

Área del Conocimiento de Ingeniería y Afines

“DISEÑO DE MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELÉCTRICO EN LA COMUNIDAD EL CHAPARRAL DEL MUNICIPIO DE MUY MUY”.

Trabajo Monográfico para optar al título de
Ingeniero Civil

Elaborado por:

Tutor:

Br. Eduardo Francisco
Guido Montoya
Carnet: 2018-0138N

Br. Juan Ángel
Hernández López
Carnett: 2018-0367N

Br. Johaxi Rubén
Zavala Pérez
Carnet:2018-0196N

Ing. Cesar Augusto
Gómez

07 de noviembre de 2024
Managua, Nicaragua

DEDICATORIA

Mi dedicatoria de tesis va principalmente dirigida a Dios por darme la fuerza necesaria para culminar esta meta, a la Virgen María por ser la principal intercesora en mi vida. A mi madre Mirna Azucena y a mi padre José Francisco, por todo el amor, cariño y acompañamiento en cada paso que doy en la búsqueda de ser una mejor persona y profesional.

Eduardo Francisco Guido Montoya.

Dedico este logro a Dios por permitirme culminar con éxito mi carrera, darme buena salud y fortaleza en todo momento. A mi padre Juan Uriel y mi madre María Antonia que han estado conmigo y me han dado apoyo incondicional para poder alcanzar el objetivo que me propuse.

Juan Ángel Hernández López.

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme regalado salud, sabiduría, inteligencia y su protección durante estos años de estudio, en los cuales pude lograr mis objetivos que un día me tracé; además de su infinita bondad y amor hacia mi familia y a mí.

A mi padre Francisco Zavala por las enseñanzas aprendidas que hoy por hoy son de mucha utilidad para mí en el ámbito laboral, por su fe y abnegación que siempre lo han caracterizado y que me han influenciado a siempre darle el valor necesario a las cosas, para así poder salir adelante.

A mi madre Fanny Pérez por poner en mí toda su fe y su confianza de ver este sueño hecho realidad, por todas sus oraciones que sé que fueron de mucha ayuda para mí y son gracias a ellas que hoy estoy cumpliendo el sueño que un día tuve de ser Ingeniero.

A mis hermanos Gerzan Zavala y Sury Zavala por sus muestras de amor y apoyo emocional, también por ser un motivo fuerte para superarme y así ayudarles a ellos a cumplir el sueño que un día mis padres me ayudaron a cumplir a mí.

A mis abuelos maternos, tíos maternos y primos maternos, que de cierto modo fueron de mucha ayuda para que yo lograra cumplir mi sueño de ser alguien profesional, gracias por sus muestras de amor incondicional, apoyo económico, sus oraciones, consejos, pero sobre todo por siempre creer en mí, esto es en parte gracias a ustedes.

Johaxi Rubén Zavala Pérez.

ÍNDICE

I	GENERALIDADES	1
1.1	Introducción	2
1.2	Antecedentes.....	3
1.3	Justificación	4
1.4	Objetivos	5
1.4.1	Objetivo general.....	5
1.4.2	Objetivos específicos	5
II	MARCO TEÓRICO	6
2.1	Estudio socioeconómico.....	7
2.2	Fuente de abastecimiento	7
2.2.1	Calidad de agua.....	7
2.2.2	Aforo	8
2.3	Estudio topográfico.....	8
2.3.1	Topografía.....	8
2.3.2	Curvas de nivel.....	9
2.3.3	Levantamiento	9
2.3.4	Planimetría o control horizontal	9
2.3.5	Altimetría o control vertical	10
2.4	Diseño hidráulico.....	10

2.4.1	Proyección de la población.....	10
2.4.2	Dotación.....	11
2.4.3	Pérdidas.....	11
2.4.4	Estaciones de bombeo	12
2.4.5	Línea de conducción.....	12
2.4.6	Línea de conducción por gravedad	12
2.4.7	Línea de conducción por bombeo	12
2.4.8	Desinfección	13
2.4.9	Almacenamiento	13
2.4.10	Red de distribución.....	13
2.4.11	Desinfección	14
2.5	EPANET	14
2.6	Costo y presupuesto.....	15
2.6.1	Costo	15
2.6.2	Presupuesto.....	15
2.6.3	Take off.....	15
2.6.4	Costos directos	16
2.6.5	Costos indirectos	16
III	DISEÑO METODOLÓGICO.....	17
3.1	Estudio socioeconómico.....	18

3.2	Calidad de agua	18
3.2.1	Preservación de las muestras	19
3.3	Aforo	20
3.4	Estudio topográfico.....	20
3.4.1	Etapas de campo.....	20
3.4.2	Etapas de gabinete.....	20
3.5	Diseño de Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE)	21
3.5.1	Proyección de la población.....	21
3.5.2	Diseño hidráulico de la obra de captación.....	21
3.5.3	Dotaciones.....	28
3.5.4	Línea de conducción.....	30
3.5.5	Red de distribución	36
3.5.6	Almacenamiento	36
3.5.7	Planta de tratamiento.....	36
3.5.8	Desinfección	38
3.6	EPANET	38
3.6.1	Simulación de la línea de conducción	38
3.6.2	Simulación de la red de distribución	39
3.7	Presupuesto	39
IV	ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	41

4.1	Estudio socioeconómico.....	42
4.1.1	Censo y encuesta socioeconómica.....	42
4.2	Calidad de agua.....	45
4.3	Aforo.....	49
4.3.1	Análisis del resultado de medición del caudal del río.....	49
4.3.2	Aforo del Rio Tapasle y Wabule.....	49
4.4	Topografía.....	50
4.5	Diseño de Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE).....	50
4.5.1	Proyección de la población.....	50
4.5.2	Dotaciones y cálculo de caudales.....	52
4.5.3	Diseño hidráulico de la obra de captación.....	53
4.5.4	Sistema operativo FUENTE-TANQUE.....	68
4.5.5	Golpe de ariete.....	79
4.5.6	Tanque de almacenamiento.....	80
4.5.7	Planta de tratamiento.....	80
4.5.8	Dosis de cloro.....	86
4.6	Análisis hidráulicos en EPANET.....	88
4.6.1	Presiones del sistema (sin consumo).....	89
4.6.2	Presiones del sistema (CMH).....	107
4.6.3	Modelación de cloro.....	122

