISUELTO DE SÓLIDOS	mg/l	231	Cumple
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS REALIZADOS			
COLIFORMES FECALES	ufc/l	0,39	Cumple
COLIFORMES TOTALES	ufc/l	0,36	Cumple

Elaborado por: El Autor

Muestra 3: Agua (salida del tanque reservorio)

Tabla 22: Análisis de potabilidad del agua muestra 3

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADO	CUMPLIMIENTO
ANÁLISIS FÍSICOS REALIZADOS			
TURBIDEZ	NTU	0	Cumple
ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS			
CLORO	mg/l	0,21	No Cumple
Ph	Und.	6,83	Cumple
TOTAL DISELTO DE SOLIDOS	mg/l	229	Cumple
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS REALIZADOS			
COLIFORMES FECALES	ufc/l	0	Cumple
COLIFORMES TOTALES	ufc/l	0	Cumple

Elaborado por: El Autor

3.2.4 Evaluación de prácticas administrativas de la JABM

La junta de agua del barrio Mollepamba, como prestador comunitario y legalmente jurídico, se encarga de administrar el servicio de agua potable de la zona de estudio, es constituida mediante una designación ecuaníme de una asamblea general de los usuarios y la administración elegida puede ejercer sus funciones a lo largo de cuatro años.

3.2.4.1 Manejo de ingresos y egresos de la prestación del servicio

Debido a que la Junta de agua no dispone de un sistema de micro medición no es posible calcular con exactitud el consumo real de cada usuario, por lo tanto, para cubrir los costos de operación y mantenimiento del sistema se estableció una tarifa de \$2.00 por los 10 m³ de agua, en el caso que exista algún exceso se cobra \$0.15, de esta manera se puede notar que el sistema no es sustentable. Esta denominación se debe a que no todos los usuarios contribuyen con el pago mensual debido el contexto socioeconómico y a la flexibilidad de los modos de pago, haciendo que no se disponga del presupuesto necesario para realizar mantenimientos preventivos, continuos y correctivos.

3.2.4.2 Métodos de operación y mantenimiento

Como mantenimiento preventivo que se le da al sistema de distribución de agua potable es la limpieza periódica de los tanques de almacenamiento y cajas de revisión de válvulas, estos trabajos se llevan a cabo por medio del Aguatero y su ayudante, en

el caso de que exista alguna rotura en la red de distribución se convoca a una minga de trabajo en donde se emplean métodos provisionales al realizar parcheos no tecnificados debido a que las personas del sector ni el aguatero no cuentan con instructivos acerca de mantenimiento técnico del sistema (ver Imagen 9).



Imagen 9: Limpieza periódica de los tanques reservorios

Fuente: El Autor

3.3 Fase 3: Diagnóstico del sistema existente

3.3.1 Deficiencias encontradas en el SDAP existente

De las evaluaciones realizadas en capítulos anteriores, se han localizado una serie de deficiencias en el sistema, las cuales se detallarán a continuación

Presión inadecuada

Con la información obtenida de las encuestas realizadas el 75% de las personas que se benefician de la red, dicen que la presión del agua es adecuada. Sin embargo, al no contar con un tanque reductor de presiones y al no realizar una correcta regulación de las válvulas de presión, se genera el agrietamiento y desgaste de las tuberías lo cual con el pasar del tiempo provoca fugas continuas, esto debido a que existen sobrepresiones, las cuales se pudieron verificar con ayuda de un manómetro manual (ver Imagen 10).



Imagen 10: Sobrepresiones

Fuente: El Autor

Desperdicio de agua

Debido a que el volumen del tanque de almacenamiento sobrepasa el volumen de consumo, los usuarios del sistema de distribución aseguran que la cantidad de agua que reciben es la adecuada, por este motivo durante las visitas de campo se pudo observar que existe desperdicio de agua principalmente en grifos dañados y despreocupación de los usuarios, también existen casos de mala utilización del agua para fines agropecuarios, pese a ser partícipes del sistema de regadío.

Fugas

Durante las visitas de campo se pudo evidenciar que a lo largo de la red de distribución existen fugas debido a instalaciones inadecuadas, por el desgaste de los materiales, y por fluctuaciones en las presiones en la red (ver Imagen 11).



Imagen 11: Fugas provocadas por sobre presiones

Fuente: El Autor

Envejecimiento del sistema y de sus componentes

Con la información obtenida del presidente de la junta de agua de Mollepamba, se pudo saber que el sistema fue construido en el año 1998, el cual fue diseñado para un periodo de 30 años lo que quiere decir que está pronto a cumplir su periodo de uso debido a que lleva 25 años en servicio, debido al constante uso y antigüedad de la red, se evidencia el deterioro de diversos componentes del sistema (Ver Imagen 12).



Imagen 12: Deterioro de componentes de la red

Fuente: El Autor

Carencia de sistema de micro medición y tarifación

Cuando el sistema de distribución se instaló un micromedidor en cada acometida, sin embargo, nunca se ha contado con un sistema de control del consumo del agua.

De los 100 usuarios que existen actualmente se identificó que todos cuentan con micromedidores, de los cuales una gran cantidad no se encuentran en funcionamiento debido al prolongado periodo de utilidad o por modificaciones realizadas por los mismos usuarios (ver Imagen 13).



Imagen 13: Micromedidores

Fuente: El Autor

3.3.2 Cuadro de análisis de los problemas identificados y sus posibles causas

Se han identificado las siguientes deficiencias y se han establecido las posibles causas (ver Tabla 23).

Tabla 23: Análisis de problemas encontrados en el sistema existente

Problema	Causas posibles	Propuesta de optimización
Presión inadecuada	Problemas de mantenimiento Aspectos topográficos Válvulas insuficientes Inexistencia de Tanque rompe presiones	Rediseño integral de un sistema que cumpla con la normativa vigente que garantice un suministro eficaz
Desperdicio de agua	Uso desmedido del agua Consumos no autorizados Uso para fines agropecuarios	
Fugas	Presión excesiva Conexiones desgastadas Pérdidas en juntas y accesorios	
Obsolencia del sistema y de sus componentes	La tarifa no cubre la necesidad económica para el mantenimiento o mejoramiento Deficiente gestión de los encargados Presupuesto reducido	
Carencia de sistema de micro medición y tarificación	No existe un sistema de control de micromedición Nivel económico bajo Oposición de la población al aumento de la tarifa	

Elaborado por: El Autor

3.4 Fase 4: Propuesta de rediseño del sistema de agua potable

3.4.1 Parámetros de diseño

3.4.1.1 Área del proyecto

El área que se estableció para el diseño de este proyecto es de 50.00 ha, la cual corresponde a la superficie total del casco urbano del Barrio Mollepamba. Debido a que el sistema de distribución existente se encuentra colindando con redes pertenecientes a otras jurisdicciones (al Norte barrio San Ramón, al Occidente Barrio La Libertad, Al Sur Fábrica Explocen.), no es posible que exista un área de expansión representativa (ver Imagen 14).



Imagen 14: Área de expansión

Elaborado por: El Autor

3.4.1.2 Período de diseño

Para el periodo de diseño para la optimización del sistema de distribución de agua potable del barrio Mollepamba, se seleccionó en base a la Tabla 6: Vida útil sugerida para los elementos de un sistema de agua potable, en donde se indica que para tuberías PCV varían de 20 a 25 años.

$$n = 25 \text{ años}$$

3.4.1.3 Tasa de Crecimiento Poblacional

Para la determinación de la tendencia y tasa de crecimiento de la población de la zona del proyecto, se emplearon los datos intercensales del INEC correspondientes a la totalidad de la parroquia de Saquisilí (ver Tabla 24).

Tabla 24: Proyección de la población cantonal al 2030

AÑOS	COCHAPAMBA	CANCHAGUA	CHANTILÍN	SAQUISILÍ	TOTAL
1990	1837	2889	756	7347	12829
2001	4266	4738	823	10988	20815
2010	5426	5455	1035	13404	25320
2030	9270	7463	1755	20844	39332

Fuente: Actualización del plan participativo intercultural de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Saquisilí 2014-2019 [26].

Así mismo como se establece en la normativa, fue necesaria la aplicación de tres métodos de proyección poblacional.

a) Método Aritmético, calculado con la ecuación 21:

$$r(\%) = \left[\frac{\frac{P_{f_i}}{P_i} - 1}{n'} * 100 \right]$$

$$r(\%) = \left[\frac{\frac{10988}{7347} - 1}{(2001 - 1990)} * 100 \right]$$

$$r(\%) = 4.50 \%$$

$$r(\%) = \left[\frac{\frac{P_{f_i}}{P_i} - 1}{n'} * 100 \right]$$

$$r(\%) = \left[\frac{\frac{13404}{10988} - 1}{(2010 - 2001)} * 100 \right]$$

$$r(\%) = 2.44 \%$$

Tasa media de crecimiento poblacional:

$$r(\%) = \frac{(4.51 + 2.44)\%}{2} = 3.47\%$$

En el Gráfico 3 se puede apreciar la tendencia lineal que posee un facto de correlación de 0.9966.

Tabla 25: Tasa de crecimiento poblacional – Método Aritmético

Año Censal	Población (hab)	Intervalo de tiempo (n')	Tasa de crecimiento (%)
1990	7347	-	-
2001	10988	11	4,51
2010	13404	9	2,44

Elaborado por: El Autor

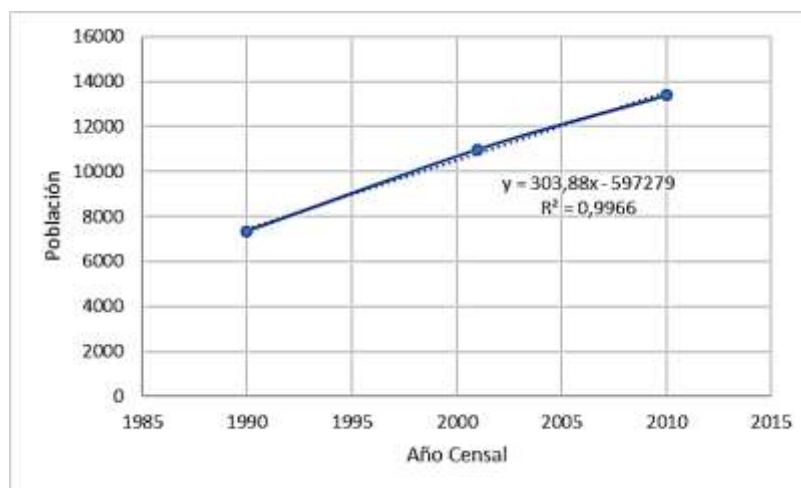


Gráfico 3: Tendencia Poblacional – Método Aritmético

Elaborado por: El Autor

b) Método Geométrico, calculado con la ecuación 22:

$$r(\%) = \left[\left(\frac{P_{f_i}}{P_i} \right)^{\frac{1}{n'}} - 1 \right] * 100$$

$$r(\%) = \left[\left(\frac{10988}{7347} \right)^{\frac{1}{11}} - 1 \right] * 100$$

$$r(\%) = 3.73 \%$$

$$r(\%) = \left[\left(\frac{P_{f_i}}{P_i} \right)^{\frac{1}{n'}} - 1 \right] * 100$$

$$r(\%) = \left[\left(\frac{13404}{10988} \right)^{\frac{1}{11}} - 1 \right] * 100$$

$$r(\%) = 2.23 \%$$

Tasa media de crecimiento poblacional:

$$r(\%) = \frac{(3.73 + 2.23)\%}{2} = 2.98\%$$

En el Gráfico 4 se puede apreciar la tendencia lineal que posee un facto de correlación de 1.

Tabla 26: Tasa de crecimiento poblacional – Método Geométrico

Año Censal	Población (hab)	Intervalo de tiempo (n')	Tasa de crecimiento (%)
1990	7347	-	-
2001	10988	11	3,73
2010	13404	9	2,23

Elaborado por: El Autor

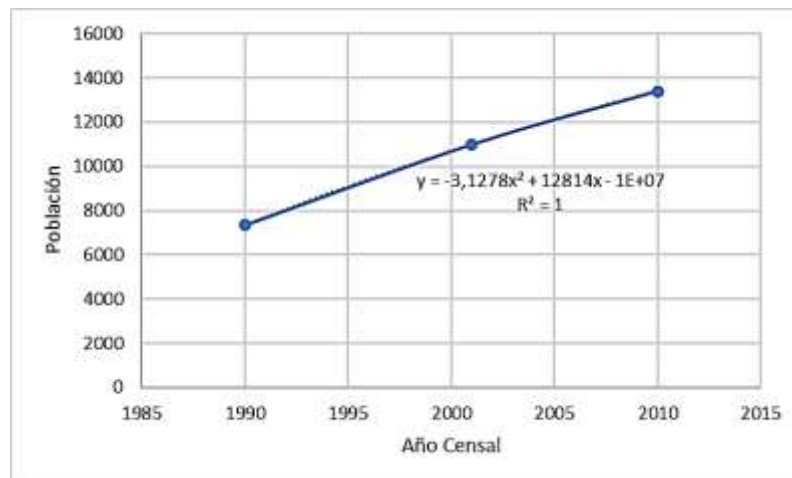


Gráfico 4: Tendencia Poblacional – Método Geométrico

Elaborado por: El Autor

c) **Método Exponencial, calculado con la ecuación 23:**

$$r(\%) = \left[\frac{\text{Ln} \left(\frac{P_{f_i}}{P_i} \right)}{n'} \right] * 100$$

$$r(\%) = \left[\frac{\text{Ln} \left(\frac{10988}{7347} \right)}{11} \right] * 100$$

$$r(\%) = 3.66 \%$$

$$r(\%) = \left[\frac{\text{Ln} \left(\frac{P_{f_i}}{P_i} \right)}{n'} \right] * 100$$

$$r(\%) = \left[\frac{\text{Ln} \left(\frac{13404}{10988} \right)}{11} \right] * 100$$

$$r(\%) = 2.21 \%$$

Tasa media de crecimiento poblacional:

$$r(\%) = \frac{(3.66 + 2.21)\%}{2} = 2.93\%$$

En el Gráfico 5 se puede apreciar la tendencia lineal que posee un facto de correlación de 0.979.

Tabla 27: Tasa de crecimiento poblacional – Método Exponencial

Año Censal	Población (hab)	Intervalo de tiempo (n')	Tasa de crecimiento (%)
1990	7347	-	-
2001	10988	11	3,66
2010	13404	9	2,21

Elaborado por: El Autor

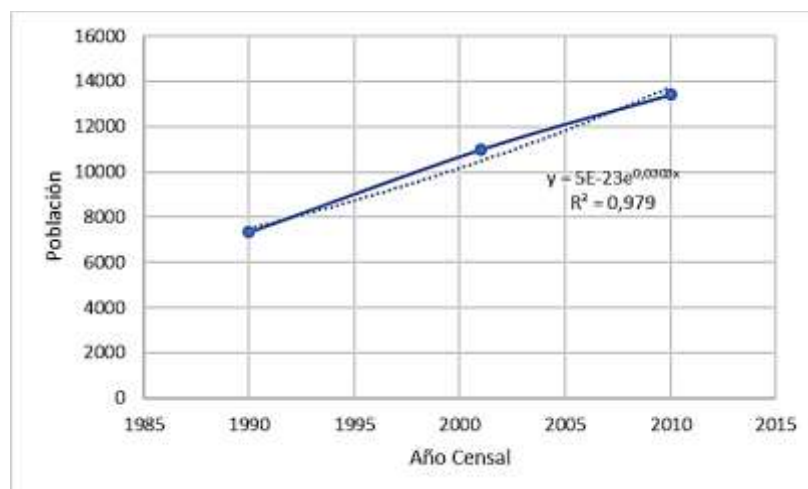


Gráfico 5: Tendencia Poblacional – Método Geométrico

Elaborado por: El Autor

De los resultados obtenidos de los tres métodos aplicados se, decidió optar por el método geométrico para la proyección poblacional del proyecto, dado que cuenta con una tasa de crecimiento de 2.98% y un factor de correlación de 1 (ver Tabla 28).

Tabla 28: Tasas de crecimiento poblacional para tres distintos métodos (aritmético, geométrico y exponencial)

Método	Tasa de crecimiento (%)	Coefficiente de Correlación (R ²)
Aritmético	3,47	0,997
Geométrico	2,98	1,000
Exponencial	2,93	0,979

Elaborado por: El Autor

3.4.1.4 Población de diseño

Población actual

De los 153 predios identificados dentro de la zona de Mollepamba se identificó que 152 predios son de uso residencial, y 1 predio corresponde a población flotante.

Estos valores ya fueron calculados previamente en la fase dos del proyecto con lo cual se pudo obtener la siguiente información (ver Tabla 29).

Tabla 29: Cálculo de la población actual

Población Actual	
Población contada	655
Población flotante	43,00
Población permanente	7,00
Población actual	662

Elaborado por: El Autor

Población futura, calculado con la ecuación 25:

Para encontrar la población futura se ocupó los valores obtenidos del método geométrico.

$$Pf = Pa * (1 + r)^n$$

$$Pf = 662 * (1 + 0.0298)^{25}$$

$$P_f = 1379.34 \text{ hab} = 1380 \text{ hab}$$

3.4.1.5 Dotación

Dotación actual

$D_{ma} = 90 \text{ lt/hab/día}$ según lo calculado en la fase 2 del proyecto

Dotación media futura, calculado con la ecuación 27:

$$D_{mf} = D_{ma} + (1 \text{ l/hab/día} * n) = 90 + (1 \text{ l/hab/día} * 25)$$

$$D_{mf} = 115 \text{ l/hab/día}$$

3.4.1.6 Caudales de diseño

Caudal medio diario, calculado con la ecuación 28:

$$Q_{md} = P_f * \frac{D_{mf}}{86400}$$

$$Q_{md} = 1380 \text{ hab} * \frac{115 \frac{\text{l}}{\text{hab}} * \text{día}}{86400}$$

$$Q_{md} = 1.84 \text{ l/seg}$$

Caudal máximo diario, calculado con la ecuación 29:

$$Q_{MD} = Q_{md} * K_{MD}$$

$$Q_{MD} = 1.84 \text{ l/seg} * 1.25$$

$$Q_{MD} = 2.30 \text{ l/seg}$$

Caudal máximo horario (Caudal de diseño), calculado con la ecuación 30:

$$Q_{MH} = Q_{md} * K_{MH}$$

$$Q_{MH} = 1.84 \text{ l/seg} * 3$$

$$Q_{MH} = 5.51 \text{ l/seg}$$

Para el presente proyecto se empleará el QMH calculado para la red, en este proyecto no se considerará caudal de incendios debido a que la población no es mayor de 3000 habitantes para la Sierra como lo explica la norma CPE INEN 5 Parte 9.2:1997.

3.4.2 Diseño de las redes de distribución

3.4.2.1 Determinación de las demandas base, calculado con la ecuación 12, 13,

14:

Se utilizó el método de las áreas unitarias para poder determinar la demanda base en cada nodo de consumo (ver Tabla 30).

Tabla 30: Demanda base del sistema de distribución

Nodos	Elevación (msnm)	Área (ha)	Área (%)	Escenario de Diseño QMH Demanda base (lt/s)
1	2974,875	1,693	3,39%	0,187
2	2958,747	1,796	3,59%	0,198
3	2959,019	2,386	4,77%	0,263
4	2956,463	1,796	3,59%	0,198
5	2956,341	4,479	8,96%	0,494
6	2954,583	2,666	5,33%	0,294
7	2947,985	2,732	5,46%	0,301
8	2954,099	2,902	5,80%	0,320
9	2946,586	4,000	8,00%	0,441
10	2942,813	4,122	8,24%	0,454
11	2937,58	5,906	11,81%	0,651
12	2939,00	4,910	9,82%	0,541
13	2933,265	6,143	12,29%	0,677
14	2933,042	4,471	8,94%	0,493
Total		50,002	100,00%	5,510

Elaborado por: El Autor

3.4.2.2 Validación de la capacidad del tanque de almacenamiento existente

Volumen de regulación, calculado con las ecuaciones 37 y 38:

En base a la normativa, para determinar el volumen de regulación para los sectores con poblaciones menores a 5 000 habitantes, se debe estimar un 30% del volumen consumido en un día, aplicando el caudal medio diario [22].

$$Q_{almac_{RED}} = 30\% * Q_{md}$$

$$Q_{almac_{RED}} = 0.30 * 1.84 \text{ l/s}$$

$$Q_{almac_{RED}} = 0.55 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

$$Valmac_{RED} = 0.55 \frac{l}{s} * \frac{1m^3}{1000 l} * \frac{86400 s}{1 día}$$

$$Valmac_{RED} = 47.61 m^3/día$$

Volumen de protección contra incendios y volumen de emergencia

Los volúmenes para la protección contra incendios y de emergencia no deben ser considerados en poblaciones hasta 5 000 hab, en base a los establecido por la normativa [22].

Tabla 31: : Volumen disponible vs Volumen requerido

Tanque	Volumen total disponible (m3/día)	Volumen total requerido (m3/día)	Cumplimiento de relación Volumen Total disponible > Volumen total requerido
Rectangular	8*6*4=192	47,61	192>47,61

Elaborado por: El Autor

En la Tabla 31, se puede observar que se cumple con la relación del volumen total disponible en comparación con el volumen total requerido, por lo cual, se considera que es factible la utilización del tanque existente.

3.4.2.3 Dimensionamiento del sistema de distribución (actual)

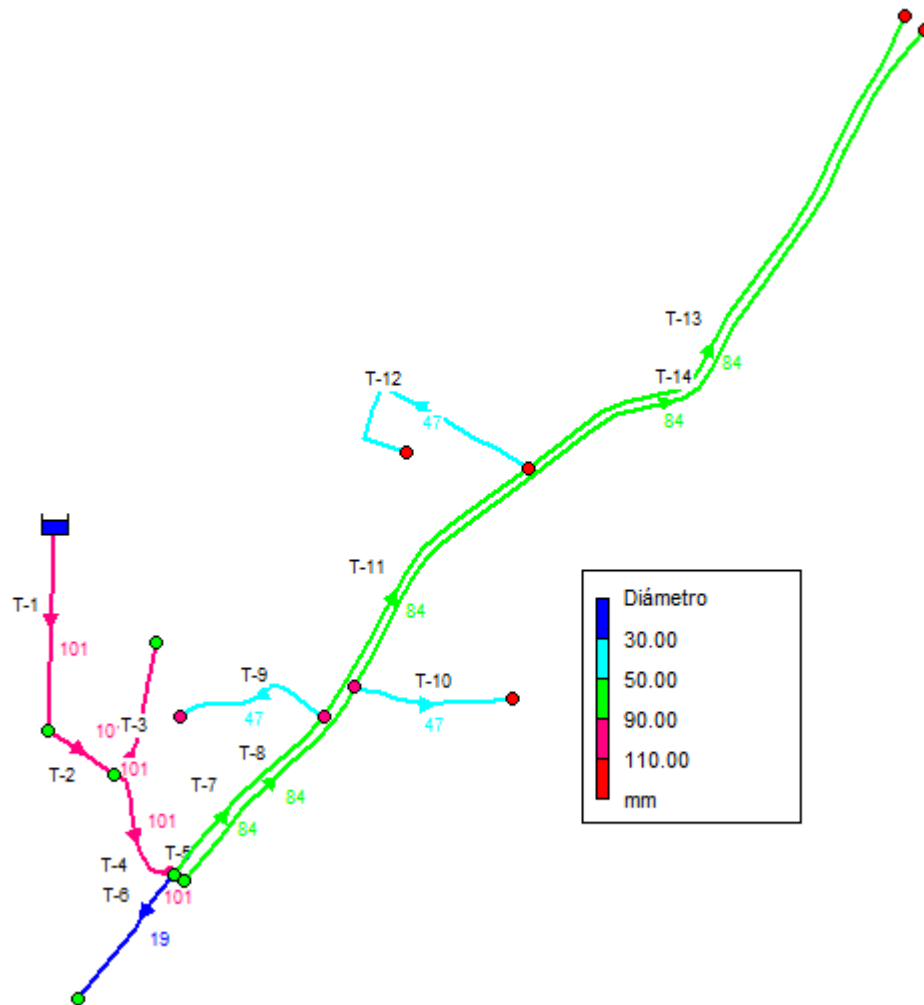


Imagen 15: Dimensionamiento de la Red

Fuente: El Autor

3.4.2.4 Análisis hidráulico del sistema de distribución de agua potable

Análisis estático del sistema (Diseño)

Para el diseño de la red se analizó un gráfico del contorno del sector para identificar hasta qué cota el sistema sigue cumpliendo con la altura necesaria para el cumplimiento de las presiones como se puede ver en la Imagen 16.

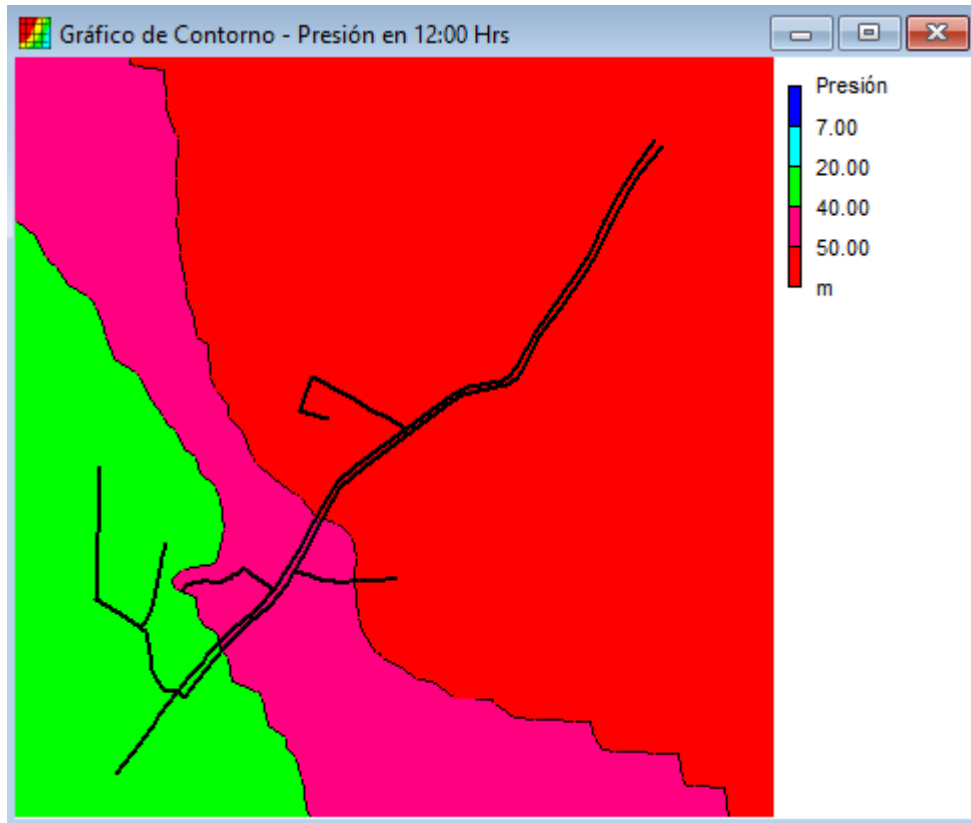


Imagen 16: Gráfico de control de presiones a las 12 pm (hora pico)

Fuente: El Autor

Como se puede observar en la Imagen 16, las presiones a partir de los nodos 4, 5, 7, 9 empiezan a tener valores cercanos al límite, y a partir del nodo 7 y 9, las presiones sobrepasan los 50 m.c.a establecidos por la norma, por lo cual, se ha decidido implementar dos válvulas reguladoras de presión entre los nodos 4 – 7 y 5 – 9.

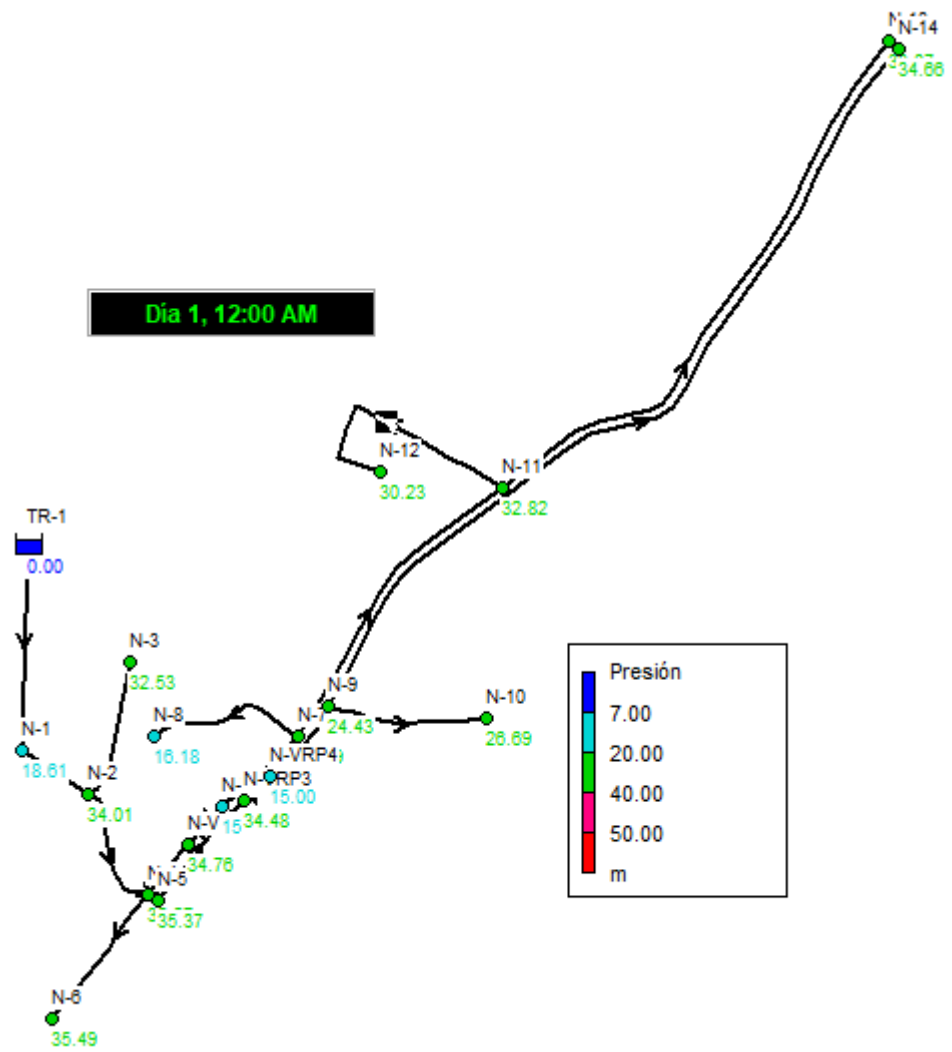


Imagen 17: Análisis estático de presiones del sistema

Fuente: El Autor

Tabla 32: Resultados del análisis estático de los nudos

Nudo	Elevación (m)	Demanda (L/s)	Gradiente hidráulica (m)	Presión (m H₂O)
N-1	2974,875	0,187	2993,49	18,61
N-2	2958,747	0,198	2992,76	34,01
N-3	2959,019	0,263	2991,55	32,53
N-4	2956,463	0,198	2991,73	35,27
N-5	2956,341	0,494	2991,71	35,37
N-6	2954,583	0,294	2990,07	35,49
N-7	2947,985	0,301	2971,08	23,09
N-8	2954,099	0,320	2970,28	16,18
N-9	2946,586	0,441	2971,02	24,43
N-10	2942,813	0,454	2969,50	26,69
N-11	2937,580	0,651	2970,40	32,82
N-12	2939,000	0,541	2969,23	30,23
N-13	2933,265	0,677	2966,34	33,07
N-14	2933,042	0,493	2967,70	34,66
N-VRP1	2956,463	0,198	2991,22	34,76
N-VRP2	2956,463	0,198	2971,46	15,00
N-VRP3	2956,341	0,494	2990,82	34,48
N-VRP4	2956,341	0,494	2971,34	15,00

Elaborado por: El Autor

En la Tabla 32 y en la Imagen 17, se puede observar que al implementar las dos válvulas reguladoras de presión se pudo optimizar el funcionamiento del sistema en un 100 %, controlando así las sobre presiones que presentaba en la actualidad.