4.7 Presupuesto	122
CONCLUSIONES	140
RECOMENDACIONES	142
BIBLIOGRAFÍA	143
ANEXOS	144

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cantidad de habitantes.....	42
Figura 2: Oficios.....	43
Figura 3: Alumbrado	43
Figura 4: Situación habitacional.....	44
Figura 5: Opciones de saneamiento.....	44
Figura 6: Abastecimiento de agua	45
Figura 7: Curva característica del equipo de bombeo (10 años).....	75
Figura 8: Curva resistente del sistema (10 años).....	75
Figura 9: Punto de operación del sistema (10 años).....	76
Figura 10: Curva característica del equipo de bombeo (20 años)	77

Figura 11: Curva resistente del sistema (20 años).....	77
Figura 12: Punto de operación del sistema (20 años).....	78
Figura 13: Línea del gradiente piezométrico	78
Figura 14: Perfil longitudinal de presión sin consumo (tramo 8)	90
Figura 15: Perfil longitudinal de presión sin consumo (tramo 9)	91
Figura 16: Perfil longitudinal de presión sin consumo (tramo 10).....	92
Figura 17: Perfil longitudinal de presión sin consumo (tramo 11).....	93
Figura 18: Perfil longitudinal de presión sin consumo (tramo 12).....	94
Figura 19: Perfil longitudinal de presión sin consumo (tramo 13).....	95
Figura 20: Perfil longitudinal de presión sin consumo (tramo 14).....	96
Figura 21: Perfil longitudinal de presión sin consumo (tramo 15)	97
Figura 22: Perfil longitudinal de presión sin consumo (tramo 16).....	98
Figura 23: Perfil longitudinal de presión sin consumo (tramo 17).....	99
Figura 24: Perfil longitudinal de presión sin consumo (tramo 18).....	100
Figura 25: Perfil longitudinal de presión sin consumo (tramo 20)	101
Figura 26: Perfil longitudinal de presión sin consumo (tramo 21).....	102
Figura 27: Perfil longitudinal de presión sin consumo (tramo 22).....	103
Figura 28: Perfil longitudinal de presión sin consumo (tramo 23).....	104
Figura 29: Perfil longitudinal de presión sin consumo (tramo 24).....	105

Figura 30: Perfil longitudinal de presión sin consumo (tramo 25).....	106
Figura 31: Perfil longitudinal de presión CMH (tramo 8).....	108
Figura 32: Perfil longitudinal de presión CMH (tramo 9).....	109
Figura 33: Perfil longitudinal de presión CMH (tramo 10).....	110
Figura 34: Perfil longitudinal de presión CMH (tramo 11).....	111
Figura 35: Perfil longitudinal de presión CMH (tramo 12).....	112
Figura 36: Perfil longitudinal de presión CMH (tramo 13).....	113
Figura 37: Perfil longitudinal de presión CMH (tramo 14).....	114
Figura 38: Perfil longitudinal de presión CMH (tramo 15).....	115
Figura 39: Perfil longitudinal de presión CMH (tramo 16).....	116
Figura 40: Perfil longitudinal de presión CMH (tramo 17).....	117
Figura 41: Perfil longitudinal de presión CMH (tramo 18).....	118
Figura 42: Perfil longitudinal de presión CMH (tramo 20).....	119
Figura 43: Perfil longitudinal de presión CMH (tramo 21).....	120
Figura 44: Perfil longitudinal de presión CMH (tramo 22).....	121
Figura 45 - Modelación de cloro en Epanet.....	122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Dotaciones de agua para poblaciones dispersas.....	28
Tabla 2: Parámetros analizados, valores recomendados, máximos admisibles y valores obtenidos.....	46

Tabla 3: Análisis bacteriológico	47
Tabla 4: Tasa de crecimiento	51
Tabla 5: Proyección de población.....	51
Tabla 6: Consumo promedio diario (CPD).....	52
Tabla 7: Caudal máximo día (CMD) y caudal máximo hora (CMH).....	53
Tabla 8: Características del medio filtrante	55
Tabla 9: Datos para el diseño de la bomba	68
Tabla 10: Accesorios de la línea de impulsión	69
Tabla 11: Pérdidas en la línea de impulsión.....	70
Tabla 12: Accesorios de la sarta	70
Tabla 13: Pérdidas en la sarta.....	71
Tabla 14: Pérdidas en línea de conducción	72
Tabla 15: Pérdidas en el sistema (10 Años).....	72
Tabla 16: Pérdidas en el sistema (20 Años).....	73
Tabla 17: Energía y potencia de la bomba (10 años).....	73
Tabla 18: Energía y potencia de la bomba (20 años).....	74
Tabla 19: Rango de operación de la bomba (10 Años).....	74
Tabla 20: Rango de operación de la bomba (20 Años).....	76
Tabla 21: Volumen del tanque.....	80

Tabla 22: Dimensiones del tanque	80
Tabla 23: Componentes del sistema de la planta de tratamiento	81
Tabla 24: Bombas Dosificadoras para Hipoclorito de Sodio/Calcio y Sulfato de Aluminio	82
Tabla 25: Pre-Filtros, Tanques F610.....	82
Tabla 26: Filtración Fina, Tanques F6016 HM	83
Tabla 27: Filtración Con Medio Oxidante Tanques F6016 HM	83
Tabla 28: Válvulas Hidráulicas de Control de Filtros-3 vías	84
Tabla 29: Válvulas de Aire D-040 BARAK.....	84
Tabla 30: Solenoides	84
Tabla 31: Medidor de Caudal-Woltman	85
Tabla 32: Válvula de Mariposa 4”	85
Tabla 33: Válvula Control Flujo de Retro lavado	85
Tabla 34: Válvula Sostenedora de Presión	86
Tabla 35: Presupuesto de la obra.....	123

I GENERALIDADES

1.1 Introducción

Uno de los grandes desafíos que enfrentamos a nivel global es dotar del servicio de agua potable a la población, ya que contar con estos servicios en el hogar es un factor determinante en la calidad de vida y desarrollo integral de las familias. Las características de vida de la población en la actualidad en Nicaragua, se basa mucho en la disponibilidad de agua potable ya que es un indicador de desarrollo socioeconómico sostenible de una comunidad.

La comunidad El Chaparral se encuentra ubicada en el municipio de Muy Muy perteneciente al departamento de Matagalpa. Debido al desabastecimiento de agua potable en el cual se ven afectadas un aproximado de 467 habitantes se realizará un proyecto de sistema de mini acueducto por bombo eléctrico (MABE) para dar respuesta a dicho problema.

Para llevar a cabo el desarrollo de este proyecto, se propone la ejecución de un levantamiento topográfico de la comunidad para el diseño del sistema de agua potable; seguidamente la realización del estudio de calidad de agua de la fuente; luego realizar el diseño hidráulico con todos sus requerimientos necesarios para garantizar el funcionamiento del sistema; de ultimo se hará la estimación del costo total.

1.2 Antecedentes

El agua afecta todos los aspectos del desarrollo y se relaciona con la mayoría de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Además, impulsa el desarrollo económico, apoya los ecosistemas saludables y es fundamental para la vida.

Según el Banco Mundial alrededor de 2000 millones de personas en todo el mundo no tienen acceso a servicios de agua potable gestionados de manera segura, 3600 millones no cuentan con servicios de saneamiento seguros y 2300 millones carecen de instalaciones básicas para lavarse las manos. Las brechas en el acceso a fuentes de abastecimiento de agua y saneamiento, el crecimiento demográfico, el uso intensivo de agua, la mayor variabilidad de las precipitaciones y la contaminación son factores que se conjugan en muchos lugares transformando al agua en uno de los principales riesgos para el progreso económico, la erradicación de la pobreza y el desarrollo sostenible.

El Gobierno de Nicaragua ha establecido como una de sus prioridades, garantizar la restitución a derechos humanos fundamentales como lo son el acceso de agua potables y al saneamiento, en correspondencia del desarrollo sostenible.

Con una inversión de aproximadamente US\$ 978 millones en el periodo 2007-2021 en proyectos integrales de agua y saneamiento, la cobertura de agua potable en el área urbana se incrementó de 65.0% en 2007 a 93.0% en 2021.

Un aspecto importante a resaltar además de la cobertura, es la mejora en los horarios de abastecimiento de agua y la cantidad de nuevas familias atendidas en este mismo período, que pasó de 408,461 en 2006 a 752,769 familias en 2021.

En el área rural la cobertura de agua potable incrementó de sólo 26.7% en 2007 a 55.4% en 2020, garantizando el acceso a 433,869 viviendas. En saneamiento, la cobertura pasó de 36.1% en 2007 a 50.9% en 2020, atendiendo 398,619 viviendas, con una inversión de US \$80.1 millones.

1.3 Justificación

La población de la comunidad El Chaparral, municipio de Muy Muy no cuenta con un servicio de agua potable. Esto genera diversos problemas tales como: mala calidad de vida y al mismo tiempo ocasiona el mal aprovechamiento del vital líquido. El agua sin tratamiento puede provocar distintas enfermedades como la diarrea y otras enfermedades ocasionadas por bacterias. Por estos motivos es necesario que la población cuente con un servicio de agua potable.

La propuesta de un sistema de agua potable MABE generará un sin número de beneficios y contribución al municipio mejorando la calidad de vida y la salud a los pobladores, ya que contarán con agua potable de calidad haciendo uso de un tratamiento de purificación necesario de agua.

El sistema de agua ayudara a que los habitantes no recurran a consumir agua contaminada de los ríos quebradas o de pozos comunales que no cuentan con garantía para el consumo. También ayuda a las familias a tener el agua en su hogar y no recorrer grandes distancias para conseguir agua.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Diseñar un mini acueducto por bombeo eléctrico en la comunidad El Chaparral, municipio de Muy Muy.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Determinar la densidad poblacional y la tasa de crecimiento de la comunidad, mediante el estudio socioeconómico.
2. Verificar si la fuente de abastecimiento cumple con los parámetros de calidad de agua y el caudal necesario, mediante el estudio físico-químico y aforos.
3. Realizar trazado de la red en Civil 3D con los datos del levantamiento topográfico proporcionado.
4. Diseñar dimensionamiento de cada uno de los componentes del sistema de abastecimiento tipo Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico.
5. Verificar diseño de los componentes del sistema (MABE) según la normativa NTON 09 007 - 19 a través de la modelación en EPANET.
6. Elaborar presupuesto que nos permita conocer los costos de ejecución de la obra haciendo uso de la guía FISE.

II MARCO TEÓRICO

2.1 Estudio socioeconómico

El estudio socioeconómico es un informe técnico que reúne la información necesaria para caracterizar y conocer las condiciones en que viven las familias de una zona. En tal sentido contiene información sobre los aspectos económicos, sociales, demográficos, étnicos, comerciales, agrarios, pecuarios y ambientales vinculados a la población. (CENEPRED, 2016)

El informe detallará la situación y caracterización de las familias de la población, las necesidades de salud, educación y otros servicios, así como los aspectos comerciales, industriales o de servicio. Así mismo, la situación de las actividades productivas y aspectos culturales de la población. (CENEPRED, 2016)

2.2 Fuente de abastecimiento

Cuerpo de agua, subterráneo o superficial, desde la cual se toma el agua para suministro al sistema de distribución. La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable, constituye el elemento más importante de todo el sistema, por tanto: debe estar lo suficientemente protegida y debe cumplir dos propósitos fundamentales: Suministrar agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el período de diseño considerado. Mantener las condiciones de calidad necesarias para garantizar la potabilidad de la misma. (INAA, 1999)

2.2.1 Calidad de agua

Para determinar la calidad del agua se deben utilizar Normas de Calidad del Agua para el consumo humano, adoptadas por el Ministerio de Salud MINSA, mediante Acuerdo Ministerial No.65-94 que corresponden a las Normas Regionales CAPRE, “Normas de Calidad del Agua para el consumo humano”; en su versión vigente. (MIFIC, 2020)

El Agua procedente de cualquier fuente, que presente características no aptas para el consumo humano, requiere de procesos con el objeto de corregir su

calidad y convertirla en agua potable acorde con las normas referidas en el párrafo anterior. Estos procesos se clasifican en pre tratamiento, tratamiento y desinfección. (MIFIC, 2020)