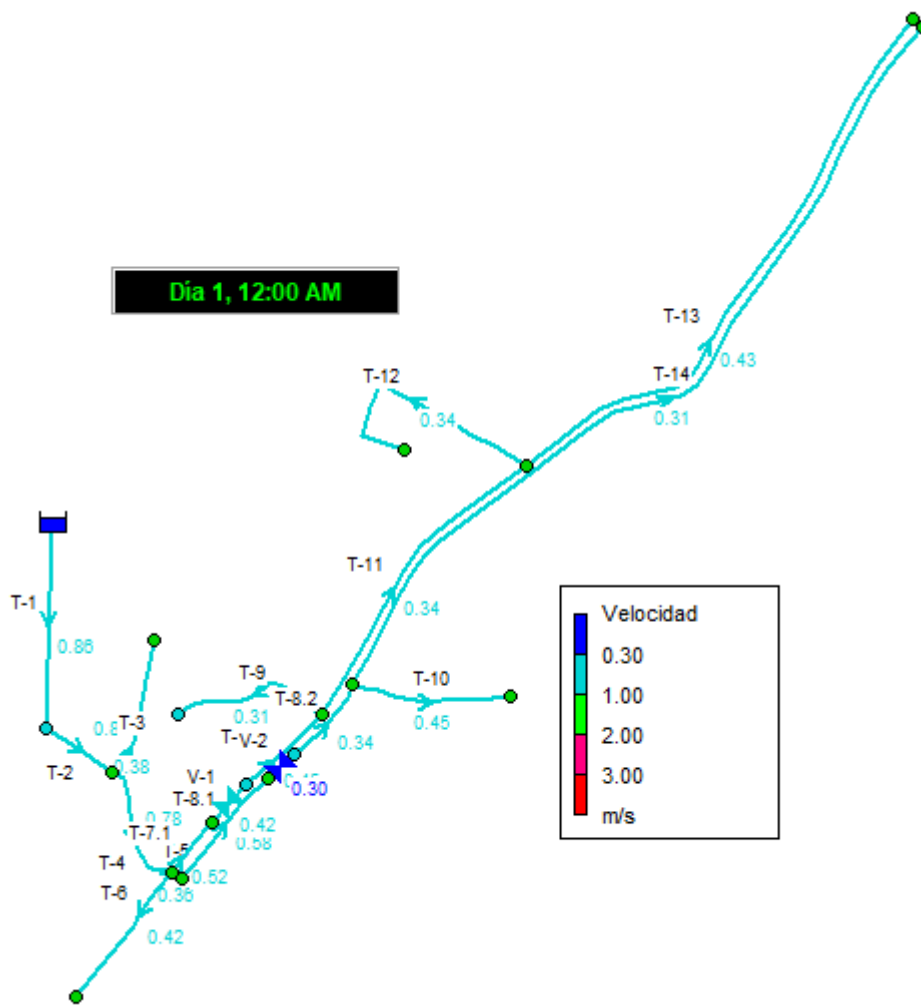


Imagen 18: Análisis estático de velocidades

Fuente: El Autor

Tabla 33: Resultados del análisis estático de las tuberías

Tubería	Nudo inicial	Nudo final	Diámetro interno (mm)	Material	Hazen-Williams C	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m/m)	Longitud (m)
T-1	TR	N-1	101,6	PVC	140	6,90	0,86	0,000	243,23
T-2	N-1	N-2	101,6	PVC	140	6,71	0,84	0,000	96,10
T-3	N-2	N-3	29,8	PVC	140	0,26	0,38	0,000	168,41
T-4	N-2	N-4	101,6	PVC	140	6,25	0,78	0,000	155,43
T-5	N-4	N-5	101,6	PVC	140	2,87	0,36	0,000	9,29
T-6	N-4	N-6	29,8	PVC	140	0,29	0,42	0,000	188,05
T-7.1	N-4	N-VRP1	84,2	PVC	140	2,89	0,52	0,000	130,47
T-7.2	N-VRP2	N-7	84,2	PVC	140	2,49	0,45	0,000	130,47
T-8.1	N-5	N-VRP3	72,0	PVC	140	2,38	0,58	0,000	154,92
T-8.2	N-VRP3	N-9	72,0	PVC	140	1,39	0,34	0,000	154,92
T-9	N-7	N-8	36,0	PVC	140	0,32	0,31	0,000	193,50
T-10	N-9	N-10	36,0	PVC	140	0,45	0,45	0,000	192,72
T-11	N-7	N-11	84,2	PVC	140	1,87	0,34	0,000	390,65
T-12	N-11	N-12	45,0	PVC	140	0,54	0,34	0,000	319,24
T-13	N-11	N-13	45,0	PVC	140	0,68	0,43	0,000	732,48
T-14	N-9	N-14	45,0	PVC	140	0,49	0,31	0,000	1073,01

Elaborado por: El Autor

En la Tabla 33 y en la Imagen 18, se puede observar que, al reducir el diámetro en algunas tuberías, se pudo optimizar el funcionamiento del sistema en un 100 %, eliminando de esta manera las bajas velocidades y evitando así la sedimentación, cumpliendo de esta manera con el rango establecido por la normativa ecuatoriana que va de 0.3 a 3 m/s.

3.4.2.5 Análisis dinámico del sistema (Diseño)

Para realizar un correcto análisis, lo adecuado es hacer un estudio de demanda de la localidad. Sin embargo, el patrón de consumo de la población en estudio presentó un comportamiento atípico por lo que, se considerarán los valores de los coeficientes de variación horaria para pequeñas comunidades establecidos en el manual CONAGUA (ver Tabla 34 y Gráfico 6) [27].

Tabla 34: Coeficientes de variación horaria para pequeñas comunidades

Tiempo (Hora)	Coeficientes de variación horaria	Tiempo (Hora)	Coeficientes de variación horaria
1	0,45	13	1,40
2	0,45	14	1,40
3	0,45	15	1,30
4	0,45	16	1,30
5	0,60	17	1,20
6	0,90	18	1,00
7	1,35	19	1,00
8	1,50	20	0,90
9	1,50	21	0,90
10	1,50	22	0,80
11	1,40	23	0,60
12	1,12	24	0,45

Fuente: CONAGUA “Datos Básicos para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado” [27].

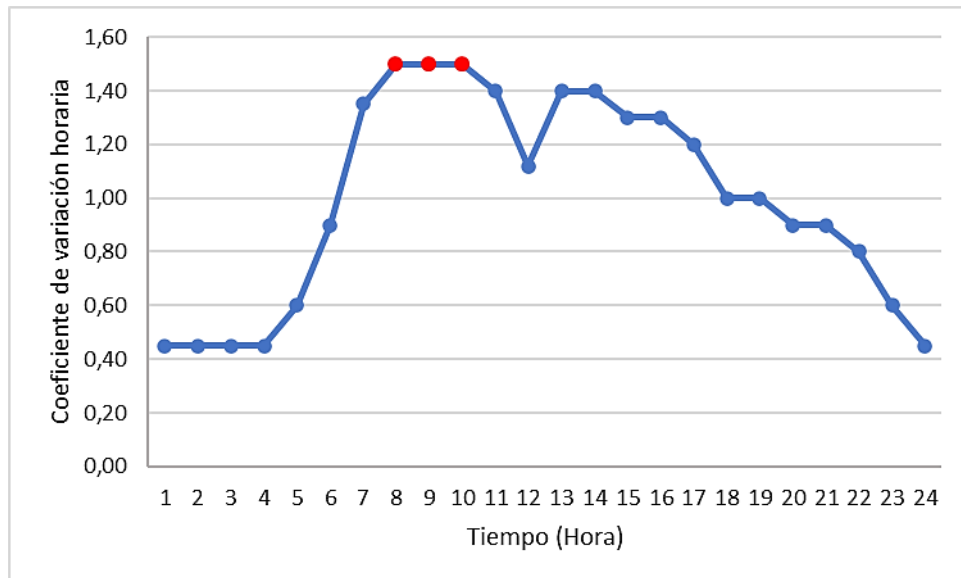


Gráfico 6: Curva de consumo típico de pequeñas comunidades

Fuente: CONAGUA “Datos Básicos para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado” [27].

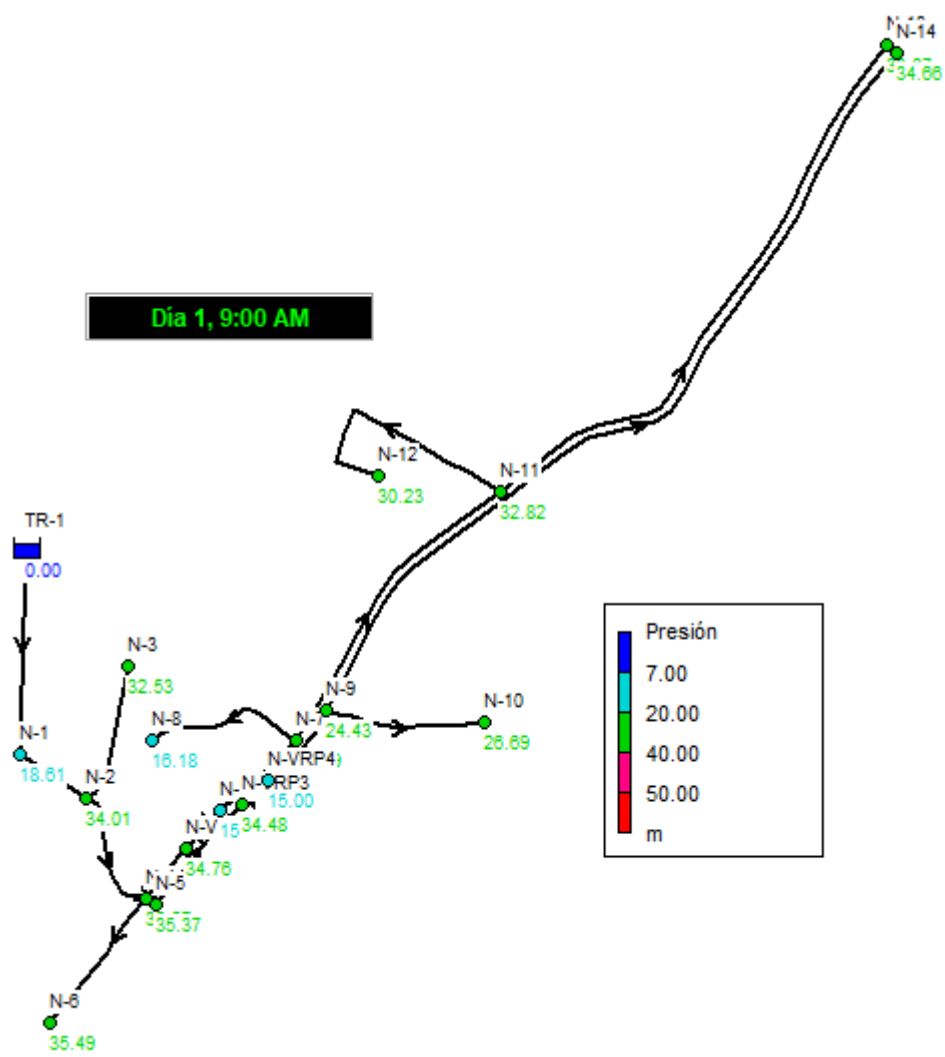


Imagen 19: Análisis dinámico de presiones de la Red a las 9 A.M

Fuente: El Autor

Tabla 35: Análisis dinámico de las presiones en los nudos a las 9 A.M.

Nudo	Elevación (m)	Demanda (L/s)	Gradiente hidráulica (m)	Presión (m H₂O)
N-1	2974,875	0,187	2993,49	18,61
N-2	2958,747	0,198	2992,76	34,01
N-3	2959,019	0,263	2991,55	32,53
N-4	2956,463	0,198	2991,73	35,27
N-5	2956,341	0,494	2991,71	35,37
N-6	2954,583	0,294	2990,07	35,49
N-7	2947,985	0,301	2971,08	23,09
N-8	2954,099	0,320	2970,28	16,18
N-9	2946,586	0,441	2971,02	24,43
N-10	2942,813	0,454	2969,50	26,69
N-11	2937,580	0,651	2970,40	32,82
N-12	2939,000	0,541	2969,23	30,23
N-13	2933,265	0,677	2966,34	33,07
N-14	2933,042	0,493	2967,70	34,66
N-VRP1	2956,463	0,198	2991,22	34,76
N-VRP2	2956,463	0,198	2971,46	15,00
N-VRP3	2956,341	0,494	2990,82	34,48
N-VRP4	2956,341	0,494	2971,34	15,00

Elaborado por: El Autor

En la Tabla 35 y en la Imagen 19, se puede observar que al analizar el sistema en estado dinámico a las 9 A.M. en donde se tiene el mayor consumo según la Tabla 34, al implementar las dos válvulas reguladoras de presión se pudo optimizar el funcionamiento del sistema en un 100 %, controlando así las sobre presiones que presentaba en la actualidad.

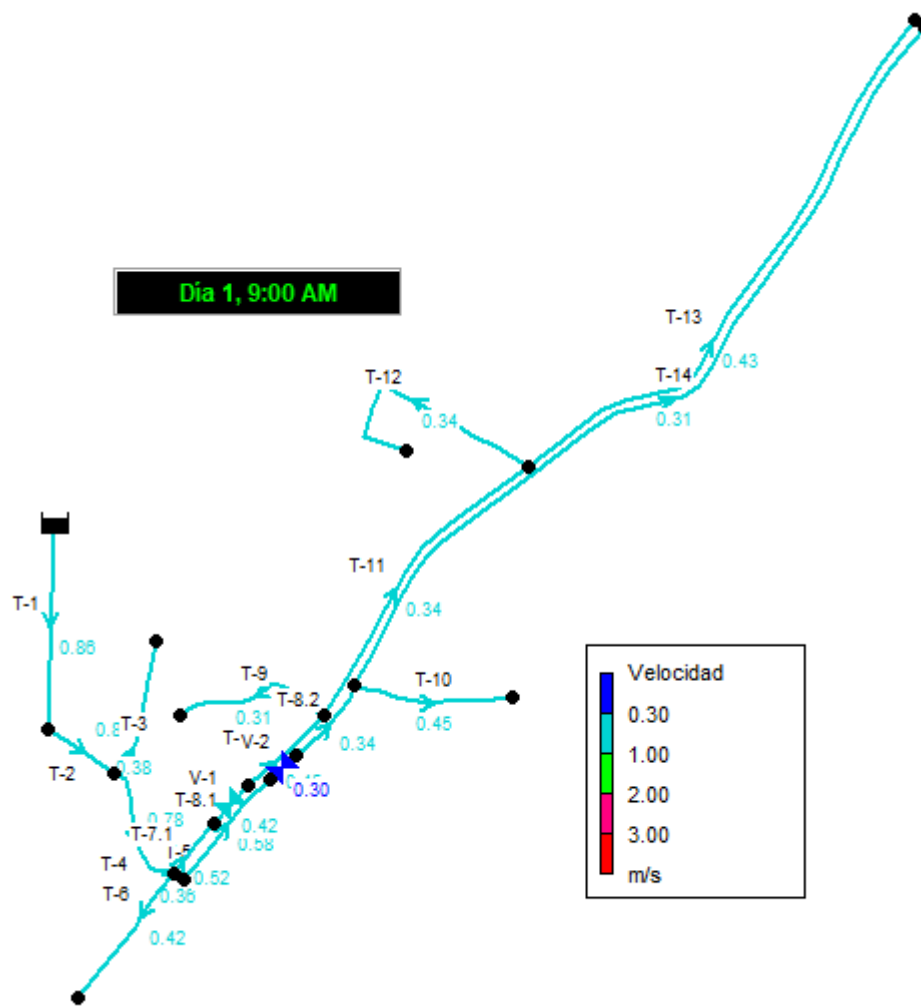


Imagen 20: Análisis dinámico de velocidades de la Red las 9 A.M.

Fuente: El Autor

Tabla 36: Análisis dinámico de las tuberías a las 9 A.M.

Tubería	Nudo inicial	Nudo final	Diámetro interno (mm)	Material	Hazen-Williams C	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m/m)	Longitud (m)
T-1	TR	N-1	101,6	PVC	140	6,90	0,86	0,000	243,23
T-2	N-1	N-2	101,6	PVC	140	6,71	0,84	0,000	96,10
T-3	N-2	N-3	29,8	PVC	140	0,26	0,38	0,000	168,41
T-4	N-2	N-4	101,6	PVC	140	6,25	0,78	0,000	155,43
T-5	N-4	N-5	101,6	PVC	140	2,87	0,36	0,000	9,29
T-6	N-4	N-6	29,8	PVC	140	0,29	0,42	0,000	188,05
T-7.1	N-4	N-VRP1	84,2	PVC	140	2,89	0,52	0,000	130,47
T-7.2	N-VRP2	N-7	84,2	PVC	140	2,49	0,45	0,000	130,47
T-8.1	N-5	N-VRP3	72,0	PVC	140	2,38	0,58	0,000	154,92
T-8.2	N-VRP3	N-9	72,0	PVC	140	1,39	0,34	0,000	154,92
T-9	N-7	N-8	36,0	PVC	140	0,32	0,31	0,000	193,50
T-10	N-9	N-10	36,0	PVC	140	0,45	0,45	0,000	192,72
T-11	N-7	N-11	84,2	PVC	140	1,87	0,34	0,000	390,65
T-12	N-11	N-12	45,0	PVC	140	0,54	0,34	0,000	319,24
T-13	N-11	N-13	45,0	PVC	140	0,68	0,43	0,000	732,48
T-14	N-9	N-14	45,0	PVC	140	0,49	0,31	0,000	1073,01

Elaborado por: El Autor

En la Tabla 36 y en la Imagen 20 se puede observar que, al reducir el diámetro en algunas tuberías, se pudo optimizar el funcionamiento del sistema en un 100 %, eliminando de esta manera las bajas velocidades y evitando así la sedimentación, cumpliendo de esta manera con el rango establecido por la normativa ecuatoriana que va de 0.3 a 3 m/s.

3.4.2.6 Diseño del tratamiento de desinfección del agua

Caudal para el tratamiento, calculado con la ecuación 37:

La norma CPE INEN 5 Parte 9-1:1992 establece que el caudal aplica para sistemas de tratamiento es:

$$Q_{\text{tratamiento}} = Q_{\text{MD}} + 10\%$$

$$Q_{\text{tratamiento}} = 2.30 \text{ l/s} * 1.10$$

$$Q_{\text{tratamiento}} = 2.53 \text{ l/s}$$

Volumen de agua para el tratamiento, calculado con la ecuación 38:

$$V_{\text{agua}} = Q_{\text{tratamiento}} * t$$

$$V_{\text{agua}} = 2.53 \text{ l/s} * 86400$$

$$V_{\text{agua}} = 218212.50 \text{ l/día}$$

$$V_{agua} = 218.21 \text{ m}^3/\text{día}$$

Dosificación necesaria de cloro, calculado con la ecuación 39:

Teniendo en consideración que la fuente Chilla Buena Esperanza, corresponde a una vertiente natural. Según Chauca A. y Orozco L. la dosis de cloro recomendable para fuentes subterráneas de poblaciones pequeñas o medianas es de 1 ppm = 1 mg/l [28].

Se establece un procedimiento para la determinación de la dosis total de cloro para sistemas de distribución [23].

$$Dosis \text{ cloro} = Demanda \text{ cloro} + Cloro \text{ libre residual}$$

$$Dosis \text{ cloro} = (1.00 + 0.30) \text{ mg/l}$$

$$Dosis \text{ cloro} = 1.30 \text{ mg/l}$$

Cantidad de cloro, calculado con la ecuación 40:

$$C_{cl} = V_{agua} * d_s$$

$$C_{cl} = 218212.50 \frac{l}{día} * 1.30 \frac{mg}{l}$$

$$C_{cl} = 283676.25 \text{ mg/día}$$

$$C_{cl} = 0.28 \text{ Kg/día}$$

Cantidad de hipoclorito de calcio, calculado con la ecuación 41:

Dado que cada gramo de hipoclorito de calcio dispone de 0.7 gramos de cloro, la cantidad del primero se obtiene así:

$$C_{ca(ClO)_2} = \frac{V_{agua} * d_s}{c}$$

$$C_{ca(ClO)_2} = \frac{218212.50 \frac{l}{día} * 1.30 \frac{mg}{l}}{0.70}$$

$$C_{ca(ClO)_2} = 405251.79 \text{ mg/día}$$

$$C_{ca(ClO)_2} = 0.41 \text{ Kg/día}$$

Caudal de goteo de solución clorada a aplicar, calculado con la ecuación 42:

$$q = \frac{d_s * Q_{tratamiento}}{d}$$

$$q = \frac{1.30 \frac{mg}{l} * 2.53 \frac{l}{s}}{5000 mg/l}$$

$$q = 0.0006567 \frac{l}{s} * 3600 \frac{s}{h}$$

$$q = 2.36 \frac{l}{h} \approx 2.5 \frac{l}{h}$$

Volumen del tanque clorador

Para el sistema de cloración se propone emplear tanques prefabricados de polietileno reforzado de 600 litros de capacidad. Además, se incluyó la instalación de un kit dosificador constituido por válvula de línea, filtro de discos, manguera de polietileno de ¼ plg y gotero auto compensante de 2.5 l/h.

Es importante resaltar que debido a la dificultad de calibración del caudal de goteo obtenido de 2.36 l/h, se decidió emplear un gotero compensador que dosifique 2.5 l/h.

Tiempo de recarga del tanque clorador, calculado con la ecuación 43:

$$T = \frac{V}{q}$$

$$T = \frac{600 l}{2.5 \frac{l}{h} * \frac{24 h}{1 día}} = 10.00 \text{ días}$$

3.5 Fase 5: Técnica

3.5.1 Planos

Para este proyecto se ejecutaron 12 planos, los cuales fueron elaborados con ayuda del software Civil 3D, dichos planos se adjuntarán en el Anexo N 9.

- Plano del catastro.
- Plano topográfico.
- Planos de implantación.
- Planos de áreas de aportación.
- Planos de abscisado de la red.
- Planos de perfiles de la red.

3.5.2 Análisis de Precios Unitarios (APUS)

Se consideraron los rubros necesarios para el mantenimiento y optimización del proyecto. Para determinar el costo horario de la mano de obra se utilizaron los Salarios Mínimos por Ley de la Contraloría General del Estado para el presente año.

Para los costos indirectos se atribuyó una valoración porcentual del 20% para cubrir costos generados por gastos varios que no pueden ser englobados en un rubro específico. El detalle de Análisis de Precios Unitarios se encuentra en el Anexo N 8.

3.5.3 Presupuesto referencial

Tras la definición de los rubros necesarios para el mantenimiento y optimización del presente proyecto técnico, se obtuvo un presupuesto referencial de \$ 1,880.90 para el sistema de distribución (ver Tabla 37).

Tabla 37: Presupuesto Referencial

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO TÉCNICO PROYECTO: "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO MOLLEPAMBA, PARROQUIA SAQUISILÍ, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI"							
PRESUPUESTO REFERENCIAL TOTAL							
ELABORADO POR: Kevin Alejandro Moreno Remache				REVISADO POR: Ing. M.Sc. Gabriela Peñafiel			
FECHA: Julio 2023							
RUBRO	DESCRIPCIÓN	U	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL		
PRELIMINARES							
1	Replanteo y nivelación para instalación de tubería	m	20,00	\$ 0,66	\$ 13,23		
2	Limpieza y desbroce	m2	20,00	\$ 0,71	\$ 14,29		
3	Excavación mecánica en suelo sin clasificar 0<H<1.5	m3	30,00	\$ 3,71	\$ 111,36		
4	Relleno y compactado	m3	30,00	\$ 6,04	\$ 181,06		
SUBTOTAL					\$ 319,93		
RUBRO	DESCRIPCIÓN	U	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL		
ROTURA Y REPOSICIÓN DE ASFALTO							
5	Rotura de carpeta asfáltica a máquina e=2"	m	4,00	\$ 1,73	\$ 6,94		
6	Desalojo de material	m3	4,00	\$ 3,38	\$ 13,50		
7	Base granular clase 100% triturada, tendido y conformación	m3	3,50	\$ 19,05	\$ 66,69		
8	Reposición de carpeta asfáltica	m2	0,49	\$ 11,14	\$ 5,46		
SUBTOTAL					\$ 92,59		
RUBRO	DESCRIPCIÓN	U	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL		
TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN							
9	Válvula reguladora de presión 110mm, incluye accesorios	UND	1,00	\$ 985,75	\$ 985,75		
10	Reducción PVC 110mm - 90mm	UND	2,00	\$ 11,41	\$ 22,82		
SUBTOTAL					\$ 1.008,56		
RUBRO	DESCRIPCIÓN	U	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL		
SISTEMA DE DESINFECCIÓN DEL AGUA							
11	Sistema de cloración	GLB	1,00	157,2327	\$ 157,23		
SUBTOTAL					\$ 157,23		
RUBRO	DESCRIPCIÓN	U	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL		
MANTENIMIENTO							
12	Tanque de distribución	GLB	1,00	104,9283	\$ 104,93		
13	Tubería	GLB	1,00	119,0384	\$ 119,04		
SUBTOTAL					\$ 223,97		
RUBRO	DESCRIPCIÓN	U	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL		
CAPACITACIÓN							
14	Funcionamiento del sistema	GLB	1,00	78,6238	\$ 78,62		
SUBTOTAL					\$ 78,62		
TOTAL RED A OPTIMIZAR			1880,90				

Elaborado por: El Autor

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se evaluaron las condiciones física e hidráulicas del sistema de distribución de agua potable existente, en donde fue posible observar que la infraestructura de hormigón del tanque reservorio sigue siendo funcional, las tuberías, válvulas y accesorios existentes se encuentran en un estado regular. La evaluación hidráulica se realizó en campo a 80 de los 100 usuarios, en donde con ayuda de un manómetro manual se pudo obtener las presiones de los puntos más críticos y algunos intermedios de la red, en donde se registró que el 58.33 % tienen presiones permisibles y el 41.67 % sobrepresiones.
- Se estimaron los parámetros de diseño necesarios para el desarrollo de la propuesta del sistema de distribución en donde se pudo obtener que para el diseño hidráulico de la red de distribución de agua potable se abarca un área de proyecto de 50 ha, con una población futura de servicio de 1380 hab para un periodo de 25 años, y con una longitud total de tubería de 4.33 Km.
- Se realizaron los cálculos de las propiedades hidráulicas y dimensionamiento de los elementos del sistema de distribución de agua potable, obteniendo los siguientes valores: dotación futura de 115 lt/hab/día, caudal medio diario 1.84 lt/seg, caudal máximo diario, 2.30 lt/seg, caudal máximo horario 5.51 lt/seg y un volumen de almacenamiento requerido 47.61 m³/día.
- Se modeló el sistema de distribución de agua potable actual con ayuda del software EPANET, en donde se encontró que el sistema está operando deficientemente. En el análisis se encontró que el 91.86 % de las velocidades y el 35.71 % de las presiones no cumplen con los rangos estandarizados, por tal motivo, se optimizó el sistema con la incorporación de dos válvulas reguladoras de presión en donde se obtuvo que el 100 % de las presiones y el 100.00 % de las velocidades cumplen con los rangos estandarizados.
- Se estableció un proyecto técnico-económico en donde se determinó que el presupuesto referencial de la optimización del sistema tiene un valor total de \$ 1,880.90 (Mil ochocientos ochenta dólares con noventa centavos) sin IVA, dentro del presente proyecto se presentan los 14 rubros a realizar.
- Se determinó que el sistema de distribución existente al no contar con un sistema de micro medición y a la situación económica de los moradores, no

cuenta con los ingresos necesarios para realizar reparaciones o dar mantenimientos continuos.