Las tomas de las muestras para determinar la calidad del agua deben cumplir con lo establecido en la ISO 5667 - 3. Calidad del agua. Muestreo. Parte 3: Preservación y manipulación de muestras de agua, estas deben ser remitidas a laboratorios acreditados para sus respectivos análisis físico-químico, microbiológico, sustancias inorgánicas y orgánicas, plaguicidas, metales pesados y pesticidas. (MIFIC, 2020)

2.2.2 Aforo

Aforo se les denomina a todas las tareas de campo y gabinete que nos permiten determinar el caudal que pasa por una sección. El caudal depende directamente de la superficie (S) de la sección transversal de la corriente de agua y de la velocidad media del agua (V), obteniéndose el caudal o gasto (Q) por medio de la multiplicación de ambos factores. La superficie de la sección transversal de la corriente, como su velocidad, varían con la altura de agua, por lo cual, una vez conocida esa relación, pueden obtenerse los caudales por medio de las alturas de agua registradas en escalas colocadas en forma apropiada. (Nickisch, 2008)

2.3 Estudio topográfico

2.3.1 Topografía

Se define la topografía (del griego: topos, lugar y graphein, describir) como la ciencia que trata de los principios y métodos empleados para determinar las posiciones relativas de los puntos de la superficie terrestre, por medio de medidas, y usando los tres elementos del espacio. Estos elementos pueden ser: dos distancias y una elevación, o una distancia, una dirección y una elevación. (Márquez, 1994)

La topografía desempeña un papel sumamente importante en muchas ramas de la ingeniería. Por ejemplo, los levantamientos topográficos son indispensables para planear, construir y mantener carreteras, vías ferroviarias, sistemas viales de tránsito rápido, edificios, puentes, rangos de proyectiles, bases de lanzamiento de cohetes, estaciones de rastreo, túneles, canales, zanjas de irrigación, presas, obras de drenaje, fraccionamiento de terrenos urbanos, sistemas de abastecimiento de agua potable y disposición de aguas residuales, tuberías y tiros de minas. (Paul R. Wolf y Charles D. Ghilani, 2016)

2.3.2 Curvas de nivel

Son líneas que, en un mapa, unen puntos de la misma altitud, por encima o por debajo de una superficie de referencia, que generalmente coincide con la línea del nivel del mar, y tiene el fin de mostrar el relieve de un terreno. Las curvas de nivel son uno de los variados métodos que se utilizan para reflejar la forma tridimensional de la superficie terrestre en un mapa bidimensional. En los modernos mapas topográficos es muy frecuente su utilización, ya que proporcionan información cuantitativa sobre el relieve. (UNI-Norte, 2008)

2.3.3 Levantamiento

El levantamiento es uno de los más viejos artes practicados por el hombre, porque desde épocas tempranas ha sido necesario marcar límites y dividir la tierra. Es una operación técnica que consiste en medir directamente el terreno. Se puede definir el levantamiento como el conjunto de operaciones y medios puestos en práctica para determinar las posiciones de puntos del terreno y su representación en un plano. (Márquez, 1994)

2.3.4 Planimetría o control horizontal

La planimetría sólo tiene en cuenta la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario (vista en planta) que se supone que es la superficie media de la Tierra; esta proyección se denomina base productiva y es la que se

considera cuando se miden distancias horizontales y se calcula el área de un terreno. Aquí no interesan las diferencias relativas de las elevaciones entre los diferentes puntos del terreno. La ubicación de los diferentes puntos sobre la superficie de la Tierra se hace mediante la medición de ángulos y distancias a partir de puntos y líneas de referencia proyectadas sobre un plano horizontal. El conjunto de líneas que unen los puntos observados se denomina poligonal base y es la que conforma la red fundamental o esqueleto del levantamiento, a partir de la cual se referencia la posición de todos los detalles o accidentes naturales y/o artificiales de interés. La poligonal base puede ser abierta o cerrada según los requerimientos del levantamiento topográfico. Como resultado de los trabajos de planimetría se obtiene un esquema o plano horizontal. (López, 2010)

2.3.5 Altimetría o control vertical

La altimetría se encarga de la medición de las diferencias de nivel o de elevación entre los diferentes puntos del terreno, las cuales representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia. La determinación de las alturas o distancias verticales también se puede hacer a partir de las mediciones de las pendientes o grado de inclinación del terreno y de la distancia inclinada entre cada dos puntos. Como resultado se obtiene el esquema vertical. (López, 2010)

2.4 Diseño hidráulico

2.4.1 Proyección de la población

La población objetivo es el parámetro básico para dimensionar los componentes que integran los sistemas de abastecimiento de agua potable, realizando un análisis de censos nacionales y locales para determinar la tasa de crecimiento a utilizar para el cálculo de la población de diseño. Cuando no se dispongan de registros poblacionales oficiales debe efectuarse un censo poblacional. (MIFIC, 2020)

De acuerdo a (MIFIC, 2020), la proyección de población se realizará de acuerdo a los siguientes métodos:

- Método Aritmético: Este método debe aplicarse a pequeñas localidades en especial en el área rural y a ciudades con crecimiento estabilizado y que posean áreas de extensión futura casi nulas.
- Método geométrico: Este método debe aplicarse a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija y es el de mayor uso en Nicaragua.

2.4.2 Dotación

Cantidad de agua necesaria para satisfacer la demanda de la población en un día medio anual. (Es el cociente de la demanda entre la población de proyecto). Volumen asignado de agua en fuentes al día por habitante, considerando todos los usuarios. (CONAGUA, 2015)

La dotación media de una localidad se obtiene a partir de los consumos registrados por el organismo operador o de un estudio de demandas, dividiendo el consumo total, que incluye servicio doméstico, comercial, industrial y de servicios públicos, más las pérdidas físicas de agua, entre el número de habitantes de la localidad.(CONAGUA, 2015)

2.4.3 Pérdidas

Parte del agua que se produce en un sistema de agua potable se pierde en cada uno de sus componentes. Esto constituye lo que se conoce con el nombre de fugas y/o desperdicio en el sistema. Dentro del proceso de diseño, esta cantidad de agua se puede expresar como un porcentaje del consumo del día promedio. (MIFIC, 2020)

2.4.4 Estaciones de bombeo

En las estaciones de bombeo para pozos perforados deben considerarse los elementos que la forman lo que consiste en; caseta de protección de conexiones eléctricas, o mecánicas, conexión de bomba o sarta, fundación y equipo de bombeo (bomba y motor) y el tipo de energía. (MIFIC, 2020)

2.4.5 Línea de conducción

La línea de conducción es el conjunto de ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde la captación hasta la comunidad, formando el enlace entre la obra de captación y la red de distribución. Su capacidad deberá ser suficiente para transportar el gasto de máximo día. Se le deberá proveer de los accesorios y obras de arte necesarios para su buen funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo especificadas para las tuberías, tomándose en consideración la protección y mantenimiento de las mismas. (INAA, 1999)

De acuerdo a la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento, se distinguen dos clases de líneas de conducción, conducción por gravedad y conducción por bombeo. (MIFIC, 2020)

2.4.6 Línea de conducción por gravedad

En el diseño de una línea de conducción por gravedad se dispone, para transportar el caudal requerido aguas abajo, de una carga potencial entre sus extremos que puede utilizarse para vencer las pérdidas por fricción originadas en el conducto al producirse el flujo. (MIFIC, 2020)

2.4.7 Línea de conducción por bombeo

En el diseño de una línea de conducción por bombeo, se hará uso de una fuente externa de energía, para impulsar el agua desde la toma hasta la altura requerida,

venciendo la carga estática y las pérdidas por fricción originadas en el conducto al trasladarse el flujo. (MIFIC, 2020)

2.4.8 Desinfección

Si la calidad del agua no satisface las normas recomendadas deberá someterse a un proceso de potabilización. Toda agua que se abastece para consumo humano debe someterse a desinfección; incluso la de origen subterráneo para prevenir cualquier contaminación durante su distribución.(CAPRE, 1993)

El sistema de abastecimiento de agua, debe considerar un sistema de desinfección apropiado, que garantice la calidad bacteriológica del agua para consumo humano. El cálculo de la dosis debe ser establecida en función de la calidad del agua y el caudal. (MIFIC, 2020)

2.4.9 Almacenamiento

Se deben satisfacer las máximas demandas que se presenten durante la vida útil del sistema y mantener las reservas que garanticen hacer frente, tanto a los casos de interrupciones en el suministro de energía, como en los casos de daños que sufran las líneas de conducción o de cualquier otro elemento. (MIFIC, 2020)

Los tanques deben estar ubicados lo más cercano posible a la red de distribución, teniendo en cuenta la topografía del lugar y que garantice las presiones uniformes en todas y cada una de las casas tributarias a cada nodo, componente de dicha red. (MIFIC, 2020)

2.4.10 Red de distribución

Es el sistema de conductos cerrados, que permite distribuir el agua bajo presión a los diversos puntos de consumo, que pueden ser conexiones domiciliarias o puestos públicos. (MIFIC, 2020)

De acuerdo a (MIFIC, 2020), en el diseño de la red de distribución el diseñador debe tomar en cuenta lo siguiente:

- a. Plan regulador del municipio, si es que existe, en el que se establecen los usos actuales y futuros de la tierra con sus densidades de población;
- b. Plano topográfico, con sus calles existentes y futuras, perfiles de las calles y las características topográficas de la localidad;
- c. Servicios públicos existentes y proyectados;
- d. Estado actual de la red de agua potable existente: (Diámetros, clase de tuberías, edad de las mismas, etc.); ubicación del tanque existente con sus cotas de fondo y rebose, determinación de los puntos de entrada del agua en la red desde la fuente y desde el tanque;
- e. Determinar la oferta, demanda, presiones residuales y distribución del agua.

2.4.11 Desinfección

Si la calidad del agua no satisface las normas recomendadas deberá someterse a un proceso de potabilización. Toda agua que se abastece para consumo humano debe someterse a desinfección; incluso la de origen subterráneo para prevenir cualquier contaminación durante su distribución.(CAPRE, 1993)

El sistema de abastecimiento de agua, debe considerar un sistema de desinfección apropiado, que garantice la calidad bacteriológica del agua para consumo humano. El cálculo de la dosis debe ser establecida en función de la calidad del agua y el caudal. (MIFIC, 2020)

En la desinfección del agua para consumo humano debe utilizarse el cloro gaseoso, hipoclorito de calcio o hipoclorito de sodio u otros autorizados por el MINSA. (MIFIC, 2020)

2.5 EPANET

EPANET es un programa de ordenador que realiza simulaciones en periodos prolongados del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de suministro a presión. Una red puede estar constituida por tuberías, nudos (uniones de tuberías), bombas, válvulas y depósitos de almacenamiento o embalses.

EPANET efectúa un seguimiento de la evolución de los caudales en las tuberías, las presiones en los nudos, los niveles en los depósitos, y la concentración de las especies químicas presentes en el agua, a lo largo del periodo de simulación discretizado en múltiples intervalos de tiempo. Además de la concentración de las distintas especies, puede también simular el envejecimiento del agua en la red (o tiempo de permanencia) y su procedencia desde las diversas fuentes de suministro. (Rossman, 2000)

2.6 Costo y presupuesto

2.6.1 Costo

Conjunto de erogaciones o desembolso indispensables para elaborar un producto o ejecutar un trabajo, sin ninguna utilidad. (UNI, 2021)

2.6.2 Presupuesto

Es la estimación futura de las operaciones y los recursos de una empresa. Se elabora para obtener los objetivos económicos y financieros propuestos en un periodo determinado. Presupuestar una obra, es establecer de que está compuesta (composición cualitativa) y cuantas unidades de cada componente se requieren (composición cuantitativa) para, finalmente, aplicar precio a cada uno y obtener su valor. (UNI, 2021)

2.6.3 Take off

Se define take off a todas aquellas cantidades materiales que involucran los costos de una determinada obra, dichas cantidades están medida en unidades tales como metros cúbicos, metros lineales, metros cuadrados, quintales, libras, kilogramos y otras unidades. (UNI, 2021)

2.6.4 Costos directos

Se define como: la suma de los costos de materiales, mano de obra y equipos necesarios para la realización de la obra. (UNI, 2021)