- Se realizó el análisis físico-químico y microbiológico de tres muestras de agua, una en la vertiente, otra a la llegada al tanque y otra en la salida del tanque reservorio en donde se determinó que es apta para el consumo humano, el en tanque reservorio se tomó la decisión se aplicar un tratamiento químico con un flujo de hipoclorito de calcio óptimo y constante de 2.5 l/h, el cual será distribuido por un sistema de goteo.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda la implementación de dos válvulas reguladoras de presión, ya que el sistema actual no cuenta ninguna, lo cual provoca que existan sobrepresiones en la red de distribución, provocando así el desgaste prematuro de los materiales.
- Se recomienda preparar técnicamente a las personas que van a estar encargadas del mantenimiento del sistema de distribución para evitar que se realicen conexiones empíricas lo cual podría producir fugas, además de realizar planes de mantenimiento preventivos para evitar el desgaste de los materiales.
- En cuanto al sistema de tratamiento químico planteado para el agua, se recomienda que el personal sea capacitado para que se administre e inspeccione de forma correcta su funcionamiento.
- Es recomendable implementar un sistema en el cual se cobre una tarifa en base al consumo realizado, para poder evitar consumos no autorizados, además de aportar en el sustento económico de la administración.
- Se recomienda realizar charlas dirigidas a los beneficiarios del sistema de distribución, en donde se hable sobre el uso adecuado del agua potable, para poder concientizar a los usuarios y así poder evitar un alto consumo por habitante.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] F. Magne, “ABASTECIMIENTO, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE MODERNIZANDO EL APRENDIZAJE Y ENSEÑANZA EN LA ASIGNATURA DE INGENIERÍA SANITARIA I”, dic. 2008.
- [2] A. Mejia, “EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO RACRAO BAJO, DISTRITO DE PARIACOTO, PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH; Y SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN –2019”, 2019.
- [3] S. Zapata, “Fugas en redes de distribución de Agua potable”, 2014.
- [4] J. Aguirre, “DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTADOS 1 Y DEL CAMINO RURAL DE LA ALDEA ESQUIPULAS HACIA LAS ALDEAS EL PROGRESO Y EL RENACIMIENTO DEL MUNICIPIO DE IXCÁN, QUINCHÉ”, 2015.
- [5] M. Romero, “PROBLEMAS EN LAS REDES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE”, 2013.
- [6] V. Smirnov, V. Pomogaeva, y D. Shlychkov, “Development of water supply systems in small municipalities”, *MATEC Web of Conferences*, vol. 265, p. 06016, 2019, doi: 10.1051/mateconf/201926506016.
- [7] N. Chuquín, D. Chuquín, G. Miño, J. Chuquín, y J. Soriano, “MODELACIÓN MATEMÁTICA DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA”, *Perfiles*, vol. 1, núm. 19, pp. 37–49, jun. 2018, doi: 10.47187/perf.v1i19.25.
- [8] D. Merino y J. Pino, “EVALUACIÓN Y REDISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD DE TUNTACTO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”, 2016.
- [9] R. Cruz, “DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LOS BARRIOS SAN JACINTO Y SAN JOSÉ LA LINDERA PERTENECIENTE A LA PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”, 2016.
- [10] M. Mena, “DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA EL ROSARIO DEL CANTÓN SAN PEDRO DE PELILEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”, 2016.
- [11] GADMIC Saquisilí, “GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL INTERCULTURAL DEL CANTÓN SAQUISILÍ ORDENANZA CODIFICADA QUE CONTIENE EL PLAN DE

DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y EL PLAN DE USO Y GESTIÓN DEL SUELO”, 2022.


- [12] J. Salazar y C. Tamayo, ““DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LOS BARRIOS YAMATE, LA JOYA Y PATATE VIEJO DE LA PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA””, 2023.
- [13] Organización Mundial de la Salud, “Guías para la calidad del agua potable”, 2022.
- [14] I. Diego, B. Raul, E. Luis, O. Francisco, R. Eugenio, y V. Patricio, “DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y EVALUACION DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE”, 1999.
- [15] CONAGUA, “Manual de Incremento de Eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable”, 2012.
- [16] M. Ortiz y R. Pérez, “MEJORAMIENTO Y OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL CASCO CENTRAL DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE PASA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA TUNGURAHUA”, 2022.
- [17] H. Alegre *et al.*, “Indicadores de Desempeño para Servicios de Abastecimiento de Agua”, 2017.
- [18] Instituto Ecuatoriano de Normalización, “CÓDIGO DE PRACTICA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL.”, 1997, doi: 10.07-610.
- [19] F. Aguirre, “ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA COMUNIDADES RURALES”, 2015.
- [20] CONAGUA, “Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Modelación Hidráulica y de Calidad del Agua en Redes de Distribución”, 2015.
- [21] NTE INEN, “AGUA POTABLE. REQUISITOS”, 2011.
- [22] INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, “NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES”, 1992.
- [23] Cooperación Alemana, “Manual para la cloración del agua de sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural”, 2017. [En línea]. Disponible en: <http://www.buenagobernanza.org.pe/>
- [24] GADMIC Saquisilí, “ACTUALIZACIÓN DEL PLAN PARTICIPATIVO INTERCULTURAL DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN SAQUISILÍ”, 2015.

- [25] Secretaria del Agua, “NORMA DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL”, doi: 10.7.
- [26] GADMC SAQUISILÍ, “ACTUALIZACIÓN DEL PLAN PARTICIPATIVO INTERCULTURAL DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN SAQUISILÍ”, 2019.
- [27] CONAGUA, *Datos Básicos Para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado*. 2016. [En línea]. Disponible en: www.conagua.gob.mx
- [28] A. Chauca y L. Orozco, “Diseño e implementación de un sistema automatizado para la dosificación de cloro en el tratamiento de agua potable en la comunidad San Vicente de Lacas”, 2012.

ANEXOS

6.1 Anexo 1: Registro fotográfico

<p style="text-align: center;">Fotografía 1</p>  <p style="text-align: center;">Visita de campo al área de proyecto y tanque reservorio.</p>	<p style="text-align: center;">Fotografía 2</p>  <p style="text-align: center;">Medición del tanque de distribución existente.</p>
<p style="text-align: center;">Fotografía 3</p>  <p style="text-align: center;">Colocación de los puntos de control para el levantamiento topográfico.</p>	<p style="text-align: center;">Fotografía 4</p>  <p style="text-align: center;">Implantación y nivelación del equipo topográfico para el levantamiento fotométrico.</p>
<p style="text-align: center;">Fotografía 5</p>  <p style="text-align: center;">Programación y control del vuelo del Dron.</p>	<p style="text-align: center;">Fotografía 6</p>  <p style="text-align: center;">Inspección de tuberías e identificación de tuberías a la intemperie.</p>

<p align="center">Fotografía 7</p>	<p align="center">Fotografía 8</p>
 <p align="center">Mediciones de presión en las acometidas domiciliarias.</p>	 <p align="center">Fugas detectadas en la capa de rodadura por sobrepresiones.</p>
<p align="center">Fotografía 9</p>	<p align="center">Fotografía 10</p>
 <p align="center">Válvula y tubería de ingreso de agua al tanque de distribución.</p>	 <p align="center">Inspección del estado de las válvulas y tuberías de la red.</p>
<p align="center">Fotografía 11</p>	<p align="center">Fotografía 12</p>
 <p align="center">Válvula de desagüe.</p>	 <p align="center">Aplicación de encuestas en el sector.</p>
<p align="center">Fotografía 13</p>	<p align="center">Fotografía 14</p>



Recolección de información y dibujo de la red existente con ayuda del presidente de la junta de agua del barrio Mollepamba

Fotografía 15



Visita a la vertiente de agua Chilla Buena Esperanza.

Fotografía 16



Toma de la muestra de agua en la vertiente Chilla Buena Esperanza.



Deterioro en los materiales de la caja de revisión en la vertiente.

6.2 Anexo 2: Formato de la encuesta socioeconómica y de la calidad del servicio de agua potable



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO TÉCNICO:

OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO MOLLEPAMBA, PARROQUIA SAQUISILÍ, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

TUTOR: Ing. M.Sc. Gabriela Peñafiel		FECHA:	
TESISTAS: Alejandro Moreno		CÓDIGO:	
1. ENCUESTA SOCIO ECONÓMICA			
PROPIETARIO		INFORMACIÓN SOBRE LA FAMILIA	
		1.1. ¿Cuántas personas hacen uso permanente del inmueble?	
1.2 ¿Dispone de los siguientes servicios básicos?		Si dispone	No dispone
Energía			
Agua			
Alcantarillad			
Pozo séptico/letrina/otro			
2. ENCUESTA SOBRE LA CALIDAD DEL SERVICIO DEL SISTEMA DEL AGUA POTABLE			
2.1. ¿Usted, cuenta con acometida de agua potable?		2.9. ¿Cuántos días a la semana dispone de agua potable?	
a) Si b) No		a) 0-2 b) 3-5 c) todos los días	
2.2. ¿Cuántos predios se abastecen de la acometida de agua potable?		2.10. ¿Cuántas horas por día dispone de agua?	
a) 1 b) 2 c) más de 2		a) 0-8 b) 9-16 c) 17-24	
2.3. ¿Paga usted por el servicio de agua potable?		2.11. ¿Cómo considera que es la cantidad de agua que recibe?	
a) Si b) No		a) Suficiente b) Insuficiente	
2.4. ¿Cómo calificaría la tarifa que paga por el servicio de agua potable?		2.12. ¿Se abastece de otra fuente?	
a) Bajo b) Justo c) Elevado		a) Si b) No	
2.5. ¿Cómo calificaría usted el servicio de agua		2.13. Si es si, ¿Cuál es la otra fuente?	
a) Malo b) Regular c) Bueno d)		a) Río/ Lago b) Camión	
2.6. ¿Con qué presión llega el agua potable al predio?		c) Acequia d) Lluvia	
a) Baja b) Adecuada c) Elevada		e) Vertiente f) Otros:	
2.7. ¿Cómo calificaría usted la calidad del agua?		2.14. ¿Qué usos le da al agua que viene de la red pública?:	
a) Malo b) Regular c) Bueno d)		a) Consumo y alimentos b) Lavado de ropa	
2.8. ¿El agua llega limpia o turbia?		c) Higiene personal d) Limpieza de la vivienda	
a) Limpia b) Turbia		e) Agricultura f) Otros:	
todo el año por días			
c) Turbia d) Turbia			
por meses todo el año			

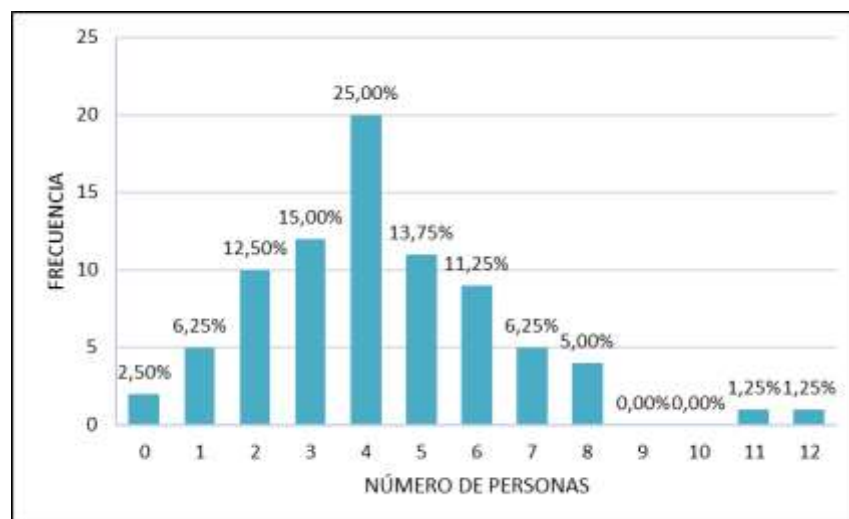
6.3 Anexo 3: Análisis e interpretación de los resultados de la encuesta socioeconómica

PREGUNTA 1

¿Cuántas personas hacen uso permanente del inmueble?

Número de personas	Frecuencia	Porcentaje (%)
0	2	2,50%
1	5	6,25%
2	10	12,50%
3	12	15,00%
4	20	25,00%
5	11	13,75%
6	9	11,25%
7	5	6,25%
8	4	5,00%
9	0	0,00%
10	0	0,00%
11	1	1,25%
12	1	1,25%
Total	80	100%

Elaborado por: El Autor



Elaborado por: El Autor

Análisis

De la encuesta realizada a 80 usuarios, la mayoría de las familias se encuentran constituidas de 1 a 5 personas, mientras que los hogares formados por 6 a 9 personas son menos frecuentes.

Interpretación

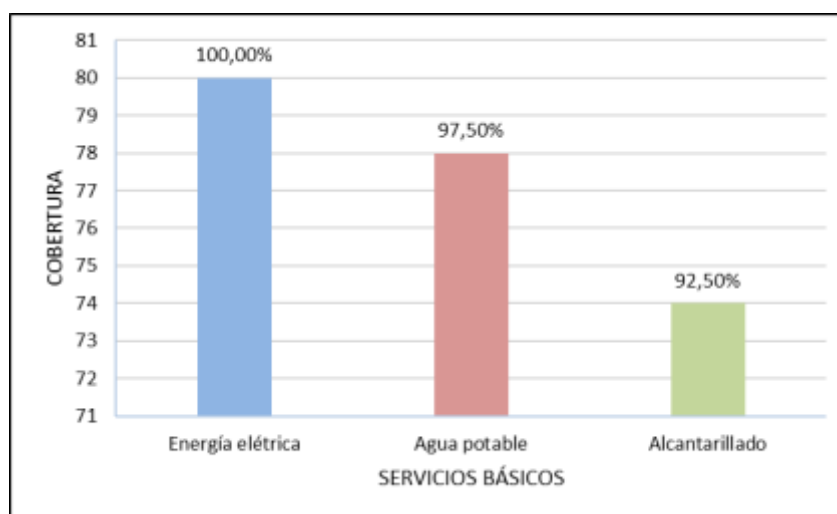
De la encuesta realizada, se obtuvo que en promedio se tiene 4.28 personas por hogar, valor que difiere del promedio de 4.05 personas por hogar a nivel de toda la parroquia, dato proporcionado por el INEC obtenido en el Censo 2010.

PREGUNTA 2

¿Dispone de los siguientes servicios básicos?

Servicios Básicos	Si	No	Porcentaje
Energía eléctrica	80	0	100,00%
Agua potable	78	0	97,50%
Alcantarillado	74	6	92,50%

Elaborado por: El Autor



Elaborado por: El Autor

Análisis

De la encuesta realizada a 80 usuarios, el 100.00% de familias disponen del servicio de energía eléctrica. Mientras que el 97.50 % de las familias si cuentan con acceso al servicio de agua potable y finalmente, el 92.50 % disponen de acometidas de alcantarillado.

Interpretación

De la encuesta realizada, se determinó que la cobertura del servicio de alcantarillado es la que menor porcentaje en comparación a servicios de agua potable y de energía eléctrica.

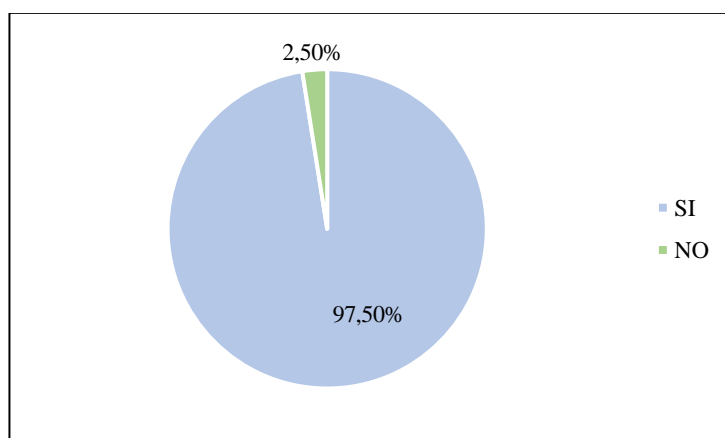
6.4 Anexo 4: Análisis e interpretación de los resultados de la encuesta sobre la calidad del servicio existente

PREGUNTA 1

¿Usted, cuenta con acometida de agua potable?

Disponibilidad de acometida de agua potable	Frecuencia	Porcentaje
SI	78	97,50%
NO	2	2,50%
TOTAL	80	100%

Elaborado por: El Autor



Elaborado por: El Autor

Análisis

De la encuesta realizada a 80 usuarios, el 97.50 % si dispone de una acometida de agua potable, mientras que el 2.50% no cuentan con acometida.

Interpretación

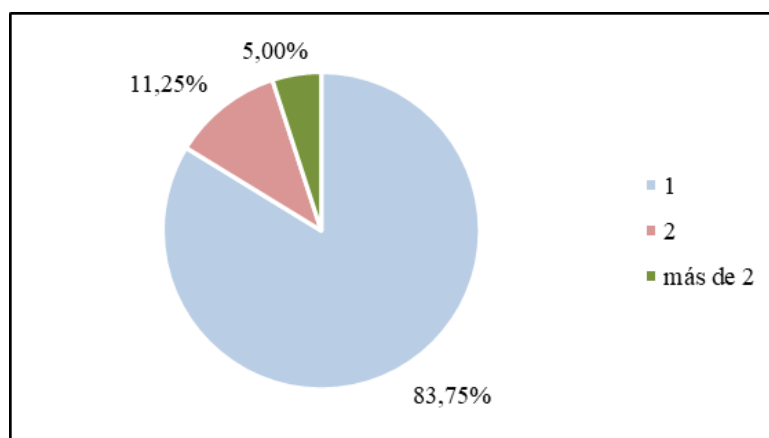
De la encuesta realizada, se evidenció que la mayoría de los usuarios si dispone de una acometida de agua potable.

PREGUNTA 2

¿Cuántos predios se abastecen de la acometida de agua potable?

Número de acometidas por vivienda	Frecuencia	Porcentaje
1	67	83,75%
2	9	11,25%
más de 2	4	5,00%
Total	80	100,00%

Elaborado por: El Autor



Elaborado por: El Autor

Análisis

De la encuesta realizada a 80 usuarios, se identificaron que el 83.75 % únicamente abastecen a una vivienda, el 11.25% abastecen a dos viviendas y el 5.00 % abastecen a tres viviendas.

Interpretación

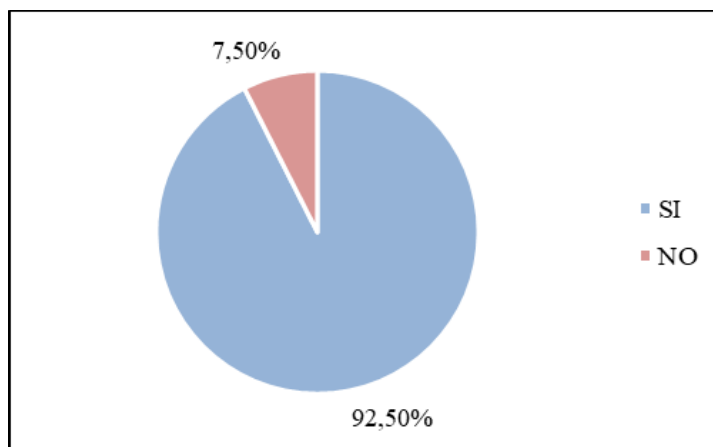
De la encuesta realizada, se determinó que la mayoría de las acometidas abastecen de agua potable a una sola vivienda. Sin embargo, existe una minoría que evidencia que hasta tres viviendas comparten el agua potable proveniente de una acometida.

PREGUNTA 3

¿Paga usted paga por el servicio del agua potable?

Pago del servicio de agua	Frecuencia	Porcentaje
SI	74	92,50%
NO	6	7,50%
TOTAL	80	100,00%

Elaborado por: El Autor



Elaborado por: El Autor

Análisis

De la encuesta realizada a 80 usuarios, el 92.50 % si realizan pagos por el servicio del agua, mientras que el 7.50 % no pagan.

Interpretación

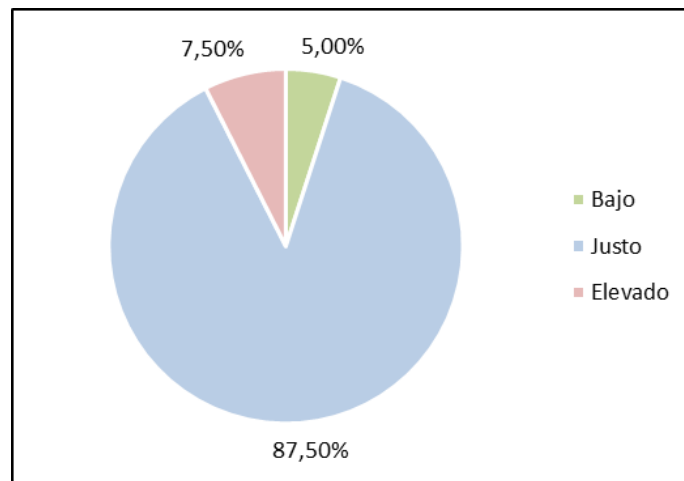
De la encuesta realizada, la mayor parte de los usuarios si pagan por el servicio de agua potable.

PREGUNTA 4

¿Cómo calificaría la tarifa que paga por el servicio de agua potable?

Calificación sobre la tarifa del servicio de agua	Frecuencia	Porcentaje
Bajo	4	5,00%
Justo	70	87,50%
Elevado	6	7,50%
Total	80	100%

Elaborado por: El Autor



Elaborado por: El Autor

Análisis

De la encuesta realizada a 80 usuarios, el 87.50 % consideran que el pago por el servicio del agua es justo, el 5.00 % considera que el pago es bajo, mientras que el 7.50 % comentó que el pago es elevado.

Interpretación

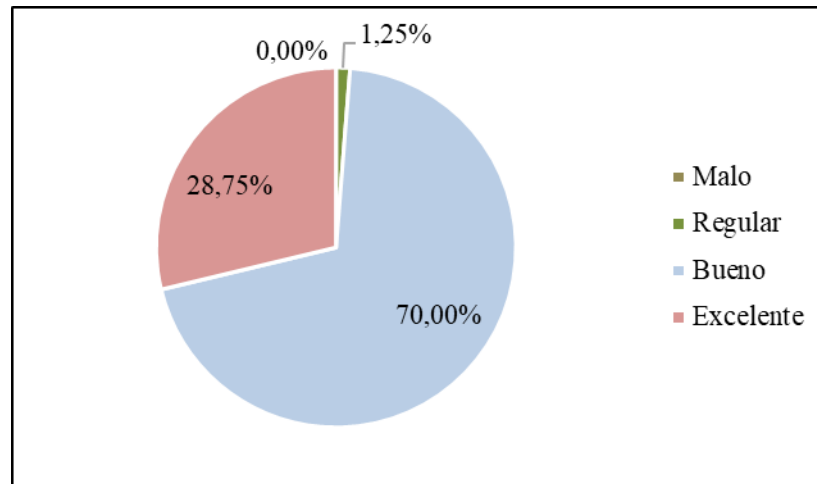
De la encuesta realizada, la mayoría de los usuarios considera como justo, el pago mensual de \$2.00, realizado a cambio del servicio de agua potable.

PREGUNTA 5

¿Cómo calificaría usted al servicio del agua potable?

Calificación sobre el servicio de agua	Frecuencia	Porcentaje
Malo	0	0,00%
Regular	1	1,25%
Bueno	56	70,00%
Excelente	23	28,75%
Total	80	100,00%

Elaborado por: El Autor



Elaborado por: El Autor

Análisis

De la encuesta realizada a 80 usuarios, el 1.25 % consideran que el servicio del agua es regular, el 70.00 % considera que el servicio es bueno y el 28.75 % comentó que el servicio es Excelente.

Interpretación

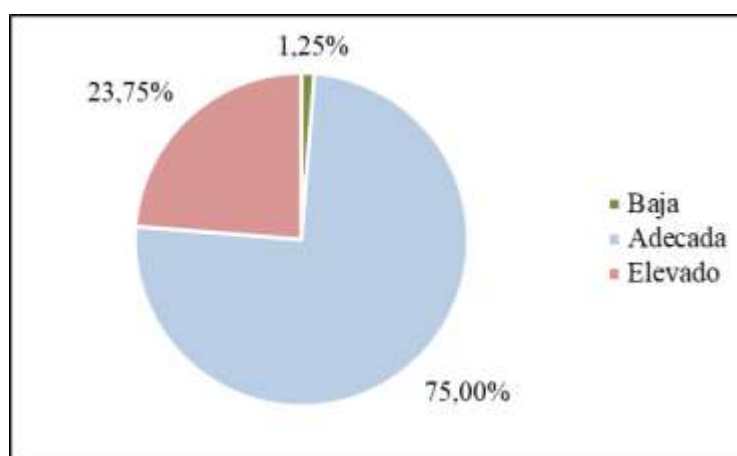
De la encuesta realizada, la mayoría de los usuarios considera como bueno, el servicio de agua potable.

PREGUNTA 6

¿Con qué presión llega el agua potable al predio?

Presión del agua en acometida	Frecuencia	Porcentaje
Baja	1	1,25%
Adecada	60	75,00%
Elevado	19	23,75%
Total	80	100%

Elaborado por: El Autor



Elaborado por: El Autor

Análisis

De la encuesta realizada a 80 usuarios, el 75.00 % estima que la presión del agua con la que el agua llega es adecuada, el 23.75 % de usuarios considera que la presión es elevada y el 1.25 % considera que la presión es baja.

Interpretación

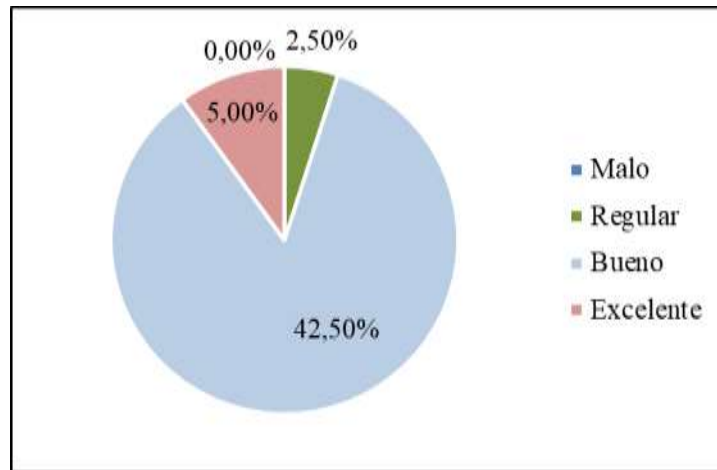
De la encuesta realizada, se identificó que la mayoría de los usuarios consideran que la presión del agua con la que el agua llega es adecuada. Mientras que un cierto porcentaje representativo comentó que la presión es Elevada.

PREGUNTA 7

¿Cómo calificaría usted la calidad del agua?

Calidad del agua	Frecuencia	Porcentaje
Malo	0	0,00%
Regular	2	2,50%
Bueno	34	42,50%
Excelente	4	5,00%
Total	40	50,00%

Elaborado por: El Autor



Elaborado por: El Autor

Análisis

De la encuesta realizada a 80 usuarios, el 2.50 % consideran que la calidad del agua es regular, el 42.50 % considera que la calidad es buena y el 5.00 % considera que el agua es excelente.

Interpretación

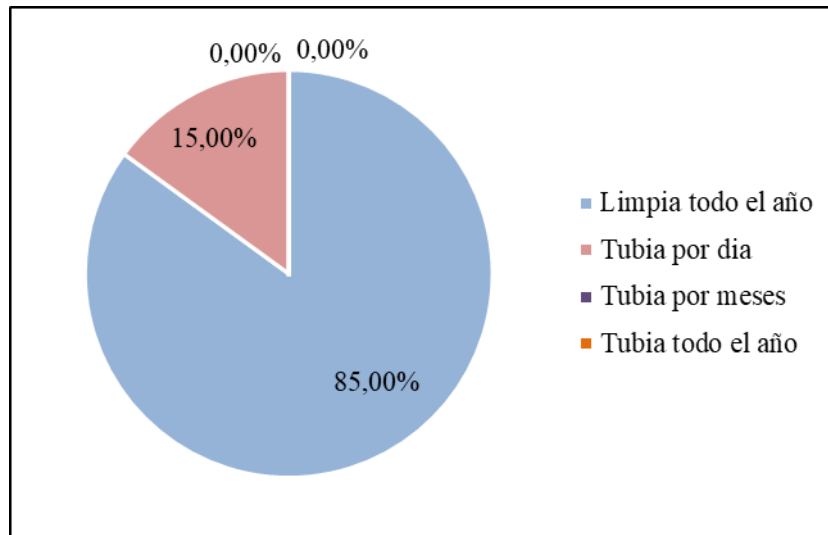
De la encuesta realizada, la mayoría de los usuarios consideran que la calidad del agua potable es buena, mientras que la minoría estima que el agua es de mala calidad.

PREGUNTA 8

¿El agua llega limpia o turbia?

Agua limpia o turbia	Frecuencia	Porcentaje
Limpia todo el año	68	85,00%
Turbia por día	12	15,00%
Turbia por meses	0	0,00%
Turbia todo el año	0	0,00%
Total	80	100,00%

Elaborado por: El Autor



Elaborado por: El Autor

Análisis

De la encuesta realizada a 80 usuarios, el 85.00 % ha observado que el agua llega limpia durante todo el año, mientras que el 15.00 % comentan que el agua llega turbia por días.

Interpretación

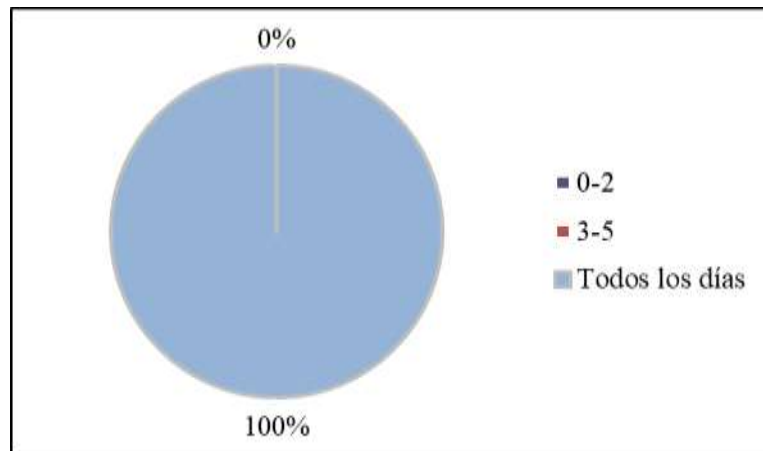
De la encuesta realizada, la mayoría de los usuarios consideran que el agua llega limpia a lo largo de todo el año. Sin embargo, una cantidad considerable de usuarios determinó que el agua es turbia por días debido al mantenimiento que se le da al sistema.