2.6.5 Costos indirectos

Son todas aquellas erogaciones que generalmente se hacen para llevar a cabo la administración de la obra, tales gastos incluyen salarios, presentaciones sociales, seguro, gastos administrativos, legales, fianza, depreciación de vehículos, imprevistos entre otros. (UNI, 2021)

III DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 Estudio socioeconómico

Mediante instrumentos de investigación social que permitieran el cumplimiento de los objetivos previos, se utilizaron tres instrumentos de recolección de información donde fueron levantados, la primera boleta de censo a vivienda, la segunda de encuesta socioeconómica y encuesta ambiental mediante el mismo se trata de definir un conjunto de indicadores de nivel general comunitario de:

- Situación de acceso a servicios.
- Disposición de recursos naturales en la comunidad.
- Situación de las fuentes de agua.
- Composición de las familias.
- Situación de las familias.
- Condiciones de viviendas de las familias.
- Saneamiento e higiene ambiental a nivel de las familias.
- Manejo de desechos sólidos.
- Acceso al agua y saneamiento.
- Situación de las condiciones de salud.
- Organización y participación comunitaria.

3.2 Calidad de agua

Para el análisis de calidad de agua se siguió el siguiente procedimiento con el propósito de preservar las muestras. **Parámetros físicos y químicos**

- Muestras para la determinación de metales pesados: Se utilizaron frascos de plástico de boca ancha con cierre hermético, limpios de un litro de capacidad. Abrir el envase, enjuagar tres veces y sumergirlo a unos 20 cm por debajo de la superficie y luego preservar con químicos.
- Muestra para la determinación de mercurio y arsénico: Se emplearon frascos de plásticos de boca ancha con cierre hermético, limpios y de un litro de capacidad. Abrir el envase, enjuagar tres veces y sumergirlo a unos 20 cm por

debajo de la superficie, posteriormente preservar y mantener la muestra en cajas protectoras de plástico a 4 °C aproximadamente.

- Muestras para la determinación de parámetros físico químicos e iones: Para el muestreo se utilizaron frascos de plástico de boca ancha con cierre hermético, limpios y de un litro de capacidad, se enjuaga tres veces, y en dependencia de los parámetros a analizar, se requerirá de preservación química y conservación en cajas protectoras de plástico a 4 °C aproximadamente.
- Muestras para la determinación de Dureza Total y Cálcica: Se emplearon frascos de plástico de boca ancha con cierre hermético, limpios y de medio litro de capacidad, para tomar la muestra se enjuaga tres veces, se preserva químicamente y conserva en cajas protectoras de plástico a 4 °C aproximadamente.
- Muestras para la determinación de Cianuro WAD y Libre: Se utilizaron frascos de plásticos de boca ancha con cierre hermético, limpios y de medio litro de capacidad, se tomará la muestra enjuagando tres veces y luego se preserva con ácido débil (ácidos poco concentrados).

3.2.1 Preservación de las muestras

Durante la toma de las muestras se agruparon los parámetros que ameriten el mismo tipo de preservante para proceder inmediatamente a la adición, esto debe realizarse de acuerdo con lo indicado en las tablas del manual del FISE (Requisitos para la toma de muestras), una vez preservadas la muestras, homogenizar y cerrar herméticamente los recipientes. Al momento de la preservación se tomaron las medidas de seguridad en la manipulación de reactivos utilizados, siguiendo las recomendaciones estipuladas por los fabricantes en las hojas de seguridad de cada reactivo químico.

3.3 Aforo

Para obtener el caudal se hizo por medio de aforo químico, el cual consiste en verter cloruro de sodio (NaCl) a un cauce, se diluye en la corriente, y aguas abajo tomamos muestras y las analizamos. Cuanto mayor sea el caudal, más diluida estarán las muestras recogidas.

El procedimiento que se utilizó fue aforo de vertido constante usando la siguiente ecuación:

$$Q = q \frac{C_1 - C_2}{C_2 - C_0}$$

Q = caudal que queremos medir.

q = caudal continuo de una disolución de concentración conocida.

C₁= disolución de concentración conocida.

C₀= concentración previa en el río de la sustancia vertida.

C₂= muestra recogida aguas abajo.

3.4 Estudio topográfico

3.4.1 Etapa de campo

Los datos del levantamiento topográfico fueron proporcionados por el FISE.

3.4.2 Etapa de gabinete

Una vez obtenido los datos se procedió a analizar, modificar y diseñar en el software civil 3D.

La metodología más adecuada para crear la red de distribución, trabajando con la elevación digital con la cual se crea la superficie en el programa civil 3D es:

1. Se ingresan los datos del levantamiento topográfico.
2. Seguidamente se activa el mapa de fondo para tener una mejor visualización.
3. Luego se crea una capa la cual será para el trazado de la línea de conducción.

4. Después de que sea haya creado la superficie, agregar unos puntos que sirvan como referencia de donde pasará la línea de conducción.
5. Una vez definidos los puntos se apaga la superficie para tener una mejor visualización de la línea de conducción.
6. Con el comando poli línea se van uniendo los puntos antes hechos.

Finalmente, dibujada las líneas ya se puede exportar el archivo con extensión DXF y seguir la metodología con el programa EPACAD.

3.5 Diseño de Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE)

3.5.1 Proyección de la población

La fórmula para determinar la proyección de población, mediante el Método geométrico es la siguiente:

$$P_n = P_0(1 + r)^n$$

En donde:

P_n : Población proyectada al año “n” (hab.)

P_0 : Población inicial (hab.).

r: Tasa de crecimiento (notación decimal)

$$r = \left(\frac{P_n}{P_0}\right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

n: intervalo de tiempo años

3.5.2 Diseño hidráulico de la obra de captación

Para la captación de las aguas sub superficiales de los ríos Wabule y Tapasle, se propone la construcción de un pre filtro de flujo horizontal como una obra de captación indirecta.

Las aguas sub superficiales captadas por el pre filtro, será impulsada a través de una línea de conducción hasta la planta de tratamiento propuesta y una vez potabilizada el agua, será suministrada a los pobladores de estas comunidades.

El diseño hidráulico de la obra de captación ser realizo con el siguiente procedimiento:

➤ **Área transversal del pre filtro**

$$A_u = \frac{Q_d}{v_f}$$

Qd: Caudal de diseño

v_f: Velocidad de filtración

- Ancho de filtro

$$B_f = \frac{A_u}{h_g}$$

h_g: Profundidad del pre filtro:

- Área de filtración

$$A_{fl} = h_g * B_f$$

- Velocidad de filtración

$$v_{f1} = \frac{Q_d}{A_{f1}}$$

➤ **Determinar el número de orificio de entrada en la tubería colectora**

- **Área de orificio de entrada a la tubería recolectora**

- Longitud de ranura:

$$l_r = \frac{\pi d_{\phi 12}}{N_1}$$

d_{φ12}: Diámetro de tubería recolectora

N₁: Número de orificio por hilera

- **Número de fila de orificios**

- Numero de orificio horizontal:

$$N_2 = \frac{B_f}{s_1}$$

s_1 : Separación de fila de orificio

- Verificación de la B separación

$$s_1 = \frac{B_f}{N_2 - 1}$$

- Número total de orificio

$$N_3 = N_1 * N_2$$

- **Determinar el área abierta de los orificios**

- Verificación del diámetro menor de la grava última capa:

$$\frac{d_{g51}}{a_r} > 1.0$$

a_r : Ancho de ranura

- Área de ranura:

$$A_{av} = a_r * l_r * N_3$$

- **Velocidad de entrada en los orificios**

$$V_{e1} = \frac{Q_d}{C_c * A_{av}}$$

C_c : Coeficiente de contracción de entrada al orificio

- **Pérdida carga en el orificio de entrada**

$$h_{f\phi} = \frac{V_{e1}^2}{2g}$$

- **Determinar el porcentaje de área abierta**

$$A\% = \frac{\pi * d_{\phi 12}^2}{4 * a_r * l_r * N_3}$$

- **Determinar el ángulo de separación de los orificios**

$$\alpha_1 = \frac{\beta_1}{N_1}$$

Grado de un círculo: $\beta_1 = 360 \text{ deg}$

- **Estimación de la remoción de turbiedad y color**

- **Cálculo de la eficiencia:**

h_{g1} : Espesor del medio filtrante

- Diámetro efectivo de la arena

$$d_{g1} = 0.50 * (d_{g11} + d_{g12})$$

$$\lambda_1 = \frac{K}{(V_{f1} * hr * m^{-1})^n * (d_{g1} * cm^{-1})^p}$$

Constante: $p = 0.45$

Constante: $K = 1.0$

Constante: $n = 0.40$

- **Eficiencia:**

$$E_1 = e^{-\lambda_1 * \left(\frac{h_{g1}}{m}\right)}$$

- **Turbiedad máxima:**

$$T_{f1} = T_i * e^{-\lambda_1 * h_{g1} * m^{-1}}$$

c) Color máximo en invierno:

$$C_{f1} = C_{i1} * e^{-\lambda * (h_{g1} * m^{-1})}$$

- **Eficiencia total de remoción de turbidez**

$$E_{t1} = \frac{(T_{i1} - T_{f5})}{T_{i1}}$$

- **Eficiencia total de remoción de color**

$$E_{t2} = \frac{(C_{i1} - C_{f5})}{C_{i1}}$$

- **Tiempo de retención hidráulica**

$$T_{r1} = \frac{P_{go} * V_{r1}}{Q_d}$$

P_{go} : Porosidad del material filtrante

- Volumen del reactor:

$$V_{r1} = A_{f1} * h_{gt}$$

- **Calculo de la carrera de filtración**

$$T_1 = \frac{10000 * h_{gt}}{(T_{i2} - T_{f5}) * v_{f1}}$$

T_{i2} : Para una turbiedad inicial en el pre filtro

- **Determinación de las cotas del pre filtros de grava**

- **Elevación superior del pre filtro de grava:**

$$E_{c2} = E_{c1} - \Delta h_{a1}$$

E_{c1} : Nivel mínimo de agua en época de verano

Δh_{a1} : Diferencia del nivel del agua

- **Elevación inferior del pre filtro de grava:**

$$E_{c3} = E_{c2} - h_g$$

h_g : Altura del medio filtrante

- **Elevación el terreno**

$$E_{c4} = E_{c2} + h_{gav1}$$

h_{gav1} : Altura de gaviones

- **Elevación superior de la capa impermeable o arcilla:**

$$E_{c5} = E_{c2} + h_{ar}$$

h_{ar} : Espesor de la capa de arcilla

- **Elevación de la parte inferior de los gaviones:**

$$E_{c6} = E_{c3} - h_{gav2}$$

h_{gav2} : Altura de los gaviones

- **Altura inicial del pre filtro:**

$$H_{fg1} = E_{c4} - E_{c3}$$

- **Altura final del pre filtro:**

E_{t1} : Elevación final del pre filtro

$$H_{fg2} = E_{t1} - E_{c3}$$

- **Elevación inicial de la tubería de drenaje:**

$h_{\phi1}$: Altura de instalación de la tubería

$$E_{c7} = E_{c3} + h_{\phi1}$$

- **Elevación de la tubería en la salida del pre filtro:**

$$E_{c8} = E_{c7} - l_{\phi 1} * S_{\phi 1} + \frac{(d_{\phi 12} - d_{\phi 6})}{2}$$

a_{sc1} : Ancho del saco de cemento

$e_{\phi 1}$: Separación del saco y el codo

$S_{\phi 1}$: Pendiente de tubería

$d_{\phi 12}$: Diámetro de la tubería recolectora

$d_{\phi 6}$: Diámetro de la tubería de conducción

Longitud de tubería:

$$l_{\phi 1} = B_f + a_{sc1} + e_{\phi 1}$$

- **Elevación de la tubería a la entrada del pozo de bombeo:**

Longitud de la tubería:

$$l_{\phi 2} = 78.45 \text{ m}$$

$$E_{c9} = E_{c8} - l_{\phi 2} * S_{\phi 1} = 298.947 \text{ m} - 78.45 \text{ m} * 0.50\% = 298.555 \text{ m}$$