PREGUNTA 9

¿Cuántos días a la semana dispone de agua potable?

Días disponibles de agua a la semana	Frecuencia	Porcentaje
0-2	0	0,00%
3-5	0	0,00%
Todos los días	80	100,00%
Total	80	100,00%

Elaborado por: El Autor



Elaborado por: El Autor

Análisis

De la encuesta realizada a 80 usuarios, el 100.00 % señaló que disponen de agua potable 7 días en la semana, esto se debe a que el tanque de almacenamiento sobrepasa el volumen requerido para el sector.

Interpretación

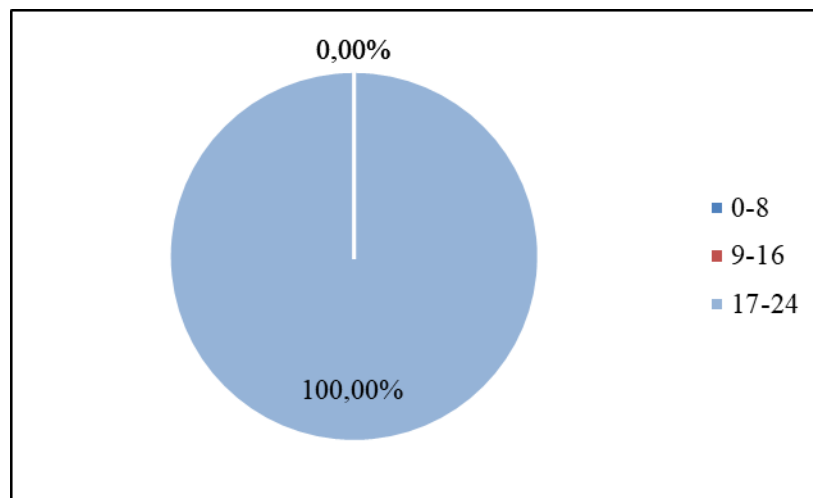
De la encuesta realizada, los usuarios en su totalidad señalaron que disponen del agua potable durante todos los días de la semana.

PREGUNTA 10

¿Cuántos horas al día dispone de agua potable?

Horas disponibles de agua al Día	Frecuencia	Porcentaje
0-8	0	0,00%
9-16	0	0,00%
17-24	80	100,00%
Total	80	100,00%

Elaborado por: El Autor



Elaborado por: El Autor

Análisis

De la encuesta realizada a 80 usuarios, el 100.00 % señaló que disponen de agua potable durante las 24 horas del día, esto se debe a que el tanque de almacenamiento sobrepasa el volumen requerido para el sector.

Interpretación

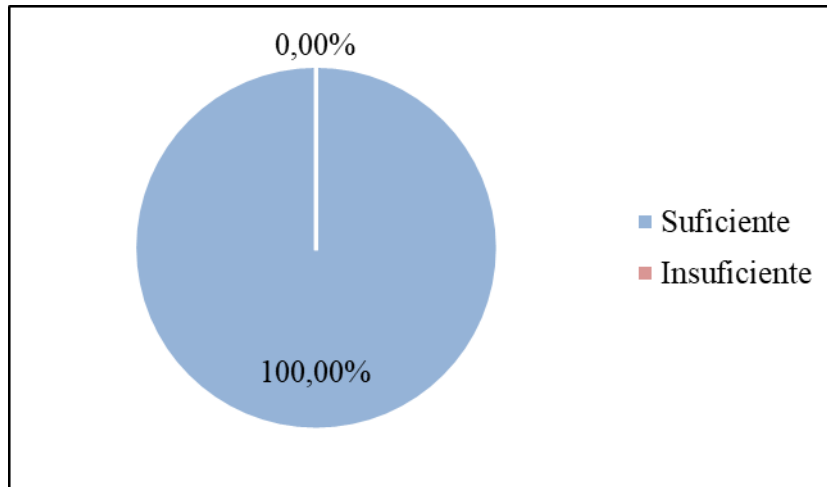
De la encuesta realizada, los usuarios en su totalidad señalaron que disponen de agua potable durante todas las horas del día.

PREGUNTA 11

¿Cómo considera que es la cantidad de agua que recibe?

Consideración de la cantidad de agua que recibe	Frecuencia	Porcentaje
Suficiente	80	100,00%
Insuficiente	0	0,00%
Total	80	100,00%

Elaborado por: El Autor



Elaborado por: El Autor

Análisis

De la encuesta realizada a 80 usuarios, 80 familias correspondiente al 100.00 % califican como suficiente a la cantidad del agua que reciben, esto se debe a que el tanque de almacenamiento sobrepasa el volumen requerido para el sector.

Interpretación

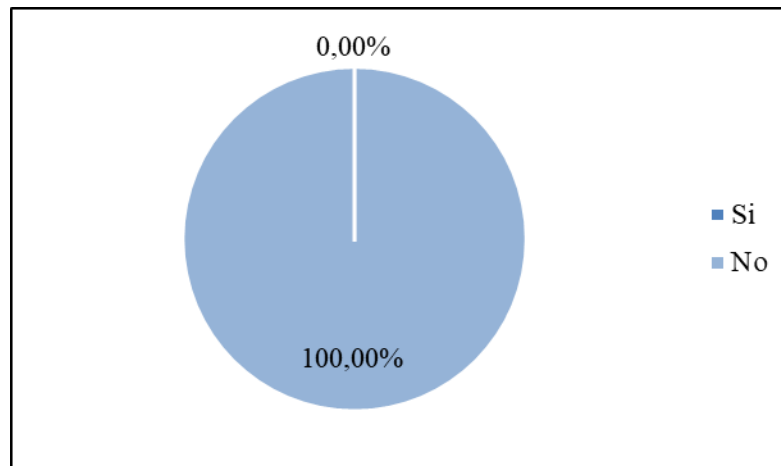
De la encuesta realizada, los usuarios en su totalidad califican como suficiente a la cantidad del agua que reciben.

PREGUNTA 12

¿Se abastece de otro tipo de fuente?

Se abastece de otra fuente	Frecuencia	Porcentaje
Si	0	0,00%
No	80	100,00%
Total	80	100,00%

Elaborado por: El Autor



Elaborado por: El Autor

Análisis

De la encuesta realizada a 80 usuarios, el 100.00 % contestaron que no se abastecen de agua de otro tipo de fuente, esto se debe a que el tanque de almacenamiento sobrepasa el volumen requerido para el sector, y al bajo costo que se cobra por la tarifa mensual.

Interpretación

De la encuesta realizada a 80 usuarios, señalaron que no tiene ningún otro tipo de fuente para abastecerse de agua.

PREGUNTA 13

Si es si ¿cuál es la otra fuente?

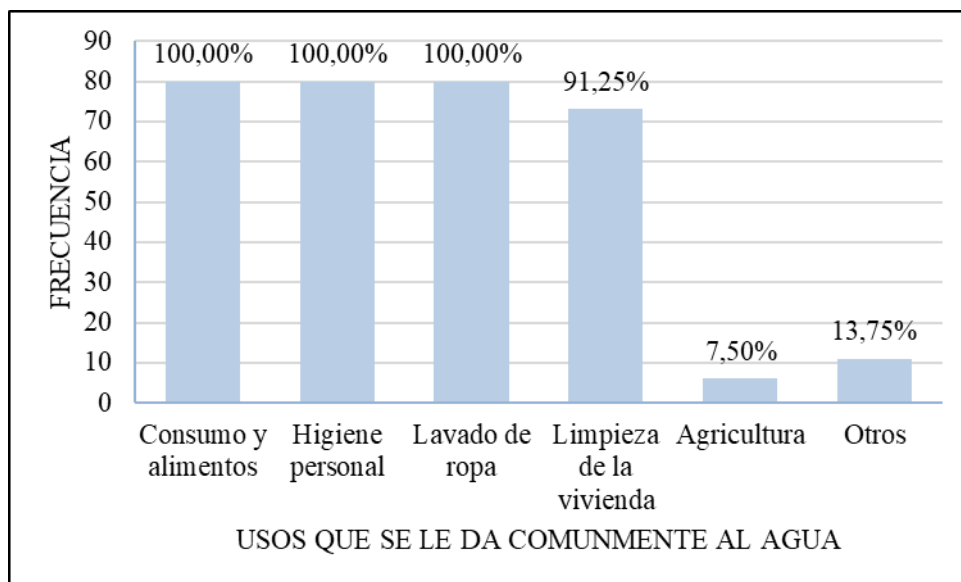
Ninguna persona se abastece de otra fuente, así que no se analizó esta pregunta.

PREGUNTA 14

¿Qué usos le da al agua que viene de la red pública?

Usos que se le da comunmente al agua	Frecuencia	Porcentaje
Consumo y alimentos	80	100,00%
Higiene personal	80	100,00%
Lavado de ropa	80	100,00%
Limpieza de la vivienda	73	91,25%
Agricultura	6	7,50%
Otros	11	13,75%

Elaborado por: El Autor



Elaborado por: El Autor

Análisis

De la encuesta realizada a 80 usuarios, los usos que le llegan aproximadamente al 100 % corresponden al consumo y alimentación, higiene personal, lavado de ropa, un 91.25 % utiliza para limpieza de vivienda, 7.50 % corresponde a uso agrícola y el 13.75 % usa el agua para otros fines.

Interpretación

La mayor parte de las personas encuestadas emplea el agua netamente para su doméstico.

6.5 Anexo 5: Registro las presiones en las acometidas en donde se encuentran los puntos más críticos y en varios lugares intermedios.

PROPIETARIO	PRESIÓN (PSI)	PRESIÓN (kg/cm ²)	PRESIÓN (mca)
Olger Martinez	100	7,0	70
Aida Viera	48	3,4	34
Talía Alvarez	50	3,5	35
Gudberto Martinez	58	4,1	41
Maria Fania Alvarez	76	5,3	53
Maria Magdalena	68	4,8	48
Aida Martinez	50	3,5	35
Jessica Moreta	80	5,6	56
Marisol Martinez	72	5,1	51
Hernesto Pacheco	80	5,6	56
Eduardo Medina	84	5,9	59
Octavio Alvarez	86	6,0	60
Carolina Tipantaxi	90	6,3	63
Joselina Oña	90	6,3	63
Luis Chanaluisa	78	5,5	55
escuela mollepamba	62	4,4	44
Ivan Viera	68	4,8	48
Jessica Viera	62	4,4	44
Eduardo Martinez	68	4,8	48
Lidia Remache	68	4,8	48
Clara Moreno	50	3,5	35
Pedro Alvarez	48	3,4	34
Juan Chicaiza	50	3,5	35
Nelson Molina	58	4,1	41

6.6 Anexo 6: Registro de tuberías catastradas del SDAP existente

Tubería	Longitud (m)	Diámetro nominal	Material
T-1	243,23	110	PVC
T-2	96,10	110	PVC
T-3	168,41	110	PVC
T-4	155,43	110	PVC
T-5	9,29	110	PVC
T-6	188,05	19	PVC
T-7	260,94	90	PVC
T-8	309,84	90	PVC
T-9	193,50	50	PVC
T-10	192,72	50	PVC
T-11	390,65	90	PVC
T-12	319,24	50	PVC
T-13	732,48	90	PVC
T-14	1073,01	90	PVC
Total	4332,89	m	
	4,33	km	

6.7 Anexo 7: Análisis del agua

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL INTERCULTURAL DEL CANTÓN SAQUISILÍ		LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD		OMAPAS	
DATOS DE LA MUESTRA					
Lugar donde se tomó la muestra: J. A. Mollapanda					
Fecha y hora de toma de muestra: 05 de junio de 2023, 12:00			Fecha y hora de llegada al laboratorio: 05 de junio de 2023, 16:32		
Tipo de muestra: Agua Natural (Vertiente)			Fecha de inicio de análisis: 06 de junio de 2023		
Dirección: Casco Saquisilí			Fecha de emisión de informe: 13 de junio de 2023		
Codigo de verificación del asesor: 811					
ANÁLISIS FÍSICOS REALIZADOS					
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Norma de referencia: DE ACUERDO A NTE DSN 1108.2014 AGUA POTABLE, REQUISITOS	RESULTADO	CUMPLIMIENTO
TURBIDEZ	NTU	APHA-2100	5	1,64	Cumple
ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS					
CLORO	mg/l	HANNA-HI0701	0,3-0,8	**	No Verificable
pH	Uua	HAACH-SENSOR	6,5-8,5	6,9	Cumple
TOTAL DISUELTO DE SÓDIO	mg/l	HAACH-SENSOR	500	221	Cumple
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS REALIZADOS					
COLIFORMES FECALES	ufc/l	APHA-9222	<1	0,25	Cumple
COLIFORMES TOTALES	ufc/l	APHA-9222	<1	0,33	Cumple
OBSERVACIONES					
La muestra ingresó al laboratorio a temperatura 17°C					
Condiciones ambientales con la cual se realizó los análisis físicos: temperatura 17°C					
Condiciones ambientales con la cual se realizó los análisis microbiológicos: temperatura 17°C					
CONCLUSIONES					
Los resultados obtenidos en los análisis realizados CUMPLEN con la "NTE DSN 1108.2014 Agua Potable, Requisitos" en los parámetros analizados cumplen con los valores permitidos.					
Profesional Responsable:					
					

saquisil		GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL INTERCULTURAL DEL CANTÓN SAQUISILÍ LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD		OMAPAS	
DATOS DE LA MUESTRA					
Lugar donde se toma la muestra: J. A. Mollepamba					
Fecha y hora de toma de muestra: 05 de Junio de 2023, 12:00			Fecha y hora de llegada al laboratorio: 05 de Junio de 2023, 15:22		
Tipo de muestra: Agua Natural (Cuenca Tanque)			Fecha de inicio de análisis: 06 de Junio del 2023		
Dirección: Cuenca Saquisilí			Fecha de emisión de informe: 12 de junio de 2023		
Código de verificación del muestreo: 012					
ANÁLISIS FÍSICOS REALIZADOS					
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Norma de referencia: DE ACUERDO A NTE INEN 1108 2014 AGUA POTABLE, REQUISITOS	RESULTADO	CUMPLIMIENTO
TURBIDEZ	NTU	APHA-2130	5	1,93	Cumple
ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS					
CLORO	mg/l	HANNA-HPO3701	0,3-0,3	**	No Verificable
pH	Unit	HACH-SERVO1	6,5-8,5	6,61	Cumple
DIFERENCIAL DE SCLEROSIS	mg/l	HACH-SERVO3	500	221	Cumple
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS REALIZADOS					
COLIFORMES FECALES	ufc/l	APHA-9222	<1	0,39	Cumple
COLIFORMES TOTALES	ufc/l	APHA-9222	<1	0,36	Cumple

OBSERVACIONES

La muestra ingresa al laboratorio a temperatura 17°C

Condiciones ambientales con la cual se realizó los análisis físicos: temperatura 17°C

Condiciones ambientales con la cual se realizó los análisis microbiológicos: temperatura 17°C

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en los análisis realizados CUMPLEN con la "NTE INEN 1108 2014 Agua Potable, Requisitos" en los parámetros analizados cumple con los valores permitidos.

Profesional Responsable


 Ing. Martínez Tizaguá Cristian Orlando
 ANALISTA DE LABORATORIO DE AGUA POTABLE
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA
 POTABLE DEL CANTÓN SAQUISILÍ-LABCSAQ

saquisil		GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL INTERCULTURAL DEL CANTÓN SAQUISILÍ LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD		OMAPAS	
DATOS DE LA MUESTRA					
Lugar donde se toma la muestra: J. A. Mollepamba					
Fecha y hora de toma de muestra: 05 de Junio de 2023, 12:00			Fecha y hora de llegada al laboratorio: 05 de Junio de 2023, 15:22		
Tipo de muestra: Agua Natural (Agua Cuenca)			Fecha de inicio de análisis: 06 de Junio del 2023		
Dirección: Cuenca Saquisilí			Fecha de emisión de informe: 12 de junio de 2023		
Código de verificación del muestreo: 012					
ANÁLISIS FÍSICOS REALIZADOS					
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Norma de referencia: DE ACUERDO A NTE INEN 1108 2014 AGUA POTABLE, REQUISITOS	RESULTADO	CUMPLIMIENTO
TURBIDEZ	NTU	APHA-2130	5	0	Cumple
ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS					
CLORO	mg/l	HANNA-HPO3701	0,3-0,3	0,21	No Cumple
pH	Unit	HACH-SERVO1	6,5-8,5	6,83	Cumple
DIFERENCIAL DE SCLEROSIS	mg/l	HACH-SERVO3	500	229	Cumple
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS REALIZADOS					
COLIFORMES FECALES	ufc/l	APHA-9222	<1	0	Cumple
COLIFORMES TOTALES	ufc/l	APHA-9222	<1	0	Cumple

OBSERVACIONES

La muestra ingresa al laboratorio a temperatura 17°C

Condiciones ambientales con la cual se realizó los análisis físicos: temperatura 17°C

Condiciones ambientales con la cual se realizó los análisis microbiológicos: temperatura 17°C



CONCLUSIONES



Los resultados obtenidos en los análisis realizados CUMPLEN con la "NTE INEN 1108 2014 Agua Potable, Requisitos" en los parámetros analizados cumple con los valores permitidos a excepción de cloro residual.

Profesional Responsable


 Ing. Martínez Tizaguá Cristian Orlando
 ANALISTA DE LABORATORIO DE AGUA POTABLE
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA
 POTABLE DEL CANTÓN SAQUISILÍ-LABCSAQ

6.8 Anexo 8: Análisis de Precios Unitarios

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
PROYECTO TÉCNICO "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO MOLLEPMABA, PARROQUIA SAQUILI, PROVINCIA DE COTOPAXI"					
TUTOR:	Ing. M.Sc. Gabriela Peñafiel	PROVINCIA:	Cotopaxi		
TESISTA:	Moreno Remache Kevin Alejandro	CANTÓN:	Saquisilí		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	1	HOJA N° 1 DE 14			
DETALLE:	REPLANTEO Y NIVELACIÓN PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍA	UNIDAD: M			
ESPECIFICACIONES					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
HERRAMIENTA MENOR 5% DE M.O.					0,01
NIVEL	1,000	2,000	2,000	0,030	0,06
MIRA DE 4M	1,000	0,350	0,350	0,030	0,01
SUBTOTAL DE EQUIPO (M)					0,08
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
MAESTRO DE OBRA EO C2	1,000	4,330	4,330	0,003	0,01
TOPOGRAFO EO C1	1,000	4,550	4,550	0,030	0,14
CADENERO EO D2	1,000	4,100	4,100	0,030	0,12
SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)					0,27
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
TIRA DE 4X5 CM	U	0,010	2,000	0,02	
ESMALTE COLOR ROJO	GL	0,001	14,500	0,01	
CLAVOS 2 1/2"	KG	0,050	3,200	0,16	
SUBTOTAL MATERIALES (O)					0,19
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL TRANSPORTE (P)					0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$0,55
COSTO INDIRECTO 20,00%					\$0,11
OTROS INDIRECTOS:					\$0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					\$0,66
VALOR OFERTADO:					\$0,66
CERO DÓLARES CON 66/100 CENTAVOS					
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					
FECHA: JULIO (2023)					

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 					
PROYECTO TÉCNICO					
"OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO MOLLEPMABA, PARROQUIA SAQUILI, PROVINCIA DE COTOPAXI"					
TUTOR:	Ing. M.Sc. Gabriela Peñafiel			PROVINCIA:	Cotopaxi
TESISTA:	Moreno Remache Kevin Alejandro			CANTÓN:	Saquisilí
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	2			HOJA N° 2 DE 14	
DETALLE:	LIMPIEZA Y DESBROCE			UNIDAD: M2	
ESPECIFICACIONES					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
HERRAMIENTA VARIAS 5% DE M.O.					0,03
SUBTOTAL DE EQUIPO (M)					0,03
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
PEÓN EO E2	1,000	4,050	4,050	0,070	0,28
PEÓN EO E2	1,000	4,050	4,050	0,070	0,28
			0,000		0,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)					0,57
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
				0,00	
SUBTOTAL MATERIALES (O)					0,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
					0,00
SUBTOTAL TRANSPORTE (P)					0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 0,60
COSTO INDIRECTO 20,00%					\$ 0,12
OTROS INDIRECTOS:					\$ 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					\$ 0,71
VALOR OFERTADO:					\$ 0,71
CUATROCIENTOS SESENTA Y OCHO DÓLARES CON 52/100 CENTAVOS					
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					
FECHA: JULIO (2023)					



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO TÉCNICO

"OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO MOLLEPMABA, PARROQUIA SAQUILI, PROVINCIA DE COTOPAXI"

TUTOR:	Ing. M.Sc. Gabriela Peñafiel	PROVINCIA:	Cotopaxi
TESISTA:	Moreno Remache Kevin Alejandro	CANTÓN:	Saquisilí

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 3 **HOJA N° 3 DE 14**
DETALLE: EXCAVACIÓN MECÁNICA EN SUELO SIN CLASIFICAR, 0<H<1,5 M **UNIDAD: M3**
ESPECIFICACIONES

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
HERRAMIENTA MANUAL Y MENOR D	5% M.O.				0,04
RETROCARGADORA DE LLANTAS	1000	25.000	25.000	0,090	2,25
SUBTOTAL DE EQUIPO (M)					2,29

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
MAESTRO DE OBRA EO C2	0,00	4,330	0,433	0,090	0,04
AYUDANTE DE MAQUINARIA EO D2	1000	4,160	4,160	0,090	0,37
OPERADOR EXCAVADORA	1000	4,330	4,330	0,090	0,39
SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)					0,80

MATERIALES



DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
SUBTOTAL MATERIALES (O)				0,00



TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL TRANSPORTE (P)					0,00



TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$3,09
COSTO INDIRECTO 20,00%	\$0,62
OTROS INDIRECTOS:	\$0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO:	\$3,71
VALOR OFERTADO:	\$ 3,71



TRES DÓLARES CON 68/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
FECHA: JULIO (2023)



		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
PROYECTO TÉCNICO					
"OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO MOLLEPMABA, PARROQUIA SAQUILI, PROVINCIA DE COTOPAXI"					
TUTOR:	Ing. M.Sc. Gabriela Peñafiel			PROVINCIA:	Cotopaxi
TESISTA:	Moreno Remache Kevin Alejandro			CANTÓN:	Saquisilí
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	4			HOJA N° 4 DE 14	
DETALLE:	RELLENO Y COMPACTADO			UNIDAD: M3	
ESPECIFICACIONES					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
HERRAMIENTA MANUAL Y MENOR DE	5% M.O.				0,19
VIBROAPRISIONADOR 71KG DE PESO	1,000	3,500	3,500	0,300	1,05
SUB TOTAL DE EQUIPO (M)					1,24
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
MAESTRO DE OBRA EO C2	0,100	4,330	0,433	0,300	0,13
PEÓN	2,000	4,050	8,100	0,300	2,43
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO EO D2	1,000	4,100	4,100	0,300	1,23
SUB TOTAL MANO DE OBRA (N)					3,79
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
SUB TOTAL MATERIALES (O)					0,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUB TOTAL TRANSPORTE (P)					0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$5,03
COSTO INDIRECTO 20,00%					\$1,01
OTROS INDIRECTOS:					\$0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					\$6,04
VALOR OFERTADO:					\$ 6,04
CINCO DÓLARES CON 77/100 CENTAVOS					
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					
FECHA: JULIO (2023)					



		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
PROYECTO TÉCNICO					
"OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO MOLLEPMABA, PARROQUIA SAQUILI, PROVINCIA DE COTOPAXI"					
TUTOR:	Ing. M.Sc. Gabriela Peñafiel			PROVINCIA:	Cotopaxi
TESISTA:	Moreno Remache Kevin Alejandro			CANTÓN:	Saquisilí
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	5			HOJA N° 5 DE 14	
DETALLE:	ROTURA DE CARPETA ASFÁLTICA A MÁQUINA e = 2^n			UNIDAD:	M
ESPECIFICACIONES					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
HERRAMIENTA MANUAL Y MENOR DE	5% M.O.				JULIO (2023)
AMOLADORA CON DISCO DE DIAMANTE	1000	0,500	0,500	0,040	0,02
SUBTOTAL DE EQUIPO (M)					0,02
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
PEÓN EO E2	1000	4,050	4,050	0,030	0,12
ALBAÑIL	1000	4,100	4,100	0,004	0,02
SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)					0,14
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
DISCO DE DIAMANTE PARA CORTE	UND	0,004	320,000	1,28	
SUBTOTAL MATERIALES (O)					1,28
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL TRANSPORTE (P)					0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 1,44
COSTO INDIRECTO 20,00%					\$ 0,29
OTROS INDIRECTOS:					\$ 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					\$ 1,73
VALOR OFERTADO:					\$ 1,73
UN DÓLAR CON 73/100 CENTAVOS					
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					
FECHA: JULIO (2023)					



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	
PROYECTO TÉCNICO					
"OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO MOLLEPMABA, PARROQUIA SAQUILI, PROVINCIA DE COTOPAXI"					
TUTOR:	Ing. M.Sc. Gabriela Peñafiel	PROVINCIA:	Cotopaxi		
IESISTA:	Moreno Remache Kevin Alejandro	CANTÓN:	Saquisilí		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	6	HOJA N° 6 DE 14			
DETALLE:	DESALOJO DE MATERIAL	UNIDAD: M3			
ESPECIFICACIONES					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
HERRAMIENTA MANUAL Y MENOR DE CARGADORA	5% M.O.				0,05
	1000	30,000	30,000	0,020	0,60
SUB TOTAL DE EQUIPO (M)					0,65
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
PEÓN EO E2	1000	4,050	4,050	0,200	0,81
MAESTRO DE OBRA EO C2	1000	4,330	4,330	0,002	0,01
CARGADORA FRONTAL EO C1	1000	4,550	4,550	0,020	0,09
AYUDANTE DE MAQUINARIA EO D2	1000	4,160	4,160	0,020	0,08
SUB TOTAL MANO DE OBRA (N)					0,99
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
SUB TOTAL MATERIALES (O)					0,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
TRANSPORTE DE MATERIALES EN VOLQUE	1300	3,000	1300	0,300	1,17
SUB TOTAL TRANSPORTE (P)					1,17
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$2,81
COSTO INDIRECTO 20,00%					\$0,56
OTROS INDIRECTOS:					\$0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					\$3,38
VALOR OFERTADO:					\$3,38
TRES DÓLARES CON 31/100 CENTAVOS					
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					
FECHA: JULIO (2023)					



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	
					
PROYECTO TÉCNICO					
"OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO MOLLEPMABA, PARROQUIA SAQUILI, PROVINCIA DE COTOPAXI"					
TUTOR:	Ing. M.Sc. Gabriela Peñafiel	PROVINCIA:	Cotopaxi		
IESISTA:	Moreno Remache Kevin Alejandro	CANTÓN:	Saquisilí		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	7	HOJA N° 7 DE 14			
DETALLE:	BASE GRANULAR CLASE 100% TRITURADA, TENDIDO Y CONFORMACIÓN	UNIDAD: M3			
ESPECIFICACIONES					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
MOTONIVELADORA	0,015	50,000	0,750	0,033	0,02
TANQUERO DE AGUA	0,015	20,000	0,300	0,033	0,01
RODILLO NEUMÁTICO	0,015	25,000	0,375	0,033	0,01
SUBTOTAL DE EQUIPO (M)					0,05
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
PEÓN EO E2	1000	4,050	4,050	0,003	0,012
MAESTRO DE OBRA EO C2	1000	4,330	4,330	0,003	0,013
AYUDANTE DE MAUNARIA EO D2	1000	4,160	4,160	0,003	0,012
OPERADOR DE MOTONIVELADORA	1000	4,550	4,550	0,003	0,014
OPERADOR DE RODILLO	1000	4,330	4,330	0,003	0,013
CHOFER PROFESIONAL TPO E	1000	5,950	5,950	0,003	0,018
SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)					0,08
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
	A		B	C = A x B	
AGUA EN OBRA		LT	15,000	0,050	0,75
BASE GRANULAR CLASE L, 100% TRITURADA		M3	1,250	12,000	15
SUBTOTAL MATERIALES (O)					15,75
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL TRANSPORTE (P)					0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 15,88
COSTO INDIRECTO 20,00%					\$ 3,18
OTROS INDIRECTOS:					\$ 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					\$ 19,05
VALOR OFERTADO:					\$ 19,05
DIECINUEVE DÓLARES CON 5/100 CENTAVOS					
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					
FECHA: JULIO (2023)					



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	
					
PROYECTO TÉCNICO					
"OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO MOLLEPMABA, PARROQUIA SAQUILI, PROVINCIA DE COTOPAXI"					
TUTOR:	Ing. M.Sc. Gabriela Peñafiel	PROVINCIA:	Cotopaxi		
IESISTA:	Moreno Remache Kevin Alejandro	CANTÓN:	Saquisilí		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	8	HOJA N° 8 DE 14			
DETALLE:	REPOSICIÓN DE CARPA ASFÁLTICA	UNIDAD: M2			
ESPECIFICACIONES					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
CARGADORA	1000	30,000	30,000	0,010	0,30
RODILLO VIBRATORIO	1000	30,000	30,000	0,010	0,30
RODILLO COMPACTADOR	1000	25,000	25,000	0,010	0,25
DISTRIBUIDOR DE ASFALTO	1000	35,000	35,000	0,010	0,35
PLANTA ASFÁLTICA	1000	125,000	125,000	0,010	1,25
SUBTOTAL DE EQUIPO (M)					2,45
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
PEÓN EO E2	8,000	4,050	32,400	0,010	0,324
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	1000	4,100	4,100	0,010	0,041
OPERADOR RETROEXCAVADORA	4,000	4,550	18,200	0,010	0,182
OPERADOR CARGADORA FRONTAL	1000	4,550	4,550	0,010	0,046
SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)					0,59
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
ASFALTO AP-3RC-350	KKG	10,800	0,350	3,78	
	M3	0,100	12,300	1,23	
BASE GRANULAR CLASE I 100% TRITURADA	M3	0,100	12,300	1,23	
SUBTOTAL MATERIALES (O)					6,24
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL TRANSPORTE (P)					0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$9,28
COSTO INDIRECTO 20,00%					\$1,86
OTROS INDIRECTOS:					\$0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					\$11,14
VALOR OFERTADO:					\$11,14
ONCE DÓLARES CON 10/100 CENTAVOS					
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					
FECHA: JULIO (2023)					



		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
PROYECTO TÉCNICO "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO MOLLEPMABA, PARROQUIA SAQUILI, PROVINCIA DE COTOPAXI"					
TUTOR:	Ing. M.Sc. Gabriela Peñafiel	PROVINCIA:	Cotopaxi		
IESISTA:	Moreno Remache Kevin Alejandro	CANTÓN:	Saquisilí		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	9			HOJA N° 9 DE 14	
DETALLE:	VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN 110 MM, INCLUYE ACCESORIOS			UNIDAD: UND	
ESPECIFICACIONES					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
HERRAMIENTA MANUAL Y MENOR DE	5% M.O.				0,07
SUB TOTAL DE EQUIPO (M)					0,07
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
PEÓN	1000	4,050	4,050	0,170	0,69
PLOMERO	1000	4,100	4,100	0,170	0,70
SUB TOTAL MANO DE OBRA (N)					1,39
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN 110 MM	UNIDAD	1000	820,000	820,00	
SUB TOTAL MATERIALES (O)					820,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUB TOTAL TRANSPORTE (P)					0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 821,45
COSTO INDIRECTO 20,00 %					\$ 164,29
OTROS INDIRECTOS:					\$ 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					\$ 985,75
VALOR OFERTADO:					\$ 985,75
SEIS MIL UN DÓLARES CON 65/100 CENTAVOS					
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					
FECHA: JULIO (2023)					

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 					
PROYECTO TÉCNICO					
"OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO MOLLEPMABA, PARROQUIA SAQUILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI"					
TUTOR:	Ing. M.Sc. Gabriela Peñafiel			PROVINCIA:	Cotopaxi
TESISTA:	Moreno Remache Kevin Alejandro			CANTÓN:	Saquisilí
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	10			HOJA N° 10 DE 14	
DETALLE:	REDUCCIÓN PVC 110 MM - 90 MM			UNIDAD: UND	
ESPECIFICACIONES					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
HERRAMIENTA MANUAL Y MENOR D	5% M.O.				0,07
SUBTOTAL DE EQUIPO (M)					0,07
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
PEÓN	1000	4,050	4,050	0,170	0,69
PLOMERO	1000	4,100	4,100	0,170	0,70
SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)					139
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
REDUCCIÓN PVC 110 MM - 90 MM	UNIDAD	1,000	7,850	7,85	
POLILMPI	LT	0,008	9,050	0,07	
POLIPEGA	LT	0,008	16,230	0,13	
SUBTOTAL MATERIALES (O)					8,05
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL TRANSPORTE (P)					0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$9,51
COSTO INDIRECTO 20,00%					\$1,90
OTROS INDIRECTOS:					\$0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					\$11,41
VALOR OFERTADO:					\$ 11,41
<p>NUEVE DÓLARES CON 70/100 CENTAVOS</p> <p>ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA</p> <p>FECHA: JULIO (2023)</p>					

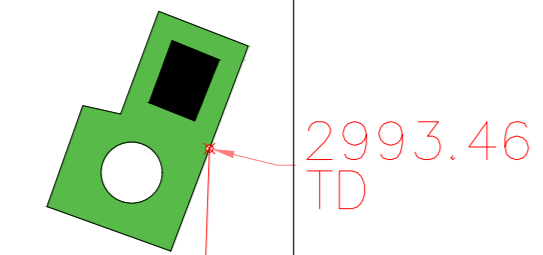
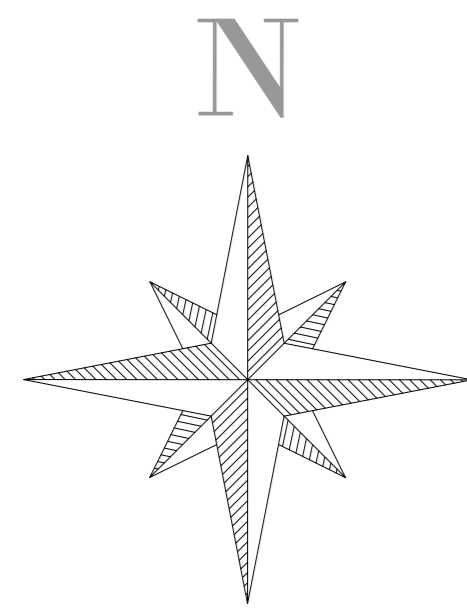
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
PROYECTO TÉCNICO "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO MOLLEPMABA, PARROQUIA SAQUILI, PROVINCIA DE COTOPAXI"					
TUTOR:	Ing. M.Sc. Gabriela Peñafiel	PROVINCIA:	Cotopaxi		
TESISTA:	Moreno Remache Kevin Alejandro	CANTÓN:	Saquisilí		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	11			HOJA N° 11 DE 14	
DETALLE:	SISTEMA DE CLORACIÓN			UNIDAD: GLB	
ESPECIFICACIONES					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
HERRAMIENTA MANUAL Y MENOR	5% M.O.				0,12
SUBTOTAL DE EQUIPO (M)					0,12
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
M. MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS	0,5	4,55	2,275	0,300	
PEÓN	1,000	4,050	4,050	0,300	1,22
PLOMERO	1,000	4,100	4,100	0,300	1,23
SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)					2,45
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
TANQUE PREFABRICADO DE POLIET	UNIDAD	1,000	108,060	108,06	
VÁLVULA DE PASO 3/4"	UNIDAD	1,000	11,500	11,50	
FILTRO DE DISCO 3/4"	UNIDAD	1,000	8,500	8,50	
MANGUERA DE POLIETILENO DE 1/4"	UNIDAD	1,000	0,150	0,15	
GOTERO AUTOCOMPENSANTE DE 2 l	UNIDAD	1,000	0,250	0,25	
SUBTOTAL MATERIALES (O)					128,46
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL TRANSPORTE (P)					0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 131,03
COSTO INDIRECTO 20,00%					\$ 26,21
OTROS INDIRECTOS:					\$ 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					\$ 157,23
VALOR OFERTADO:					\$ 157,23
NUEVE DÓLARES CON 70/100 CENTAVOS ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA FECHA: JULIO (2023)					

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
PROYECTO TÉCNICO "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO MOLLEPMABA, PARROQUIA SAQUILI, PROVINCIA DE COTOPAXI"					
TUTOR:	Ing. M.Sc. Gabriela Peñafiel	PROVINCIA:	Cotopaxi		
TESISTA:	Moreno Remache Kevin Alejandro	CANTÓN:	Saquisilí		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	12	DETALLE:		HOJA N° 12 DE 14	
ESPECIFICACIONES				UNIDAD: GLB	
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
HERRAMIENTA MANUAL Y MENOR D	5% M.O.				2,02
SUB TOTAL DE EQUIPO (M)					2,02
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
PEÓN	1000	4,050	4,050	3,87	12,91
ALBAÑIL	1000	4,100	4,100	3,87	13,07
MAESTRO MAYOR	1000	4,550	4,550	3,87	14,50
SUB TOTAL MANO DE OBRA (N)					40,47
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
CEMENTO PORTLAND	SACO	3,000	7,570	22,71	
PÉTREOS, ARENA	M3	0,320	7,930	2,54	
PÉTREOS, RÍPIO, TRITURADO	M3	1,150	9,900	11,39	
AGUA	M3	0,100	0,890	0,09	
ADITIVO PARA MORTEROS	KG	6,000	1,370	8,22	
SUB TOTAL MATERIALES (O)					44,94
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUB TOTAL TRANSPORTE (P)					0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 87,44
COSTO INDIRECTO 20,00%					\$ 17,49
OTROS INDIRECTOS:					\$ 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					\$ 104,93
VALOR OFERTADO:					\$ 104,93
NUEVE DÓLARES CON 70/100 CENTAVOS ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA FECHA: JULIO (2023)					

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO TÉCNICO					
"OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO MOLLEPMABA, PARROQUIA SAQUILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI"					
TUTOR:	Ing. M.Sc. Gabriela Peñafiel	PROVINCIA:	Cotopaxi		
TESISTA:	Moreno Remache Kevin Alejandro	CANTÓN:	Saquisilí		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	13			HOJA N° 13 DE 14	
DETALLE:	TUBERIA			UNIDAD: GLB	
ESPECIFICACIONES					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
HERRAMIENTA MANUAL Y MENOR D	5% M.O.				2,02
SUB TOTAL DE EQUIPO (M)					2,02
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
PEÓN	1000	4,050	4,050	3,87	12,91
ALBAÑIL	1000	4,100	4,100	3,87	13,07
MAESTRO MAYOR	1000	4,550	4,550	3,87	14,50
SUB TOTAL MANO DE OBRA (N)					40,47
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
MASILLA REPARADORA	UNIDAD	1000	2,700	2,70	
PARCHE	UNIDAD	1000	54,000	54,00	
SUB TOTAL MATERIALES (O)					56,70
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL TRANSPORTE (P)					0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 99,20
COSTO INDIRECTO 20,00%					\$ 19,84
OTROS INDIRECTOS:					\$ 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					\$ 119,04
VALOR OFERTADO:					\$ 119,04
NUEVE DÓLARES CON 70/100 CENTAVOS					
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					
FECHA: JULIO (2023)					

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
PROYECTO TÉCNICO "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO MOLLEPMABA, PARROQUIA SAQUILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI"					
TUTOR:	Ing. M.Sc. Gabriela Peñafiel	PROVINCIA:	Cotopaxi		
TESISTA:	Moreno Remache Kevin Alejandro	CANTÓN:	Saquisilí		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	14	DETALLE:		HOJA N° 14 DE 14	
ESPECIFICACIONES				UNIDAD: GLB	
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
HERRAMIENTA MANUAL Y MENOR D	5% M.O.				0,26
SUBTOTAL DE EQUIPO (M)					0,26
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
INGENIERO CIVIL	1,000	4,560	4,560	1,000	4,56
PLOMERO	1,000	4,100	4,100	0,170	0,70
SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)					5,26
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
MATERIAL DIDACTICO	UNIDAD	1,000	50,000	50,00	
COMPUTADOR	UNIDAD	1,000	10,000	10,00	
SUBTOTAL MATERIALES (O)					60,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL TRANSPORTE (P)					0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 65,52
COSTO INDIRECTO 20,00%					\$ 13,10
OTROS INDIRECTOS:					\$ 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					\$ 78,62
VALOR OFERTADO:					\$ 78,62
NUEVE DÓLARES CON 70/100 CENTAVOS ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA FECHA: JULIO (2023)					

6.9 Anexo 9: Planos



2993.46 TD

2974.88 N-1

2959.02 N-3

2954.10 N-8

2958.75 N-2

2956.46 N-7

2956.34 N-5

2954.58 N-6

2946.59 N-9

2947.98 N-4

2942.81 N-10

2937.58 N-11

Nodos	Elevación (msnm)
1	2974,875
2	2958,747
3	2959,019
4	2956,463
5	2956,341
6	2954,583
7	2947,985
8	2954,099
9	2946,586
10	2942,813
11	2937,58
12	2939,00
13	2933,265
14	2933,042

Tubería	Longitud (m)	Diámetro nominal	Material
T-1	243,23	110	PVC
T-2	96,10	110	PVC
T-3	168,41	110	PVC
T-4	155,43	110	PVC
T-5	9,29	110	PVC
T-6	188,05	19	PVC
T-7	260,94	90	PVC
T-8	309,84	90	PVC
T-9	193,50	50	PVC
T-10	192,72	50	PVC
T-11	390,65	90	PVC
T-12	319,24	50	PVC
T-13	732,48	90	PVC
T-14	1073,01	90	PVC
Total	4332,89	m	
Total	4,33	Km	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO DE TITULACIÓN



PROYECTO:
 "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO MOLLEPAMBA, PARROQUIA SAQUISILÍ, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI"

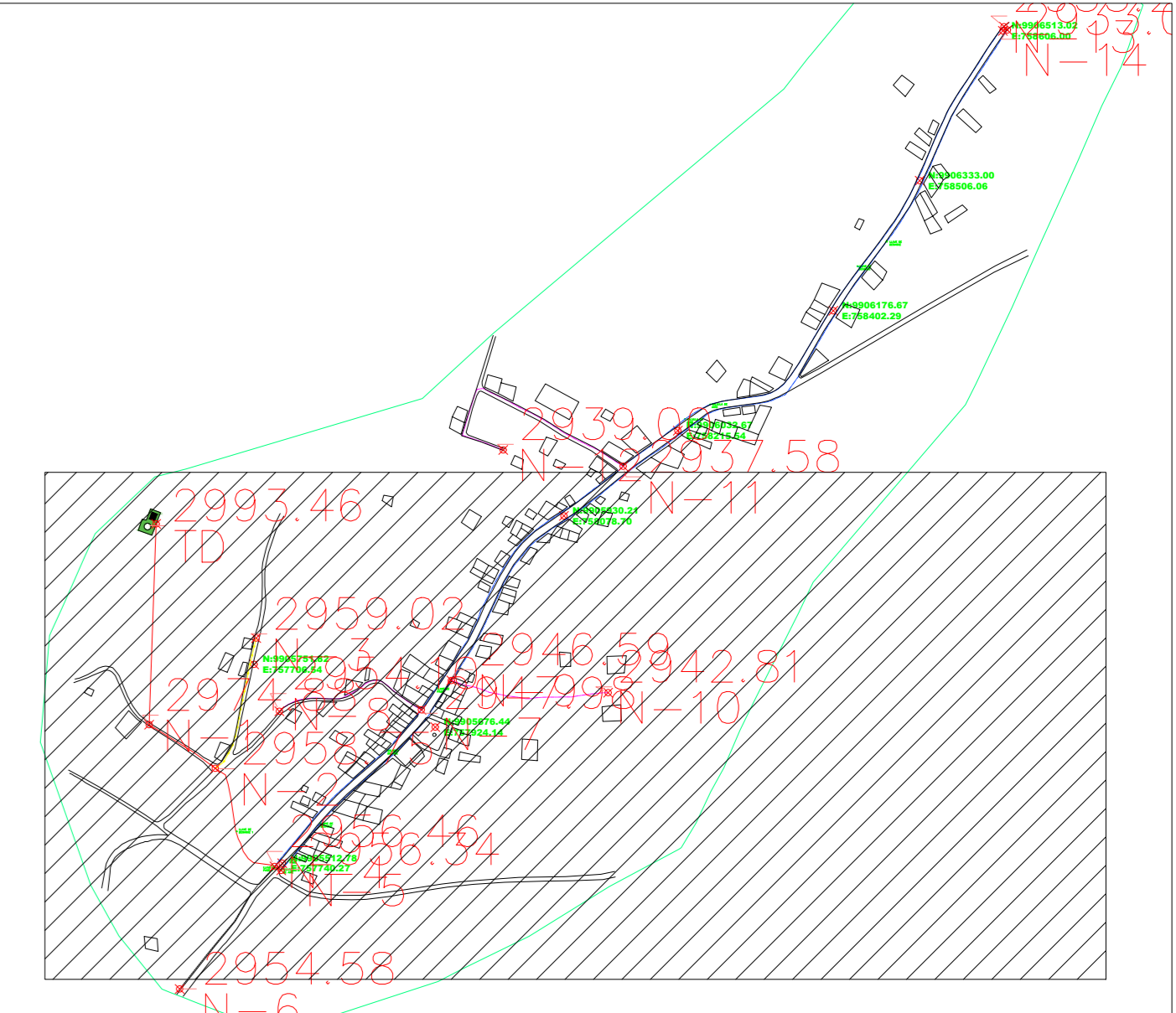
CONTIENE:
 CATASTRO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO MOLLEPAMBA (ACTUAL)

PROVINCIA: COTOPAXI	CANTON: LATACUNGA	SECTOR: BARRIO MOLLEPAMBA
ESCALA: 1/1000	FECHA: JULIO 2023	LAMINA: 01/12
REVISIÓN:	DIBUJO:	
ING. MG. GABRIELA PEÑAFIEL	ALEJANDRO MORENO	

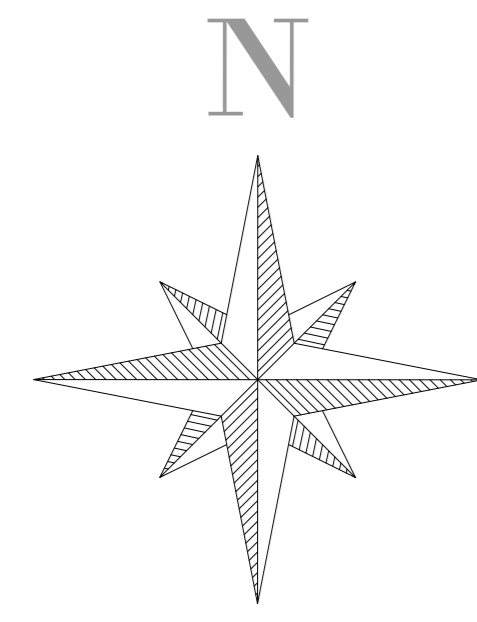
SIMBOLOGÍA:

- TUBERÍA PVC 110 mm
- TUBERÍA PVC 110 mm
- TUBERÍA PVC 90 mm
- TUBERÍA PVC 50 mm
- TUBERÍA PVC 1/2 "
- VÍA DE ASFALTO
- CAMINO DE TIERRA
- PREDIOS
- TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
- NODO

UBICACIÓN:



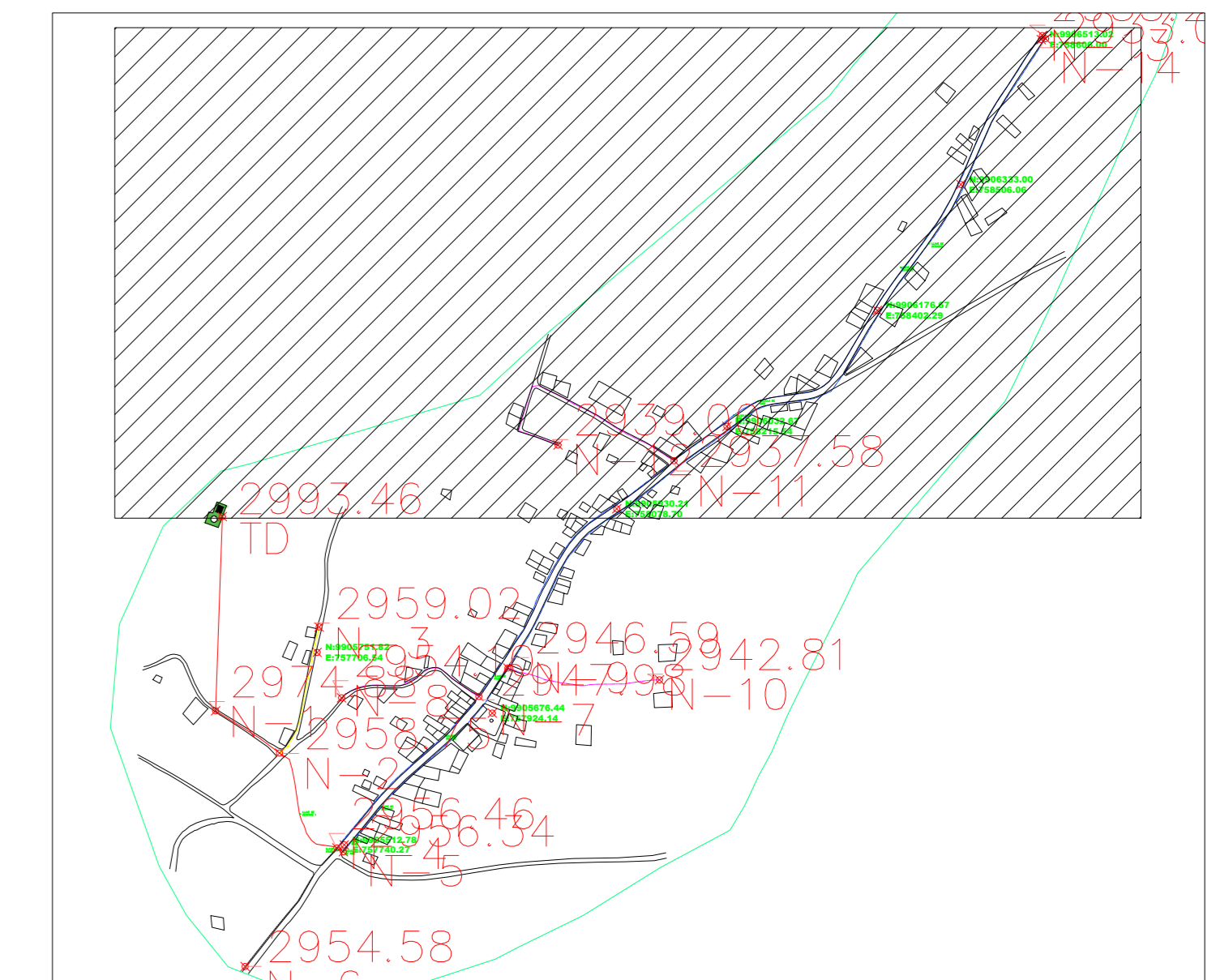
ESCALE: SE



Nodos	Elevación (msnm)
1	2974,875
2	2958,747
3	2959,019
4	2956,463
5	2956,341
6	2954,583
7	2947,985
8	2954,099
9	2946,586
10	2942,813
11	2937,58
12	2939,00
13	2933,265
14	2933,042

Tubería	Longitud (m)	Diámetro nominal	Material
T-1	243,23	110	PVC
T-2	96,10	110	PVC
T-3	168,41	110	PVC
T-4	155,43	110	PVC
T-5	9,29	110	PVC
T-6	188,05	19	PVC
T-7	260,94	90	PVC
T-8	309,84	90	PVC
T-9	193,50	50	PVC
T-10	192,72	50	PVC
T-11	390,65	90	PVC
T-12	319,24	50	PVC
T-13	732,48	90	PVC
T-14	1073,01	90	PVC
Total	4332,89	m	
Total	4,33	Km	

UBICACIÓN:



ESCALE: SE

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO DE TITULACIÓN



PROYECTO:

“OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO MOLLEPAMBA, PARROQUIA SAQUISILÍ, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI”

CONTIENE:

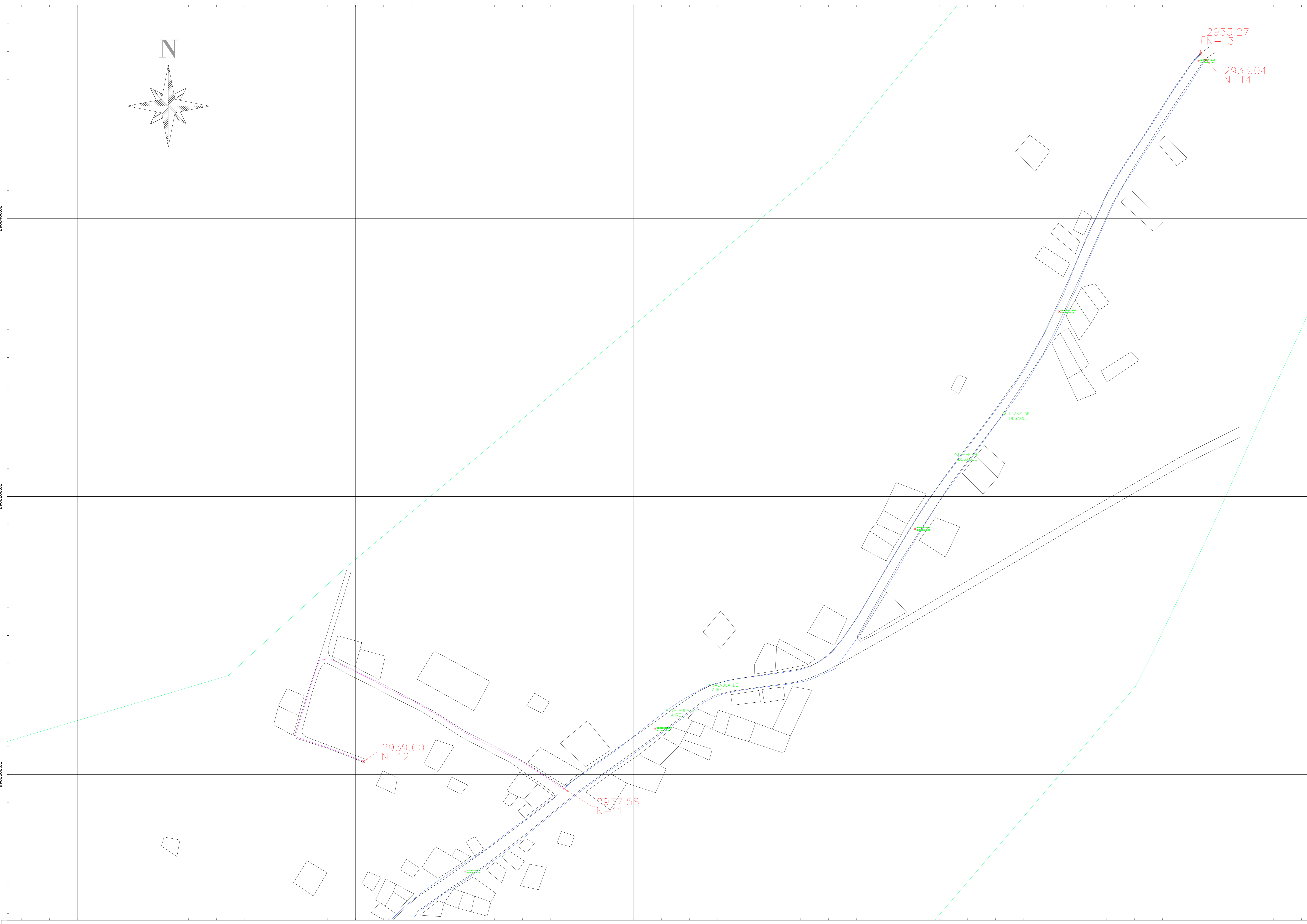
CATASTRO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO MOLLEPAMBA (ACTUAL)

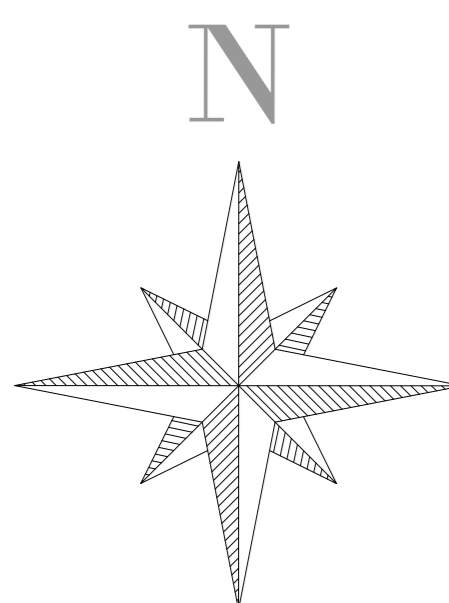
PROVINCIA: COTOPAXI	CANTON: LATACUNGA	SECTOR: BARRIO MOLLEPAMBA
ESCALA: 1/1000	FECHA: JULIO 2023	LAMINA: 02/12
REVISIÓN:	DIBUJO:	
ING. MG. GABRIELA PEÑAFIEL	ALEJANDRO MORENO	

SIMBOLOGÍA:

- TUBERÍA PVC 110 mm
- TUBERÍA PVC 110 mm
- TUBERÍA PVC 90 mm
- TUBERÍA PVC 50 mm
- TUBERÍA PVC 1/2 "

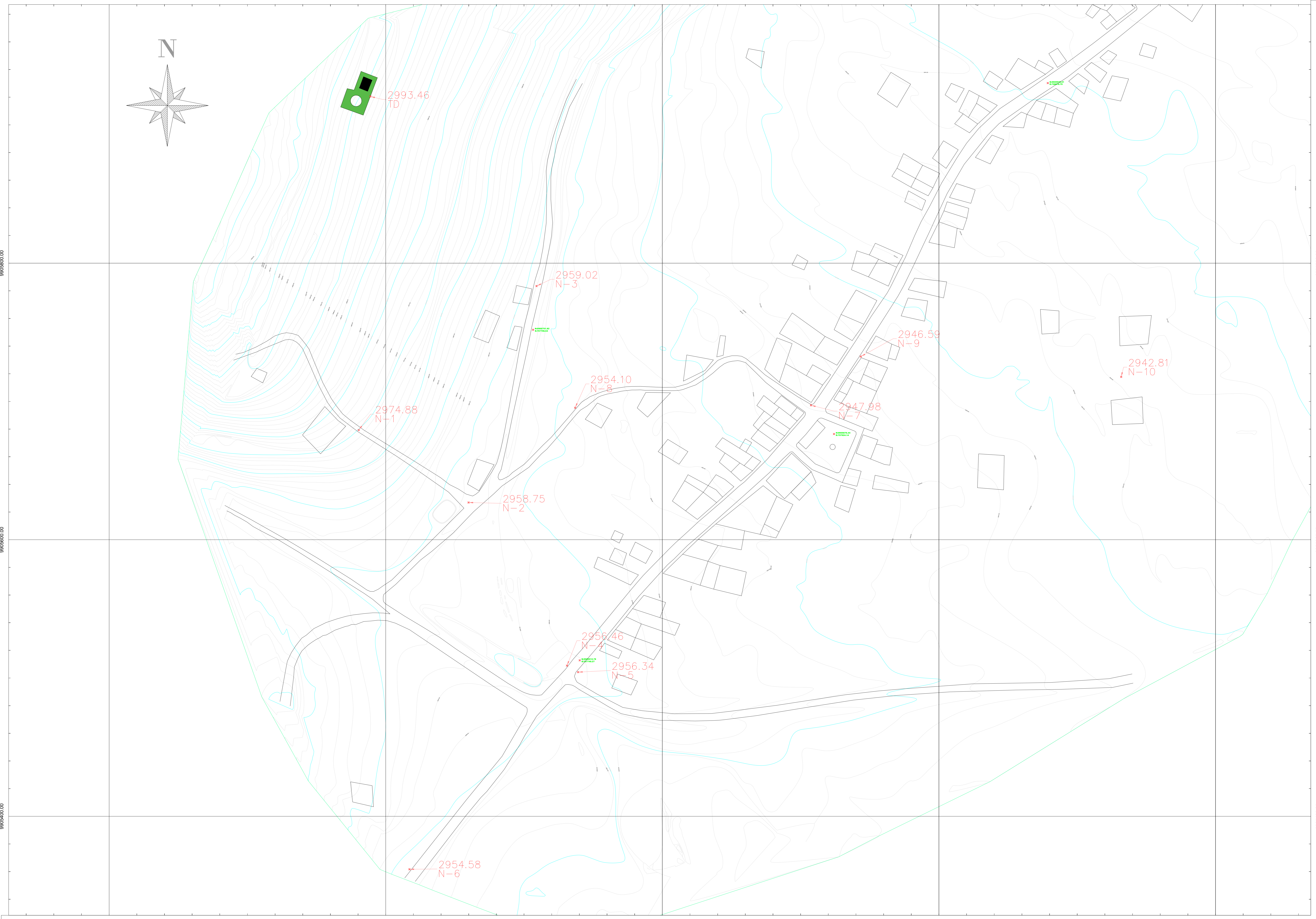
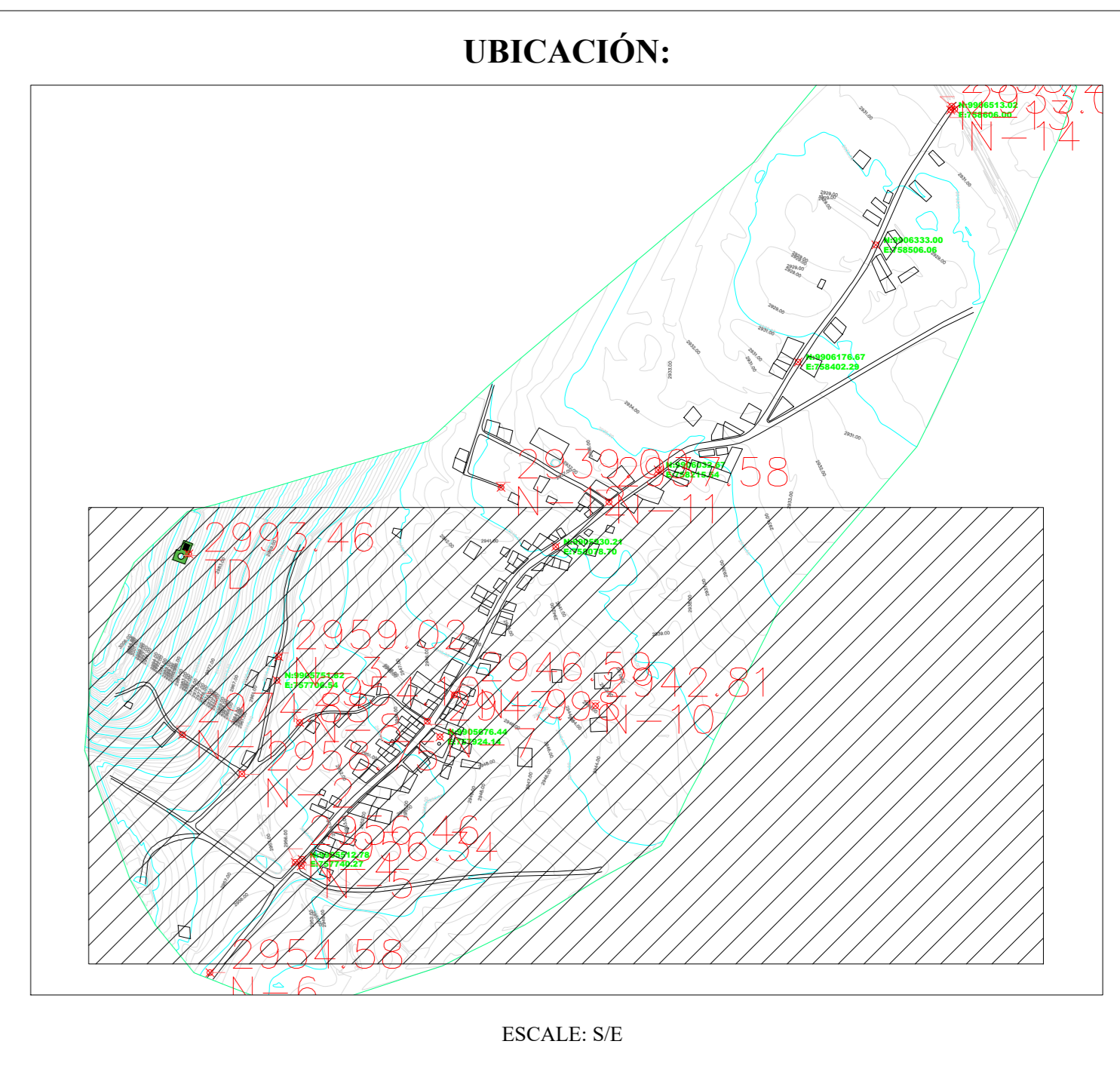
- VÍA DE ASFALTO
- CAMINO DE TIERRA
- PREDIOS
- TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
- NODO





Nodos	Elevación (msnm)
1	2974,875
2	2958,747
3	2959,019
4	2956,463
5	2956,341
6	2954,583
7	2947,985
8	2954,099
9	2946,586
10	2942,813
11	2937,58
12	2939,00
13	2933,265
14	2933,042

PUNTOS DE CONTROL			
Referencia	Este (m)	Norte (m)	Elevación (msnm)
1	757706.543	9905751.823	2958.697
2	757740.270	9905512.781	2956.217
3	757924.142	9905676.440	2948.526
4	758078.702	9905930.213	2939.441
5	758215.540	9906032.666	2936.041
6	758402.289	9906176.670	2930.783
7	758506.056	9906332.999	2929.073
8	758605.998	9906513.020	2933.215



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO DE TITULACIÓN



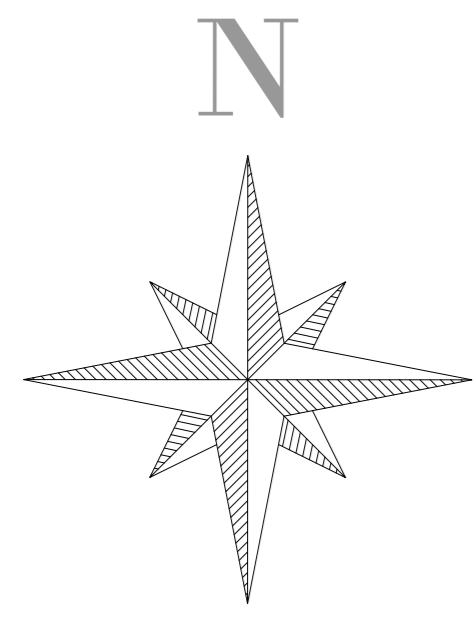
PROYECTO:
 "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO MOLLEPAMBA, PARROQUIA SAQUISILÍ, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI"

CONTIENE:
 TOPOGRAFÍA DE LA ZONA DEL PROYECTO

PROVINCIA: COTOPAXI	CANTON: LATACUNGA	SECTOR: BARRIO MOLLEPAMBA
ESCALA: 1/1000	FECHA: JULIO 2023	LAMINA: 03/12
REVISIÓN:	DIBUJO:	
ING. MG. GABRIELA PEÑAFIEL	ALEJANDRO MORENO	

SIMBOLOGÍA:

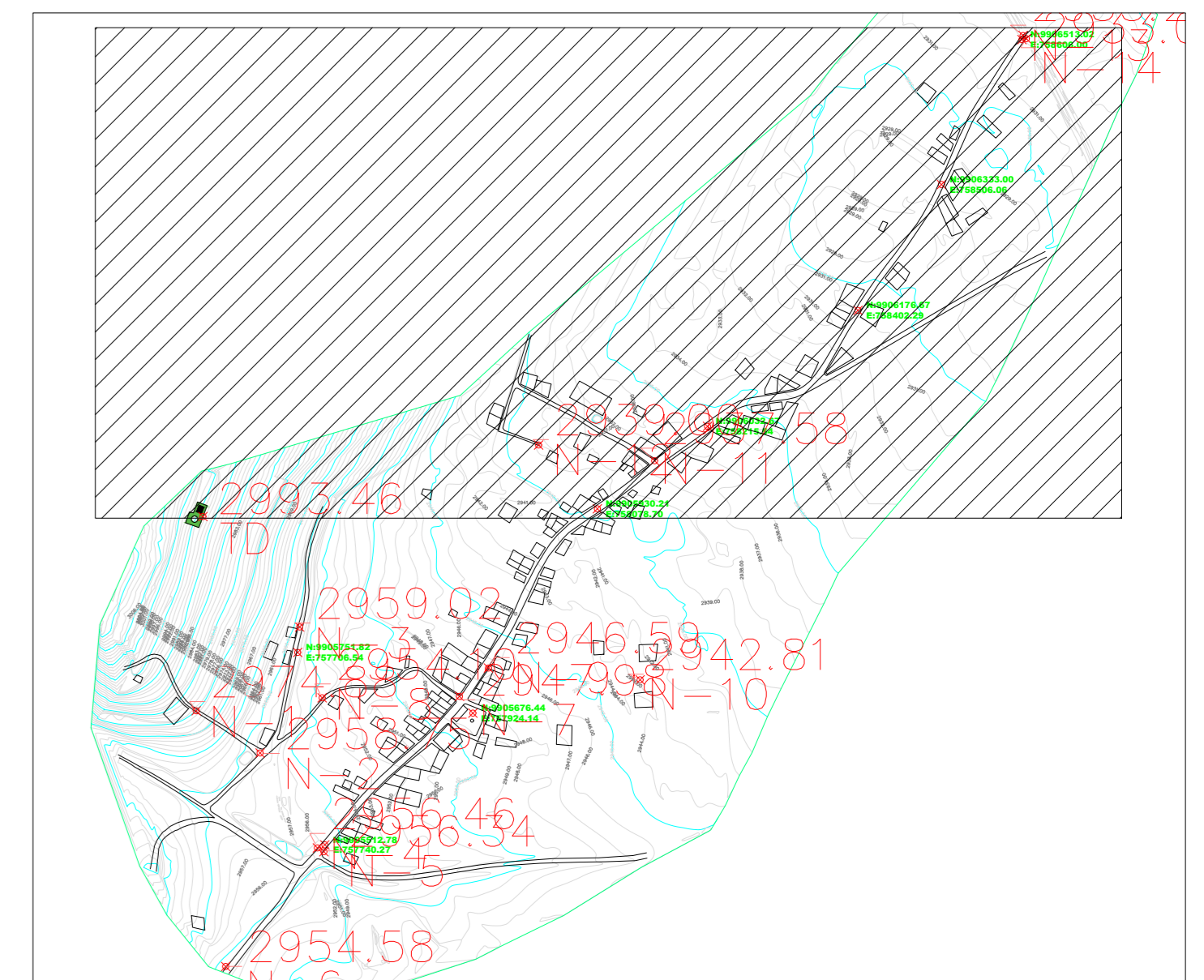
	CURVAS MAYORES		VÍA DE ASFALTO
	CURVAS MENORES		CAMINO DE TIERRA
	PUNTOS DE CONTROL		PREDIOS
			SUPERFICIE DEL PROYECTO



Nodos	Elevación (msnm)
1	2974,875
2	2958,747
3	2959,019
4	2956,463
5	2956,341
6	2954,583
7	2947,985
8	2954,099
9	2946,586
10	2942,813
11	2937,58
12	2939,00
13	2933,265
14	2933,042

PUNTOS DE CONTROL			
Referencia	Este (m)	Norte (m)	Elevación (msnm)
1	757706.543	9905751.823	2958.697
2	757740.270	9905512.781	2956.217
3	757924.142	9905676.440	2948.526
4	758078.702	9905930.213	2939.441
5	758215.540	9906032.666	2936.041
6	758402.289	9906176.670	2930.783
7	758506.056	9906332.999	2929.073
8	758605.998	9906513.020	2933.215

UBICACIÓN:



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO DE TITULACIÓN



PROYECTO:

“OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO MOLLEPAMBA, PARROQUIA SAQUISILÍ, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI”

CONTIENE:

TOPOGRAFÍA DE LA ZONA DEL PROYECTO

PROVINCIA: COTOPAXI	CANTON: LATACUNGA	SECTOR: BARRIO MOLLEPAMBA
ESCALA: 1/1000	FECHA: JULIO 2023	LAMINA: 04/12
REVISIÓN:	DIBUJO:	
ING. MG. GABRIELA PEÑAFIEL	ALEJANDRO MORENO	

SIMBOLOGÍA:

CURVAS MAYORES

CURVAS MENORES

PUNTOS DE CONTROL

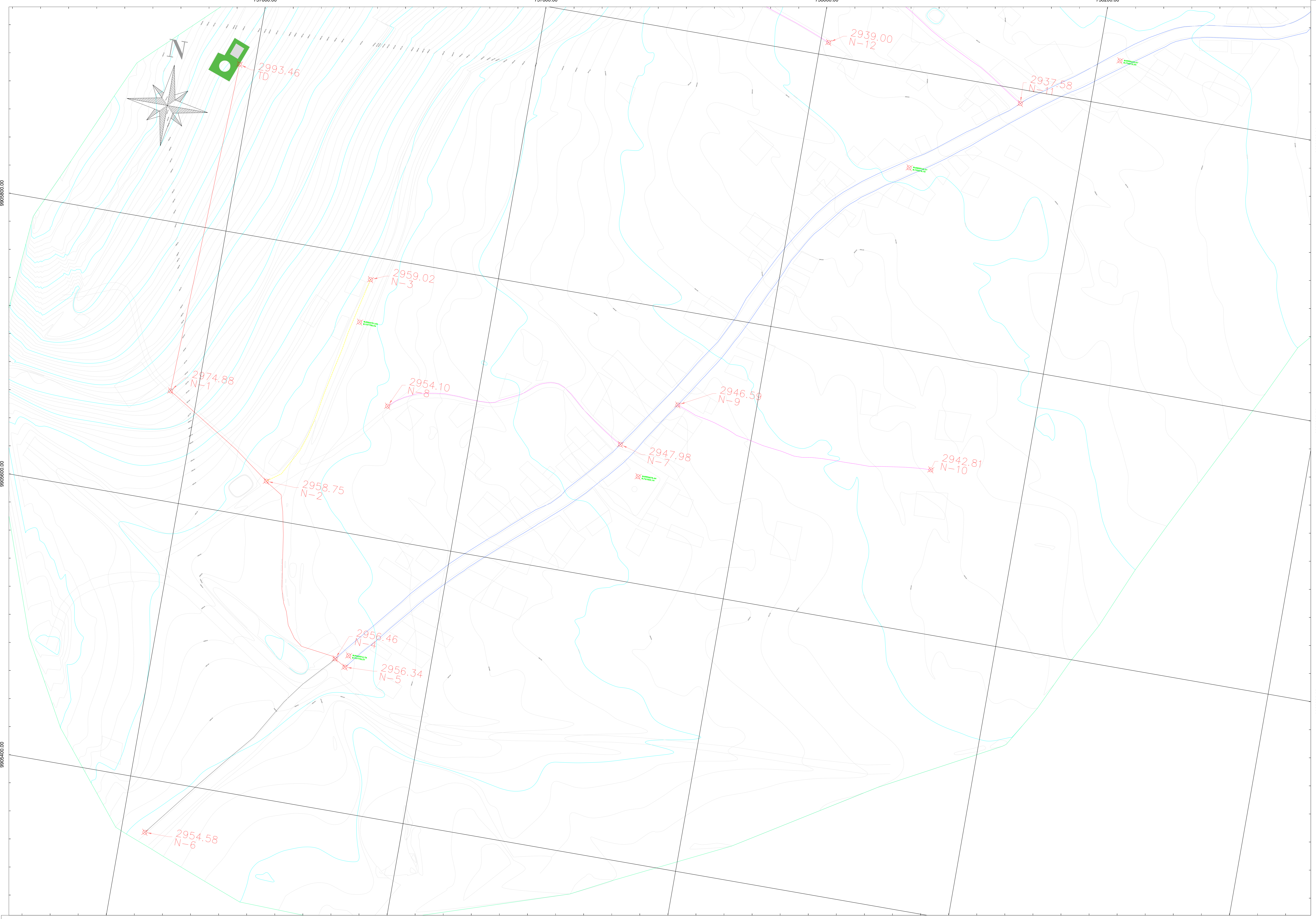
VÍA DE ASFALTO

CAMINO DE TIERRA

PREDIOS

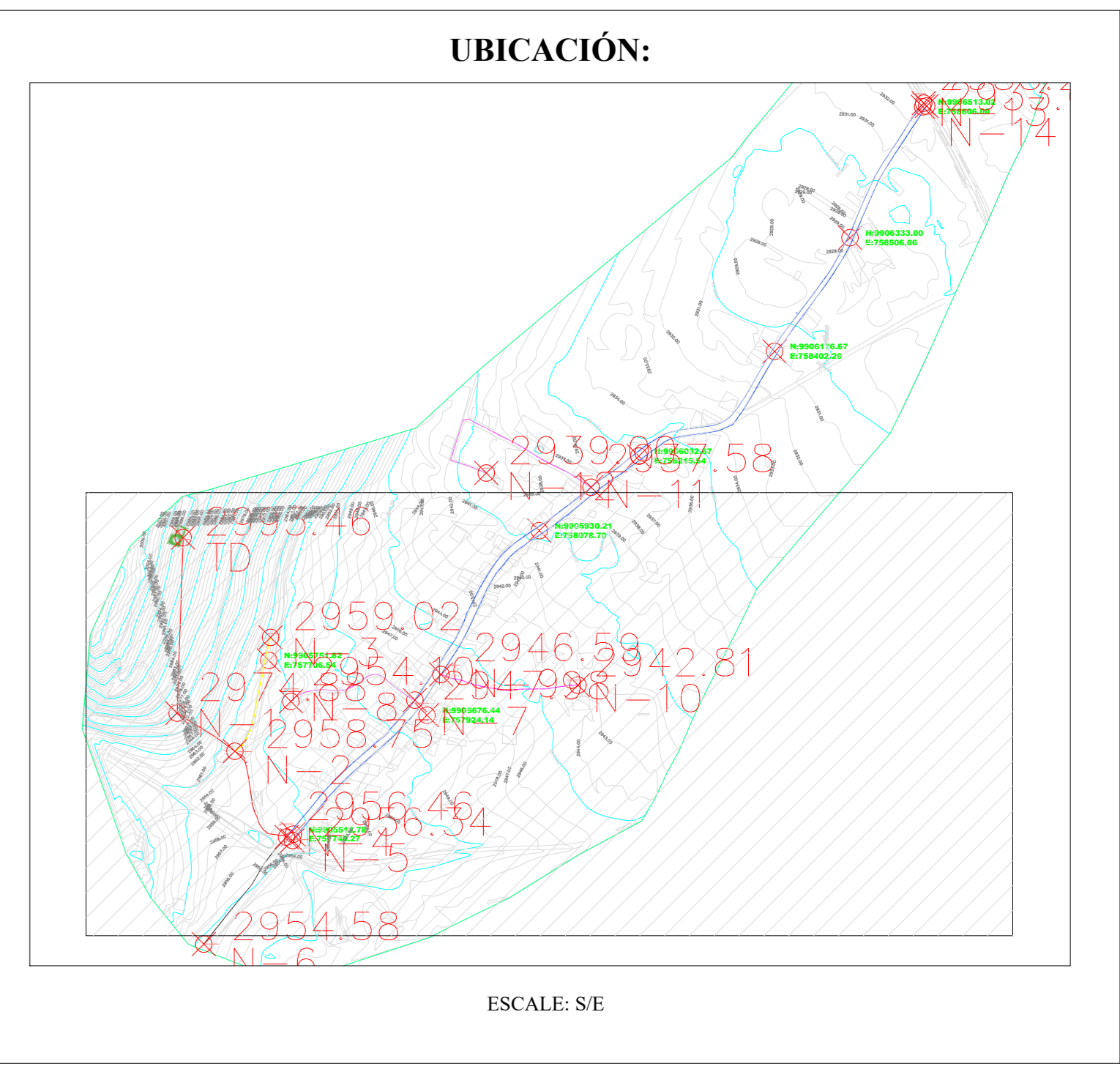
SUPERFICIE DEL PROYECTO

ESCALE: SE



Nodos	Elevación (msnm)
1	2974,875
2	2958,747
3	2959,019
4	2956,463
5	2956,341
6	2954,583
7	2947,985
8	2954,099
9	2946,586
10	2942,813
11	2937,58
12	2939,00
13	2933,265
14	2933,042

Tubería	Longitud (m)	Diámetro nominal	Material
T-1	243,23	110	PVC
T-2	96,10	110	PVC
T-3	168,41	110	PVC
T-4	155,43	110	PVC
T-5	9,29	110	PVC
T-6	188,05	19	PVC
T-7	260,94	90	PVC
T-8	309,84	90	PVC
T-9	193,50	50	PVC
T-10	192,72	50	PVC
T-11	390,65	90	PVC
T-12	319,24	50	PVC
T-13	732,48	90	PVC
T-14	1073,01	90	PVC
Total	4332,89	m	
Total	4,33	Km	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO DE TITULACIÓN



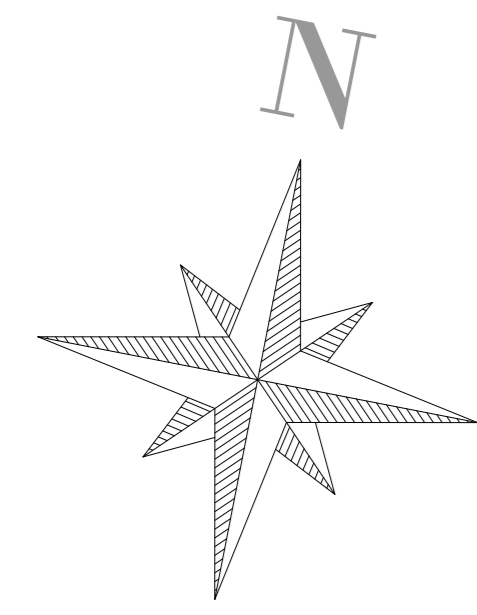
PROYECTO:
 "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO MOLLEPAMBA, PARROQUIA SAQUISILÍ, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI"

CONTIENE:
 PLANO DE IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

PROVINCIA: COTOPAXI	CANTON: LATACUNGA	SECTOR: BARRIO MOLLEPAMBA
ESCALA: 1/1000	FECHA: JULIO 2023	LAMINA: 05/12
REVISIÓN:	DIBUJO:	
ING. MG. GABRIELA PEÑAFIEL	ALEJANDRO MORENO	

SIMBOLOGÍA:

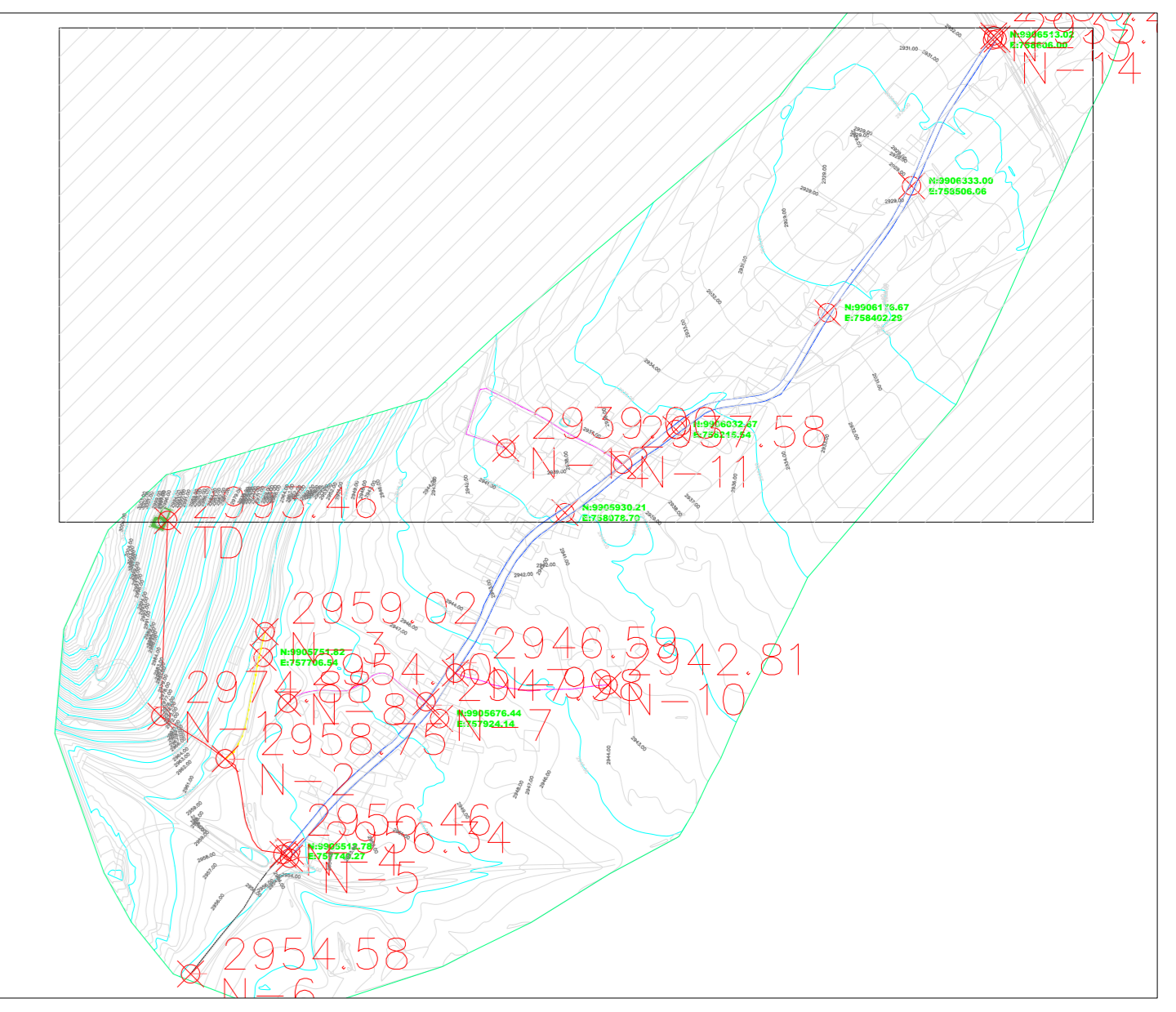
TUBERÍA PRINCIPAL TUBERÍA PVC 110 mm TUBERÍA PVC 90 mm	VIA DE ASFALTO CAMINO DE TIERRA PREDIOS	SUPERFICIE DEL PROYECTO
TUBERÍA SECUNDARIA TUBERÍA PVC 110 mm TUBERÍA PVC 50 mm TUBERÍA PVC 1/2 "	CURVAS MAYORES	PUNTOS DE CONTROL Y NODOS
		CURVAS MENORES



Nodos	Elevación (msnm)
1	2974,875
2	2958,747
3	2959,019
4	2956,463
5	2956,341
6	2954,583
7	2947,985
8	2954,099
9	2946,586
10	2942,813
11	2937,58
12	2939,00
13	2933,265
14	2933,042

Tubería	Longitud (m)	Diámetro nominal	Material
T-1	243,23	110	PVC
T-2	96,10	110	PVC
T-3	168,41	110	PVC
T-4	155,43	110	PVC
T-5	9,29	110	PVC
T-6	188,05	19	PVC
T-7	260,94	90	PVC
T-8	309,84	90	PVC
T-9	193,50	50	PVC
T-10	192,72	50	PVC
T-11	390,65	90	PVC
T-12	319,24	50	PVC
T-13	732,48	90	PVC
T-14	1073,01	90	PVC
Total	4332,89	m	
Total	4,33	Km	

UBICACIÓN:



ESCALE: SE

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO DE TITULACIÓN



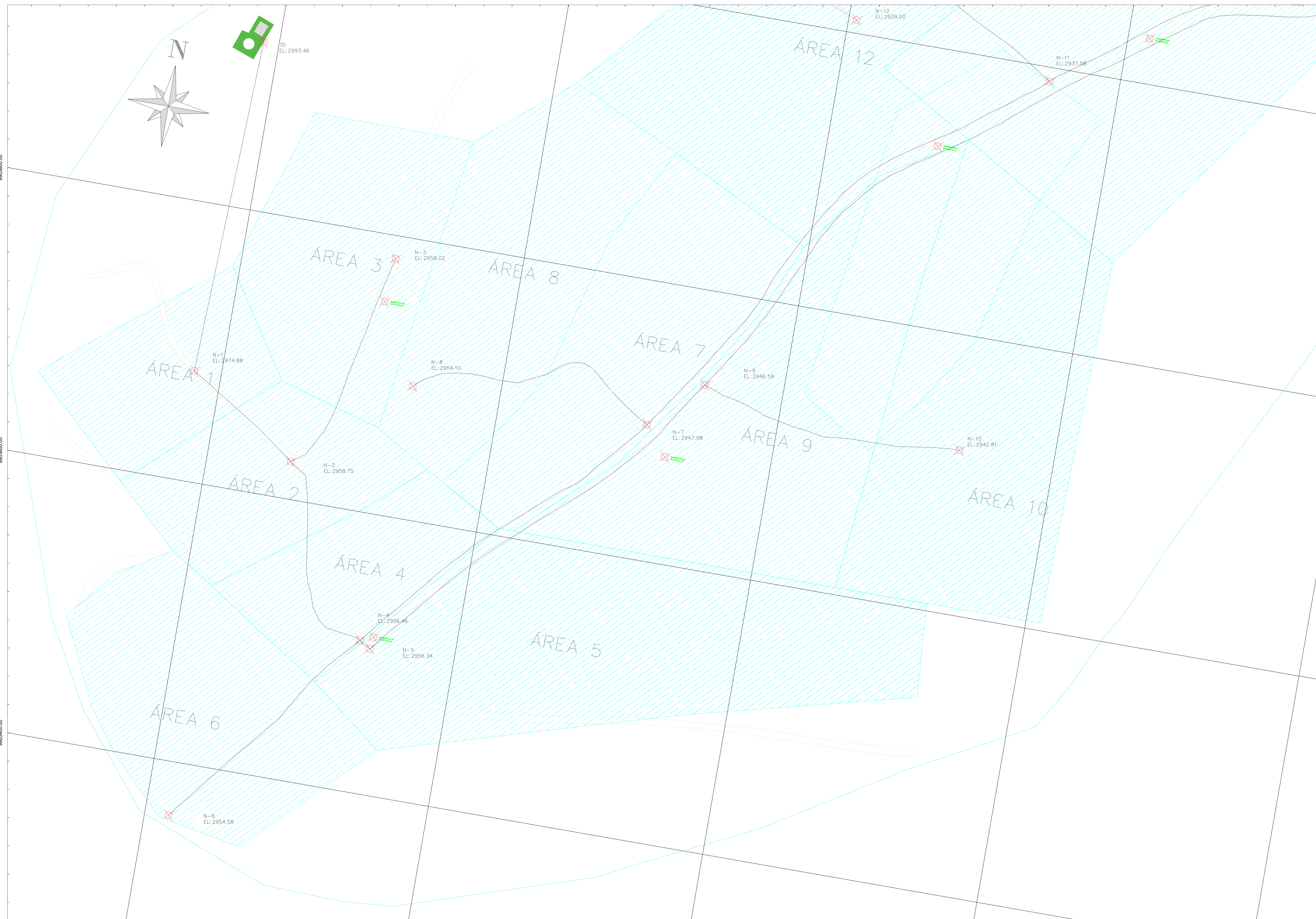
PROYECTO:
 "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO MOLLEPAMBA, PARROQUIA SAQUISILÍ, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI"

CONTIENE:
 PLANO DE IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

PROVINCIA: COTOPAXI	CANTON: LATACUNGA	SECTOR: BARRIO MOLLEPAMBA
ESCALA: 1/1000	FECHA: JULIO 2023	LAMINA: 06/12
REVISIÓN:	DIBUJO:	
ING. MG. GABRIELA PEÑAFIEL	ALEJANDRO MORENO	

SIMBOLOGÍA:

TUBERÍA PRINCIPAL TUBERÍA PVC 110 mm TUBERÍA PVC 90 mm	VIA DE ASFALTO CAMINO DE TIERRA PREDIOS	SUPERFICIE DEL PROYECTO
TUBERÍA SECUNDARIA TUBERÍA PVC 110 mm TUBERÍA PVC 50 mm TUBERÍA PVC 1/2 "	CURVAS MAYORES	PUNTOS DE CONTROL Y NODOS
		CURVAS MENORES



Nodos	Elevación (msnm)	Área (ha)
1	2974,875	1,693
2	2958,747	1,796
3	2959,019	2,386
4	2956,463	1,796
5	2956,341	4,479
6	2954,583	2,666
7	2947,985	2,732
8	2954,099	2,902
9	2946,586	4,000
10	2942,813	4,122
11	2937,58	5,906
12	2939,00	4,910
13	2933,265	6,143
14	2933,042	4,471
Total		50,002

Nodos	Área (%)	Qi (l/s)
1	3,39%	0,070
2	3,59%	0,074
3	4,77%	0,099
4	3,59%	0,074
5	8,96%	0,185
6	5,33%	0,110
7	5,46%	0,113
8	5,80%	0,120
9	8,00%	0,166
10	8,24%	0,171
11	11,81%	0,244
12	9,82%	0,203
13	12,29%	0,254
14	8,94%	0,185
Total	100,00%	2,069

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO DE TITULACIÓN



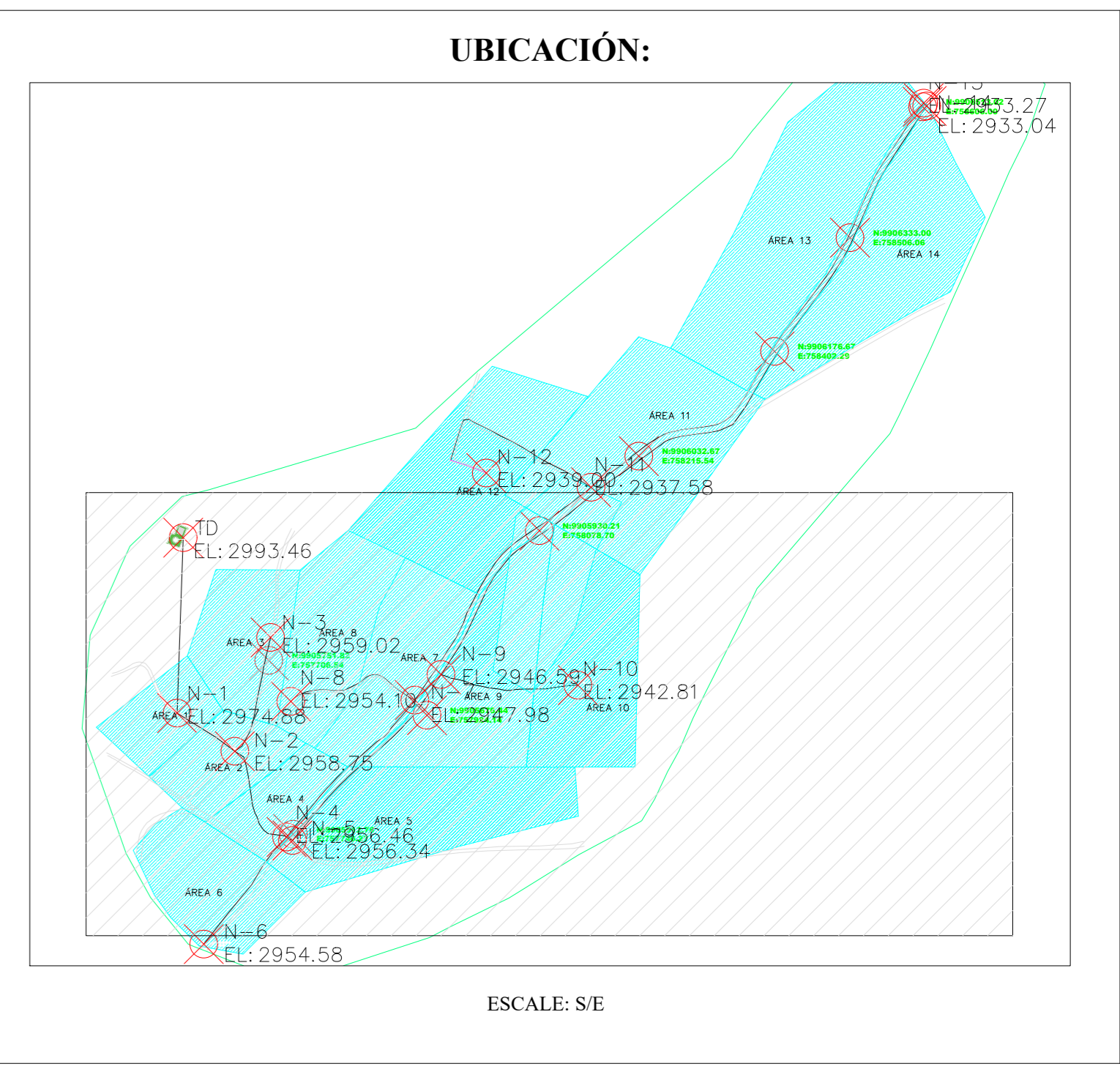
PROYECTO:
 "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO MOLLEPAMBA, PARROQUIA SAQUISILÍ, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI"

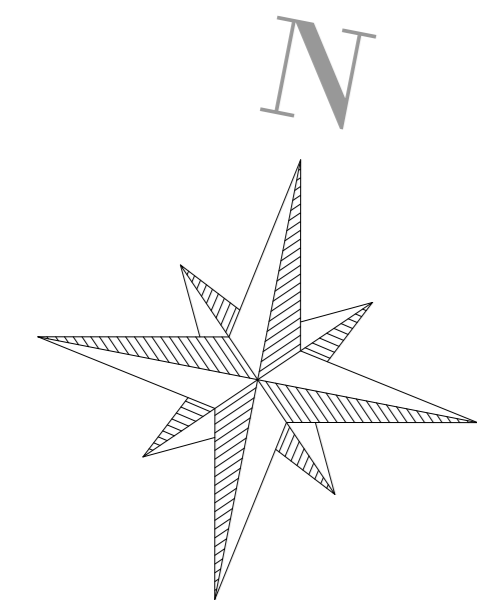
CONTIENE:
 PLANO DEL ÁREA DE APORTACIÓN PARA CADA NODO

PROVINCIA: COTOPAXI	CANTON: LATACUNGA	SECTOR: BARRIO MOLLEPAMBA
ESCALA: 1/1000	FECHA: JULIO 2023	LAMINA: 07/12
REVISIÓN:	DIBUJO:	
ING. MG. GABRIELA PEÑAFIEL	ALEJANDRO MORENO	

SIMBOLOGÍA:

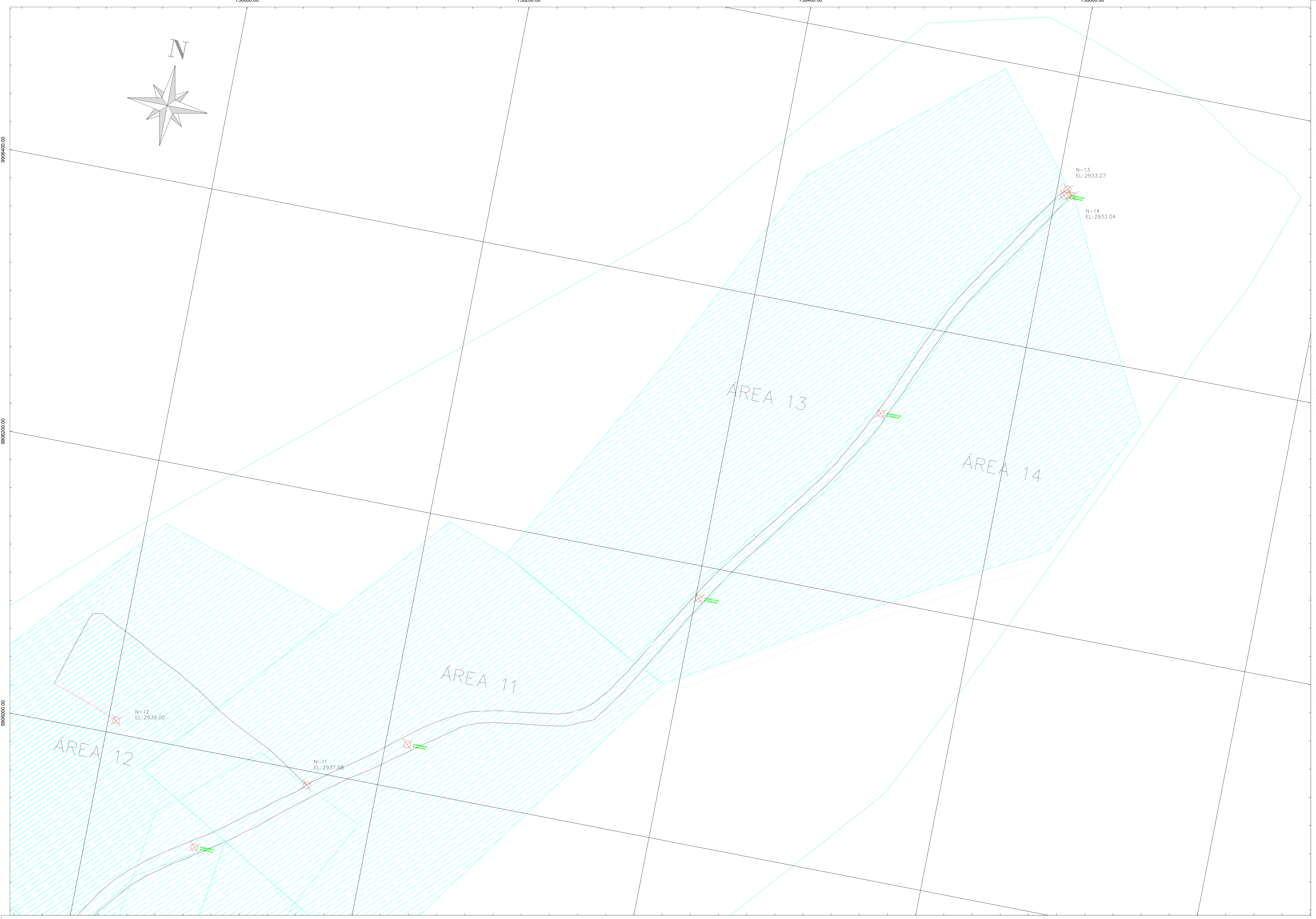
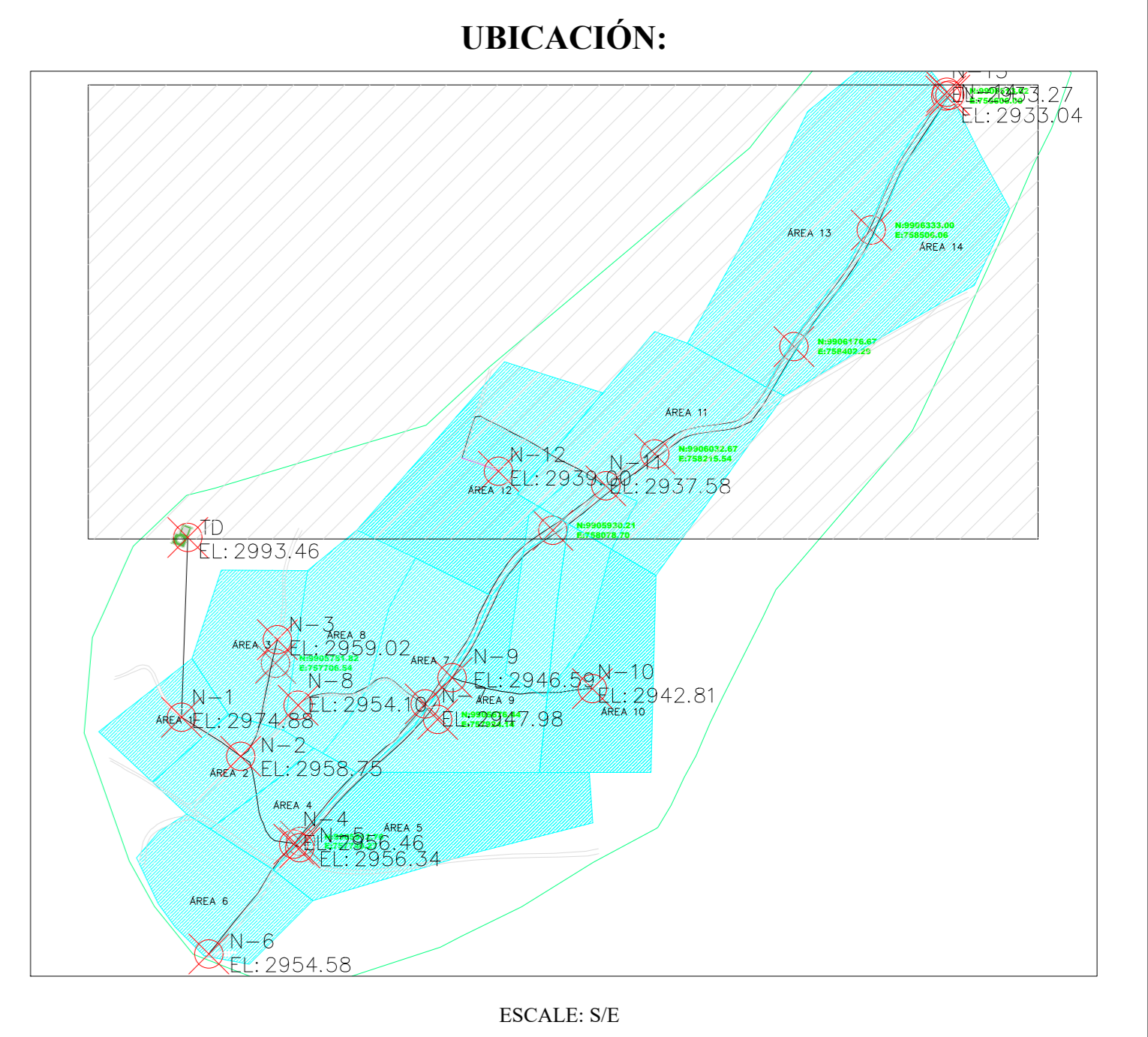
- ÁREA DE APORTACIÓN
- SUPERFICIE DEL PROYECTO
- PUNTOS DE CONTROL Y NODOS
- TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
- VÍA DE ASFALTO
- CAMINO DE TIERRA
- TD
- TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
- N- NODO
- EL: ELEVACIÓN





Nodos	Elevación (msnm)	Área (ha)
1	2974,875	1,693
2	2958,747	1,796
3	2959,019	2,386
4	2956,463	1,796
5	2956,341	4,479
6	2954,583	2,666
7	2947,985	2,732
8	2954,099	2,902
9	2946,586	4,000
10	2942,813	4,122
11	2937,58	5,906
12	2939,00	4,910
13	2933,265	6,143
14	2933,042	4,471
Total		50,002

Nodos	Área (%)	Qi (l/s)
1	3,39%	0,070
2	3,59%	0,074
3	4,77%	0,099
4	3,59%	0,074
5	8,96%	0,185
6	5,33%	0,110
7	5,46%	0,113
8	5,80%	0,120
9	8,00%	0,166
10	8,24%	0,171
11	11,81%	0,244
12	9,82%	0,203
13	12,29%	0,254
14	8,94%	0,185
Total	100,00%	2,069



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO DE TITULACIÓN



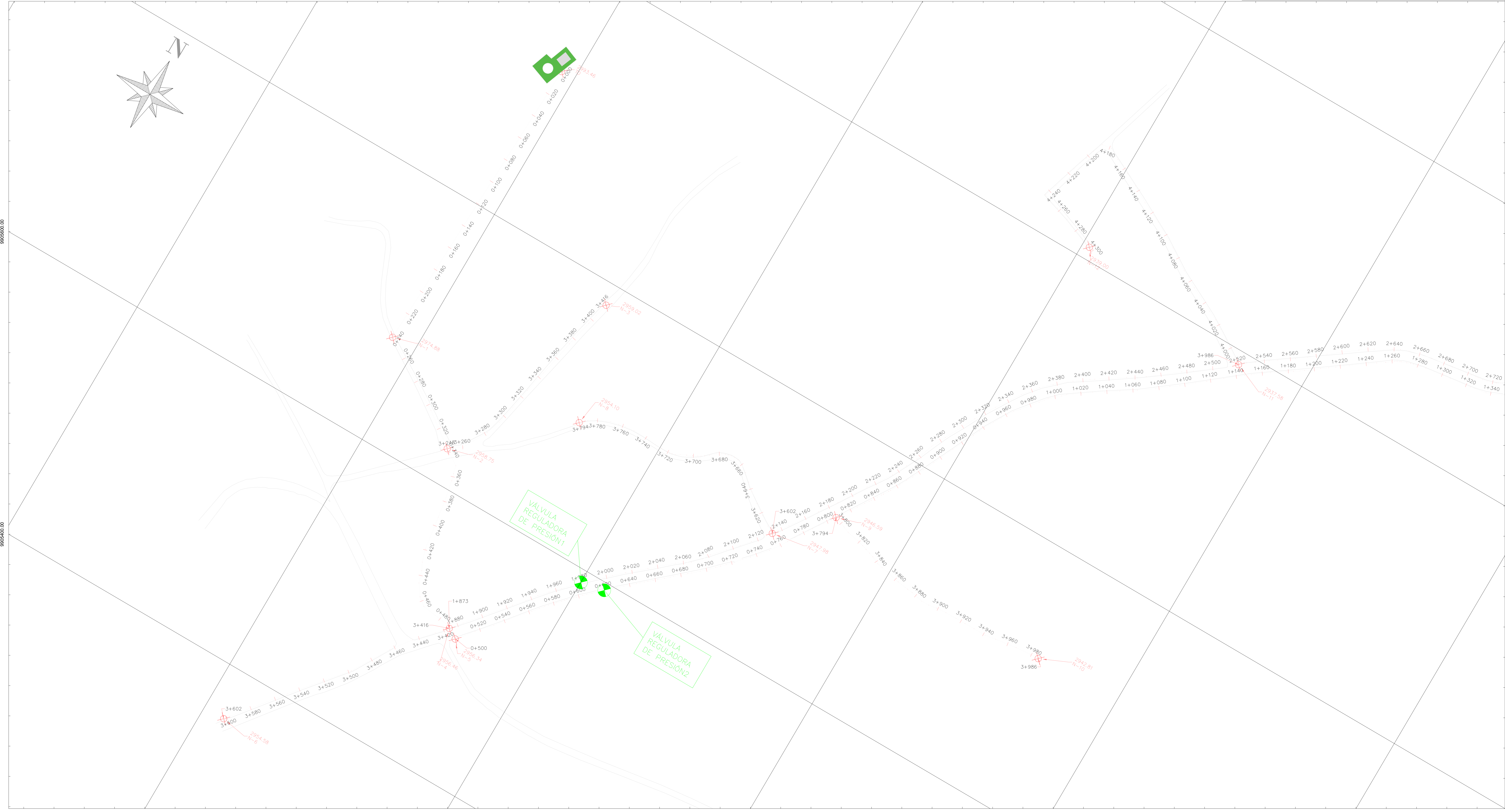
PROYECTO:
 "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO MOLLEPAMBA, PARROQUIA SAQUISILÍ, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI"

CONTIENE:
 PLANO DE IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

PROVINCIA: COTOPAXI	CANTON: LATACUNGA	SECTOR: BARRIO MOLLEPAMBA
ESCALA: 1/1000	FECHA: JULIO 2023	LAMINA: 08/12
REVISIÓN:	DIBUJO:	
ING. MG. GABRIELA PEÑAFIEL	ALEJANDRO MORENO	

SIMBOLOGÍA:

	VIA DE ASFALTO		TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	CAMINO DE TIERRA	N-	NODO
	ÁREA DE APORTACIÓN	EL:	ELEVACIÓN
	PUNTOS DE CONTROL Y NODOS	TD	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	SUPERFICIE DEL PROYECTO		



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO DE TITULACIÓN



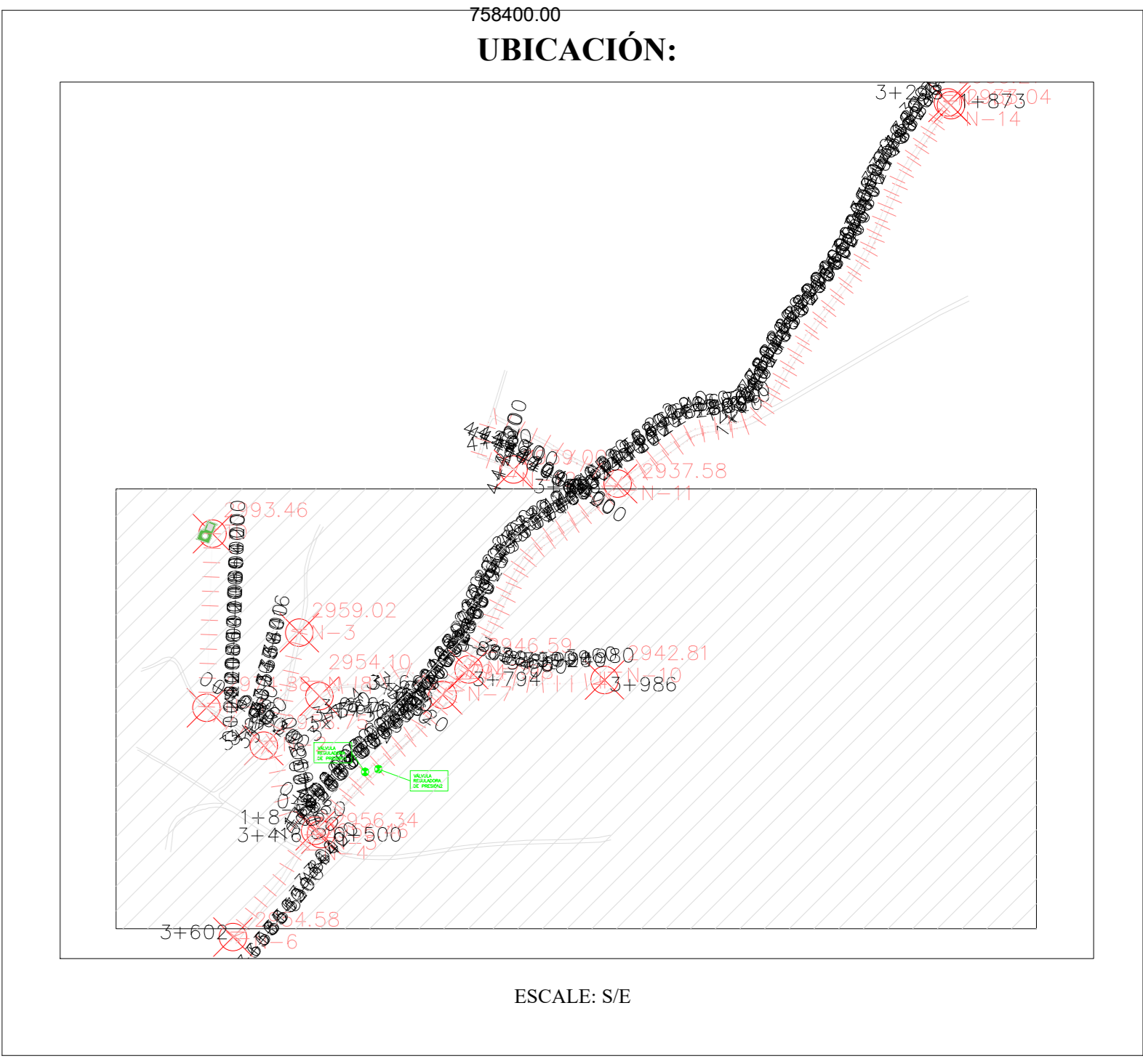
PROYECTO:
 "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO MOLLEPAMBA, PARROQUIA SAQUISILÍ, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI"

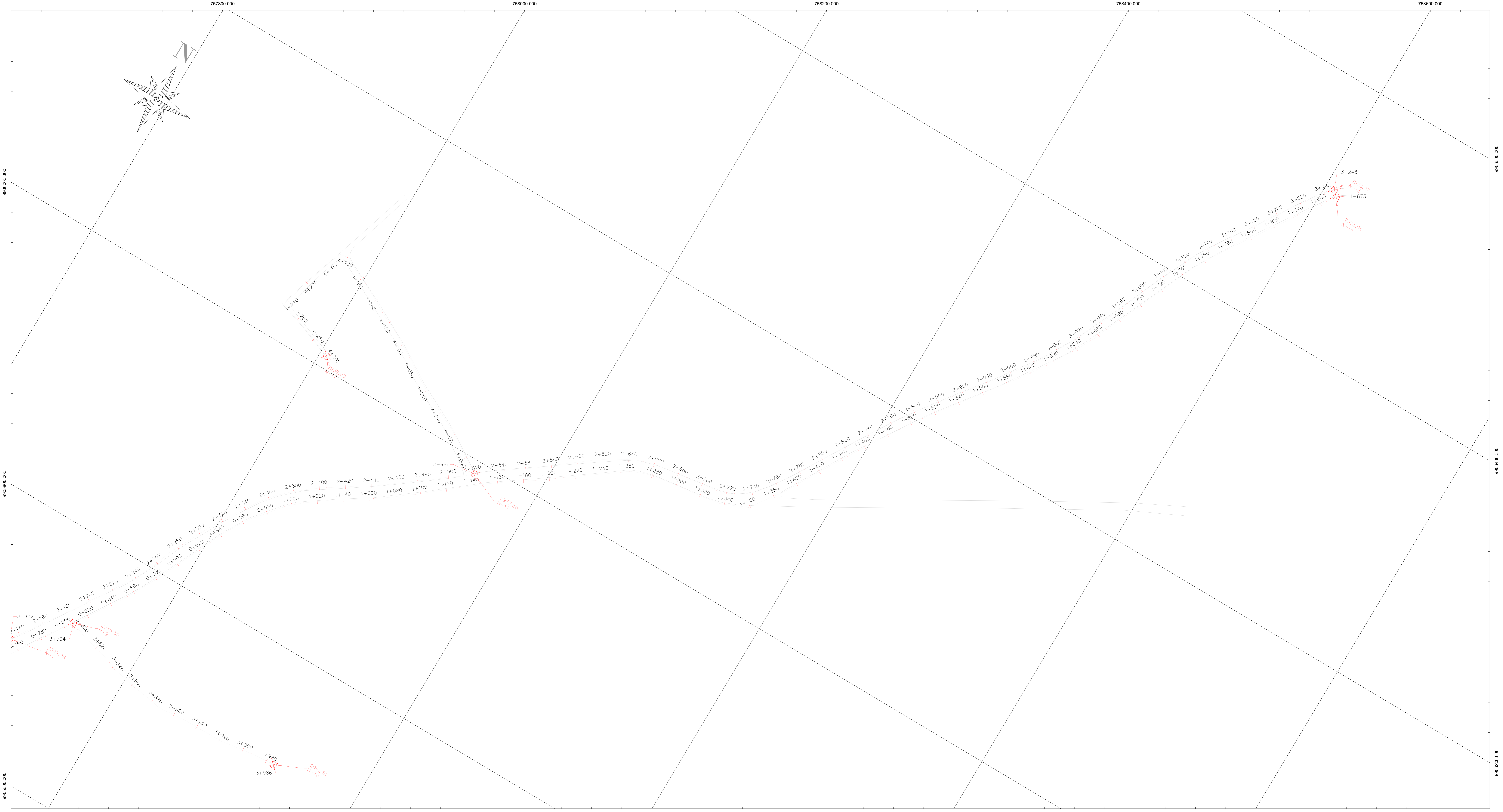
CONTIENE:
 PLANO DE ABCISADO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

PROVINCIA: COTOPAXI	CANTON: LATACUNGA	SECTOR: BARRIO MOLLEPAMBA
ESCALA: 1/1000	FECHA: JULIO 2023	LAMINA: 09/12
REVISIÓN:	DIBUJO:	
ING. MG. GABRIELA PEÑAFIEL	ALEJANDRO MORENO	

SIMBOLOGÍA:

ABCISADO 0+000	VÍA DE ASFALTO	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
PUNTOS DE CONTROL Y NODOS	CAMINO DE TIERRA	N- NODO
EL: ELEVACIÓN	VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN	TD TANQUE DE DISTRIBUCIÓN





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO DE TITULACIÓN



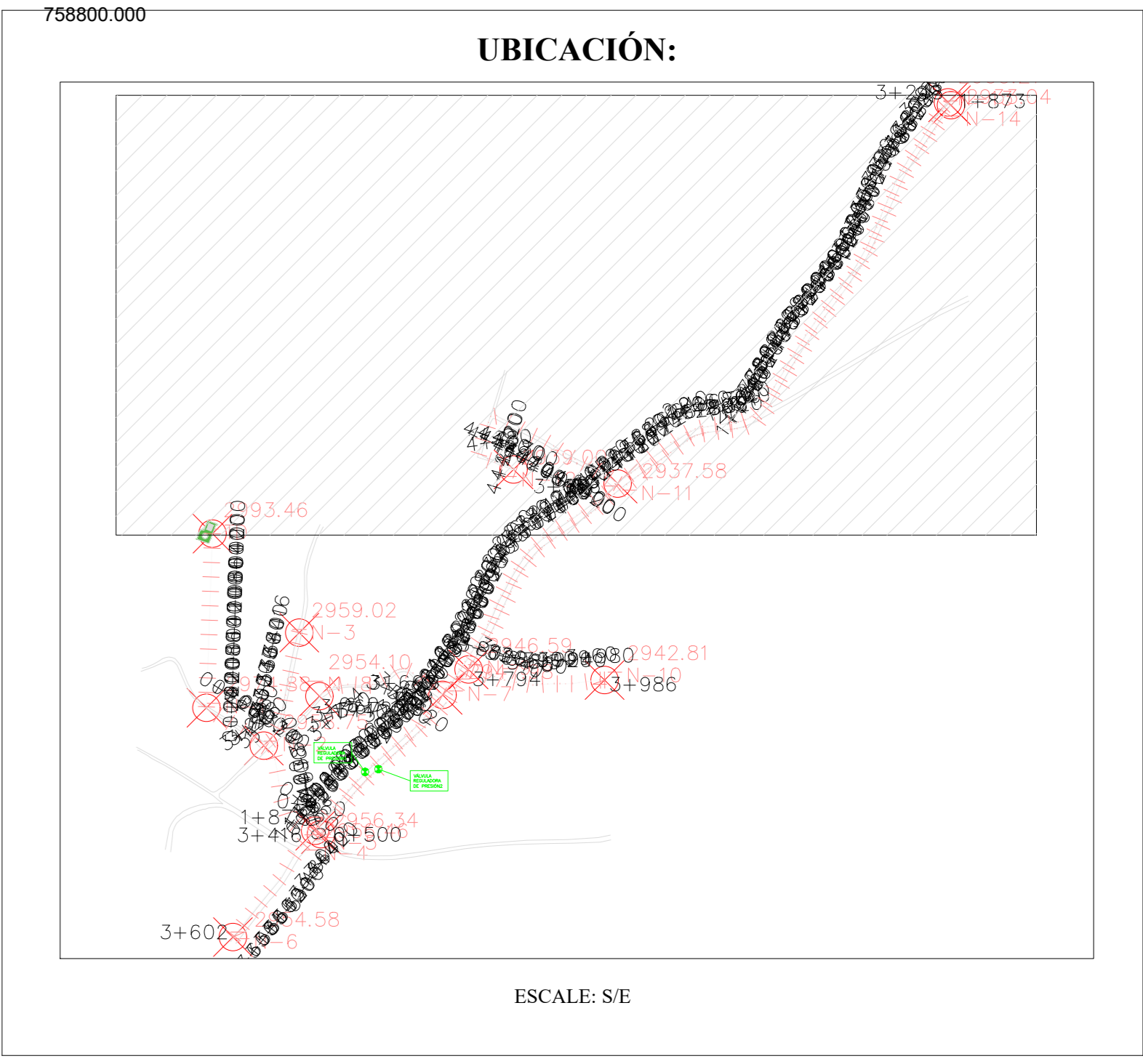
PROYECTO:
 "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO MOLLEPAMBA, PARROQUIA SAQUISILÍ, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI"

CONTIENE:
 PLANO DE ABCISADO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

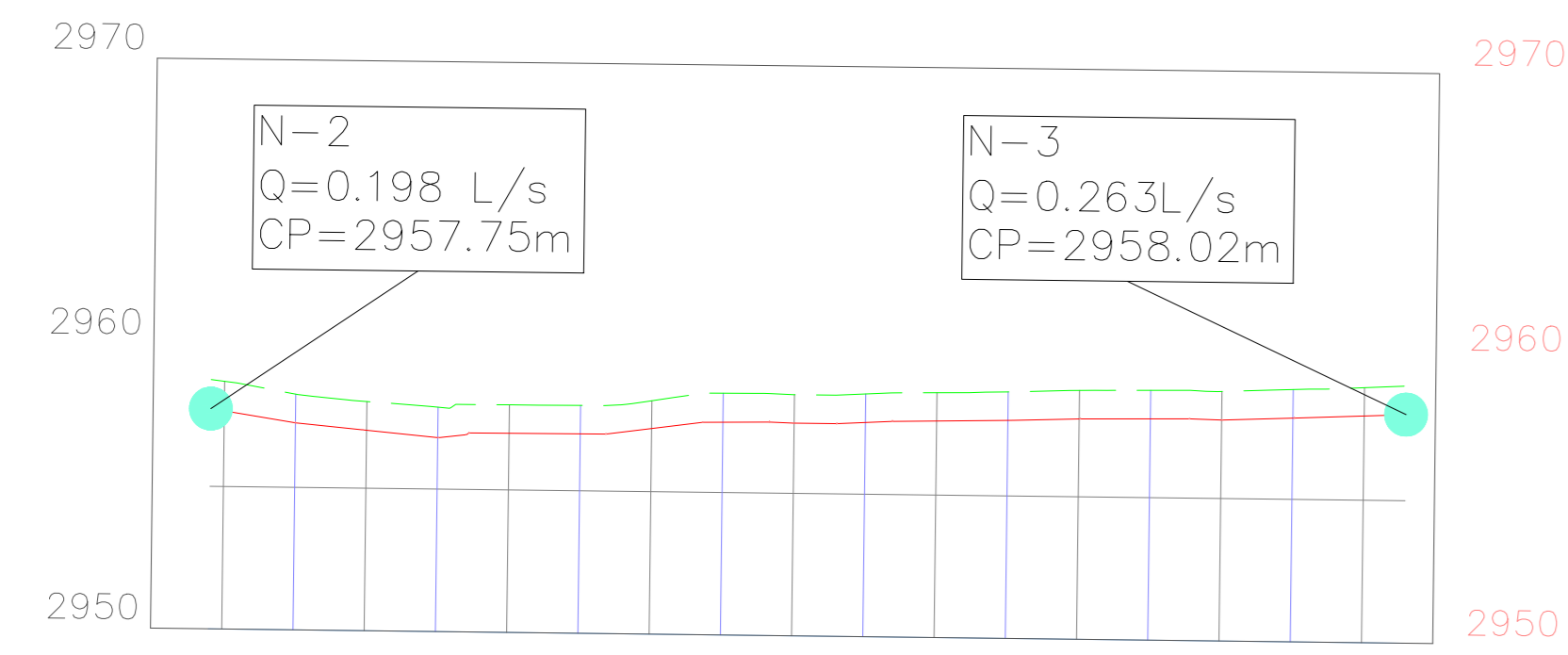
PROVINCIA: COTOPAXI	CANTON: LATACUNGA	SECTOR: BARRIO MOLLEPAMBA
ESCALA: 1/1000	FECHA: JULIO 2023	LAMINA: 10/12
REVISIÓN:	DIBUJO:	
ING. MG. GABRIELA PEÑAFIEL	ALEJANDRO MORENO	

SIMBOLOGÍA:

ABCISADO 0+000	VÍA DE ASFALTO	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
PUNTOS DE CONTROL Y NODOS	CAMINO DE TIERRA	N- NODO
EL: ELEVACIÓN	VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN	TD TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

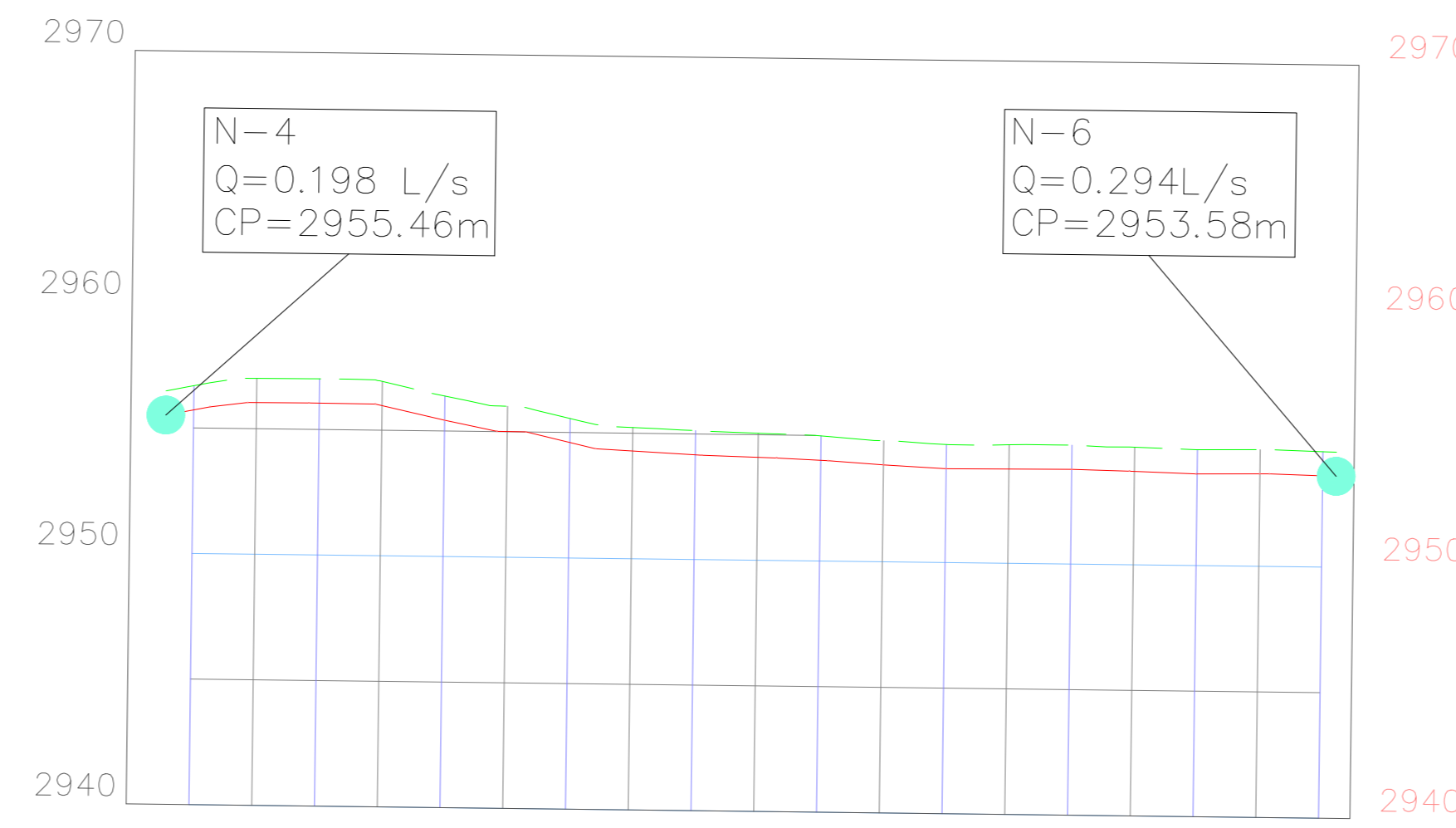


PERFIL TUBERIA SECUNDARIA 1



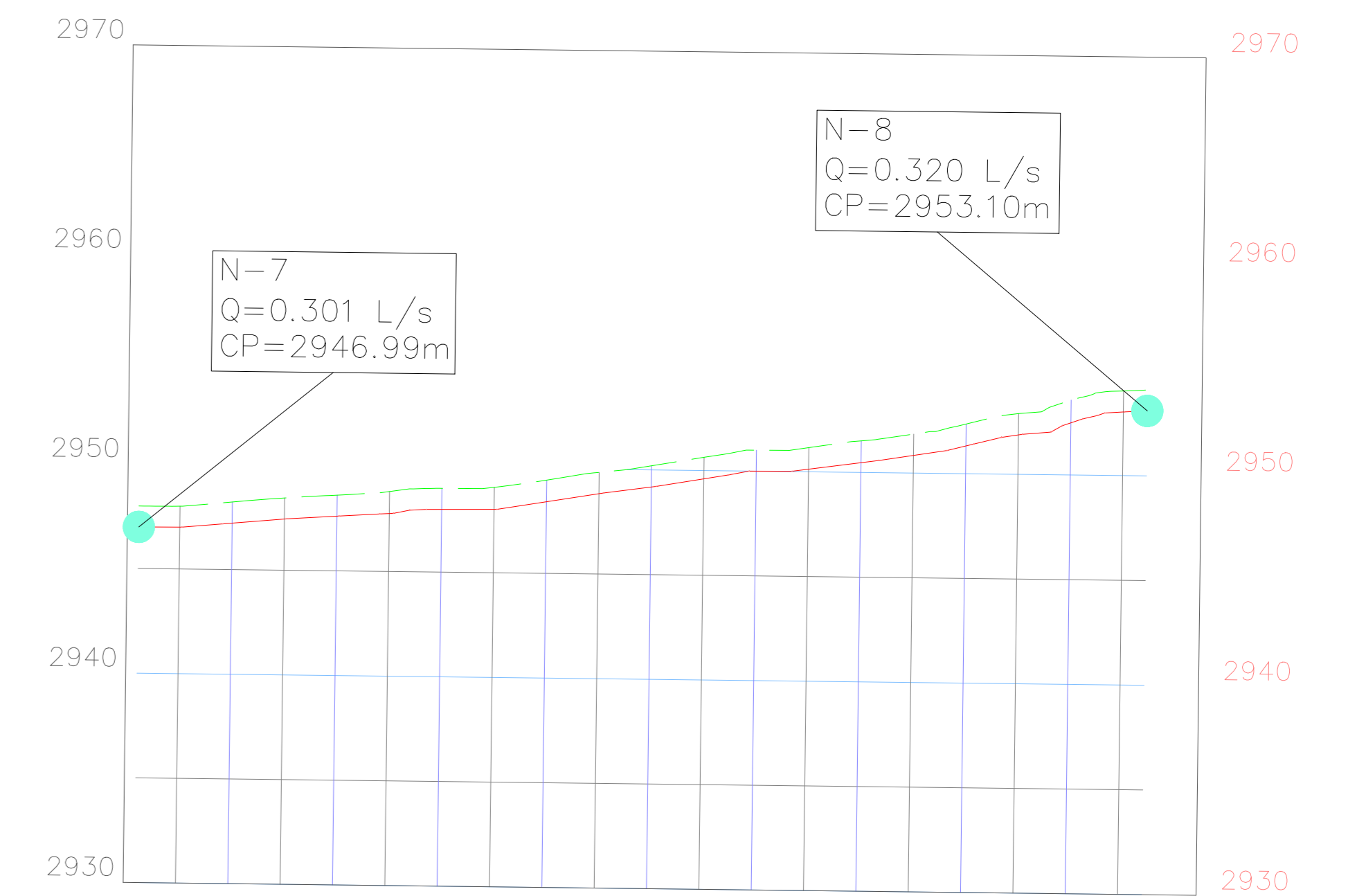
ABSCISADO	3+150	3+200	3+300	3+320	3+340	3+360	3+380	3+400
COTA TERRENO	2958.27	2957.87	2957.99	2958.48	2958.52	2958.65	2958.77	
COTA PROYECTO	2957.26	2956.81	2957.00	2957.46	2957.52	2957.65	2957.76	2957.85
ESPEJOR CORTE	1.01	1.07	1.00	1.02	1.00	1.00	1.00	1.00

PERFIL TUBERIA SECUNDARIA 2



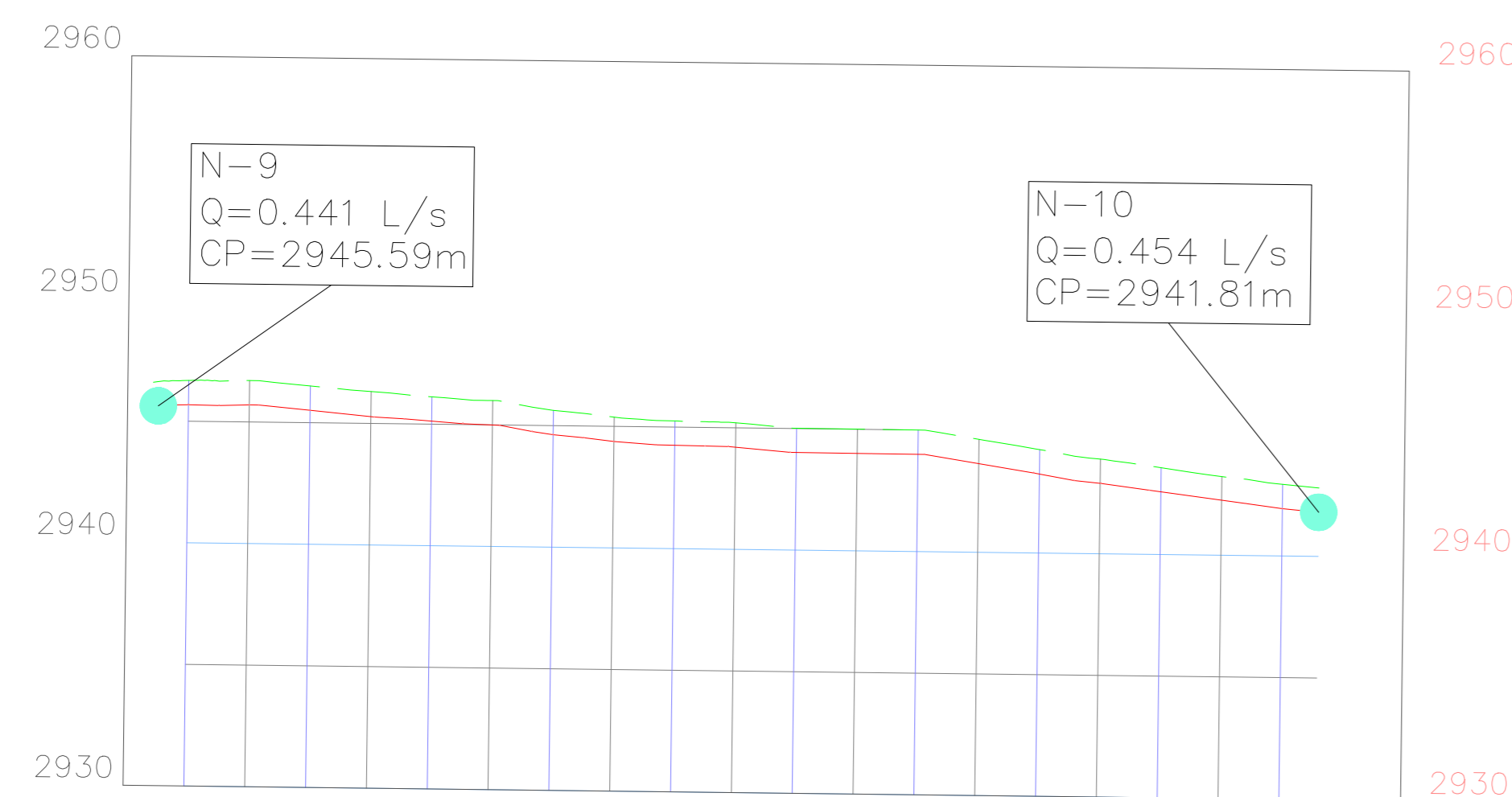
ABSCISADO	3+420	3+440	3+460	3+480	3+500	3+520	3+540	3+560	3+580	3+600
COTA TERRENO	2956.68	2957.02	2956.39	2955.55	2955.14	2954.98	2954.70	2954.74	2954.61	2954.59
COTA PROYECTO	2955.72	2956.05	2955.43	2954.60	2954.17	2954.01	2953.74	2953.77	2953.65	2953.63
ESPEJOR CORTE	0.96	0.97	0.96	0.95	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96

PERFIL TUBERIA SECUNDARIA 3



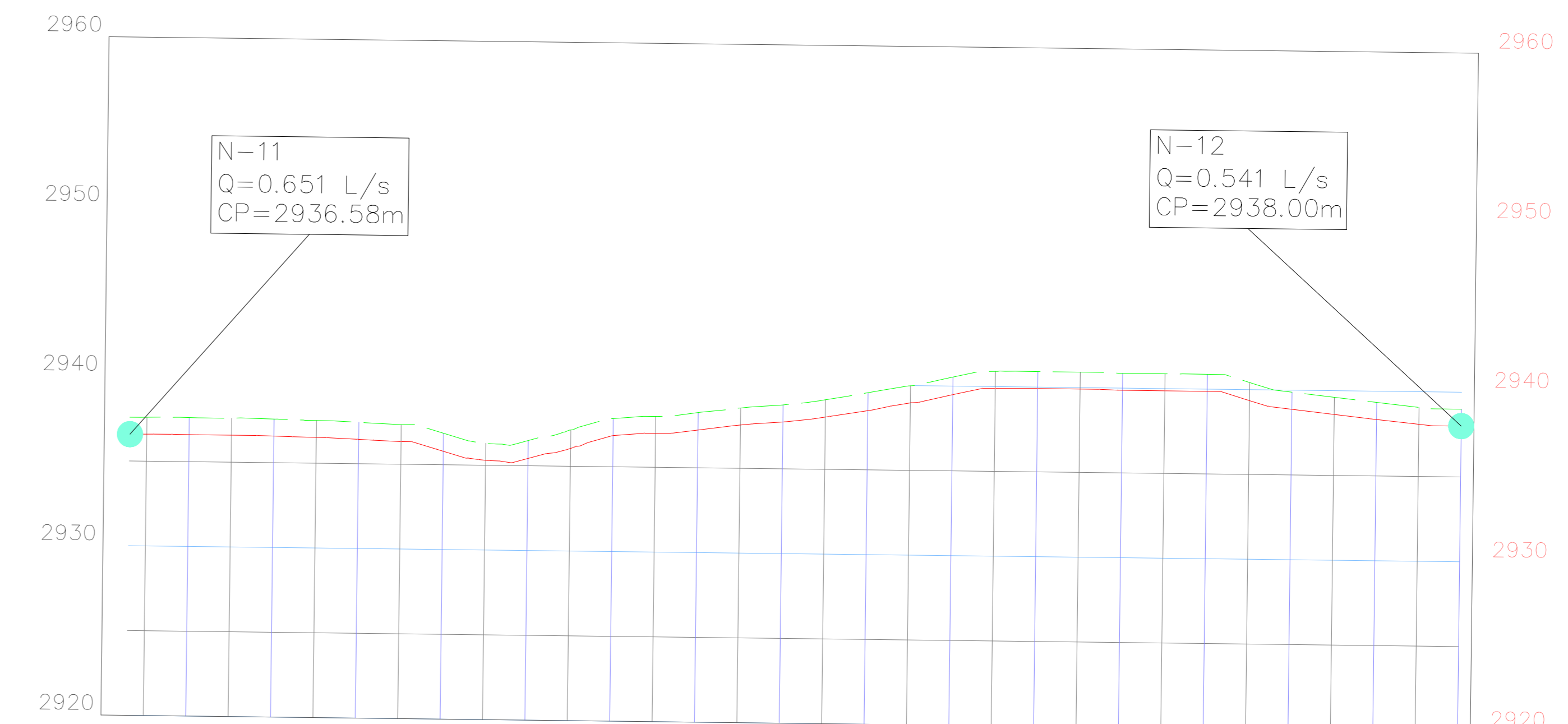
ABSCISADO	3+620	3+640	3+660	3+680	3+700	3+720	3+740	3+760	3+780	3+800
COTA TERRENO	2948.23	2948.62	2949.00	2949.45	2950.20	2951.00	2951.51	2952.37	2953.58	
COTA PROYECTO	2947.22	2947.61	2948.00	2948.42	2949.18	2950.00	2950.47	2951.33	2952.49	
ESPEJOR CORTE	1.01	1.00	1.01	1.03	1.01	1.00	1.04	1.05	1.09	

PERFIL TUBERIA SECUNDARIA 4



ABSCISADO	3+820	3+840	3+860	3+880	3+900	3+920	3+940	3+960	3+980
COTA TERRENO	2946.68	2946.51	2946.12	2945.63	2945.25	2945.01	2944.25	2943.57	2942.95
COTA PROYECTO	2945.68	2945.51	2945.12	2944.63	2944.25	2944.02	2943.25	2942.58	2941.85
ESPEJOR CORTE	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	0.99	1.00

PERFIL TUBERIA SECUNDARIA 5



ABSCISADO	4+000	4+020	4+040	4+060	4+080	4+100	4+120	4+140	4+160	4+180	4+200
COTA TERRENO	2937.60	2937.57	2937.44	2936.86	2936.49	2937.84	2938.26	2938.77	2938.55	2940.92	2940.87
COTA PROYECTO	2936.59	2936.57	2936.44	2935.79	2935.49	2936.84	2937.23	2937.76	2938.49	2939.92	2939.87
ESPEJOR CORTE	1.01	1.00	1.00	1.06	1.06	1.00	1.03	1.01	1.06	1.04	1.00

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO DE TITULACIÓN



PROYECTO:
 "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO MOLLEPAMBA, PARROQUIA SAQUISILÍ, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI"

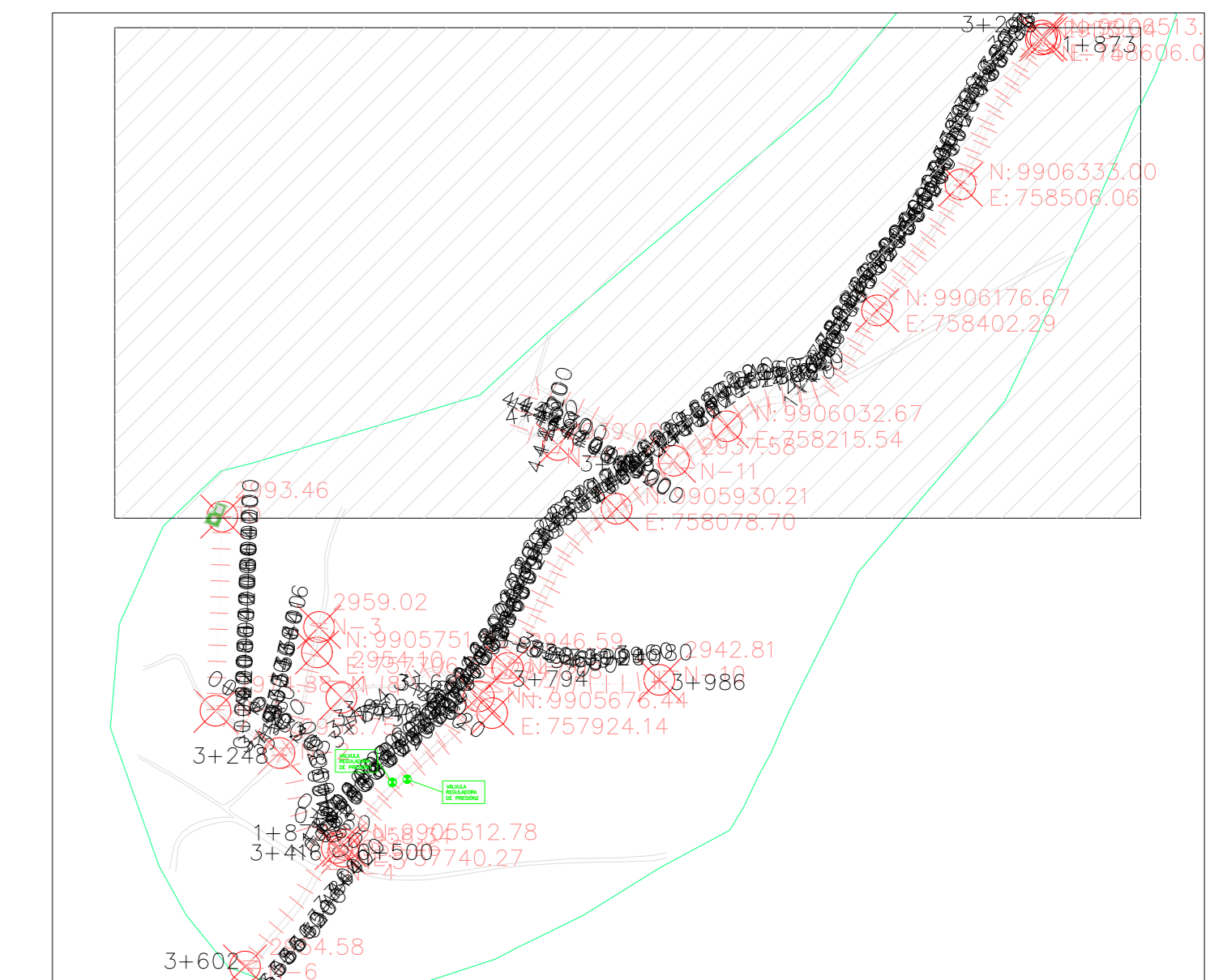
CONTIENE:
 PLANO DE LOS PERFILES DE LAS TUBERÍAS SECUNDARIAS

PROVINCIA: COTOPAXI	CANTON: LATACUNGA	SECTOR: BARRIO MOLLEPAMBA
ESCALA: 1/1000	FECHA: JULIO 2023	LAMINA: 12/12
REVISIÓN:	DIBUJO:	
ING. MG. GABRIELA PEÑAFIEL	ALEJANDRO MORENO	

SIMBOLOGÍA:

- x= ORDENADA
- Y= ABCISADA
- Q= CAUDALI
- CP COTA PROYECTO
- TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
- NODO
- VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN
- TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

UBICACIÓN:



ESCALE: 1:500