- **Elevación del fondo del pozo de bombeo:**

$$E_{c10} = E_{c9} - \Delta h_p$$

Δh_p : Diferencia de altura

- **Elevación de tapa del pozo de bombeo:**

$$E_{c11} = E_{t3} + \Delta h_{p2}$$

E_{t3} : Elevación de terreno

Δh_{p2} : Altura del pozo al suelo

- **Pérdida de carga en la tubería:**

$$h_{fl} = \frac{10.5486 * (Q_d * gal^{-1} * min)^{1.85} * l_{\phi 2}}{C_1^{1.85} * \left(\frac{d_{\phi 6}}{in}\right)^{4.87}}$$

C₁=Coeficiente de Hazen Williams

- **Elevación de nivel de agua en el pozo:**

$$E_{c12} = E_{c1} - h_{fl}$$

- **Tirante de agua en el pozo de bombeo:**

$$h_a = E_{c12} - E_{c10}$$

- **Altura total del pozo de bombeo:**

$$H_p = E_{c11} - E_{c10}$$

- **Altura del pozo soterrado:**

$$h_s = E_{t3} - E_{c10}$$

3.5.3 Dotaciones

➤ Consumo doméstico

De acuerdo a la NTON 09 007-19, las dotaciones para la población rural dispersa son:

Tabla 1: Dotaciones de agua para poblaciones dispersas

Nivel de servicio	Dotación lppd
Conexión domiciliar	80
Puestos públicos o unidades sanitarias	30 a 50
Pozos excavados equipados con bomba manual	20 a 30
Pozos perforados, equipados con bomba manual	20 a 30
Captación individual de agua de lluvia (CALL)	10

Fuente: NTON 09 007 - 19

Una vez asignada la dotación, se procedió a calcular el consumo doméstico (CD), utilizando la ecuación:

$$CD = \text{dotación} * \text{población}$$

➤ **Consumo comercial, industrial, público e institucional**

Para el cálculo de los consumos comercial, público, institucional e industrial se utilizaron los porcentajes aplicados al consumo doméstico diario indicados en la tabla 4 de la norma NTON 09 007-19.

➤ **Factores de máximas demandas**

Las variaciones del consumo estarán expresadas en porcentajes de las demandas promedio diario total y sirve de base para el dimensionamiento de la capacidad de las obras de captación, línea de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución de acuerdo a la norma NTON 09 007-19.

➤ **Consumo de Máximo Día (CMD)**

Según la norma NTON 09 007-19, el consumo de máximo día será igual a 1,3 del Consumo Promedio Diario para la ciudad de Managua. Para las otras localidades del resto del país, el factor será 1,5.

$CMD = (1,3 \text{ o } 1,5 (CPD) + P$ donde 1,3 o 1,5 son los factores de variación de consumo.

➤ **Consumo Promedio Diario (CPD)**

$$CPD = CD + CPI + CC + CInd$$

P: Pérdidas en el sistema = 15 o 20% del CPD

CD: Consumo Doméstico

CPI: Consumo Público o Institucional = 7%

CC: Consumo Comercial = 7%

CInd.: Consumo Industrial = 2%

➤ **Consumo de Máxima Hora (CMH)**

De acuerdo a la norma NTON 09 007-19, para la ciudad de Managua el factor será igual a 1,5 del consumo promedio diario, para las localidades urbanas del resto del país, será igual a 2,5 y para las áreas rurales será igual a 2,5, justificando técnicamente la utilización de factores superiores.

CMH = (1,5 ó 2,5 CPD) + P donde: 1,5 y 2,5 son factores de variación consumo horario.

➤ **Pérdidas**

En el caso de ciudades y localidades con más de 500 viviendas, el porcentaje se fijará en un 20% y para localidades hasta 500 viviendas el 15% de acuerdo a la norma NTON 09 007-19.

3.5.4 Línea de conducción

➤ **Propiedades del fluido**

Se determinó las propiedades del fluido como: Temperatura, carga de presión de vapor, densidad, viscosidad dinámica, etc.

➤ **Caudal de bombeo**

Su capacidad se calculó con el caudal del gasto máximo diario o con el que se considere más conveniente tomar de la fuente de abastecimiento de acuerdo a la naturaleza del problema que se tenga en estudio.

$$Q_d = CMD * \frac{24h}{T_b}$$

Q_d: caudal de diseño a bombear (m³/s)

CMD: Consumo máximo diario (m³/s)

T_b: tiempo de bombeo (horas)

➤ **Línea de succión y línea de descarga**

Tipo de material, rugosidad absoluta, coeficiente de resistencia de accesorios, longitud de la tubería tomando en cuenta el nivel dinámico del pozo, sumergencia, sarta de bombeo, cruce de hondonadas, cruce de cauces naturales y cruce en suspensión según el perfil longitudinal del terreno. Catálogo de diámetros, espesor de pared, módulo de elasticidad, presión de trabajo de la tubería.

➤ **Diámetros de prueba**

Los diámetros de prueba se seleccionaron aplicando la ecuación de continuidad para un rango de velocidad media del flujo.

Velocidad mínima = 0.4 m/s

Velocidad máxima = 2.0 m/s

$$\sqrt{\frac{4Q_d}{\pi(V_{máx})}} \leq D \leq \sqrt{\frac{4Q_d}{\pi(V_{mín})}}$$

Donde:

Q: caudal de diseño a bombear (m³/s).

D: diámetro interno de la tubería (m).

V: velocidad media de flujo (m/s).

Una vez que se calculó el rango de diámetros de prueba, se debe elegir en el catálogo de tuberías los diámetros internos que están dentro de este rango calculado para realizar el “Análisis técnico comparativo”.

➤ **Diámetro económico**

Para el cálculo preliminar del diámetro económico se utilizó la fórmula siguiente:

$$D = 0.9(Q)^{0.45}$$

➤ **Potencia requerida**

La energía agregada por la bomba se calculó aplicando la ecuación general de la energía. Las pérdidas de energía fueron de dos tipos: pérdidas por fricción y pérdidas por accesorios.

Para el cálculo se hizo uso de la ecuación de Darcy – Weisbach en conjunto con la ecuación de Colebrook – White. En las líneas de conducción por bombeo generalmente se tiene sistema de tuberías en serie, por lo tanto, las pérdidas de energía se calculan para cada tramo por separado y luego se suman. La línea de succión debe diseñarse para una pérdida de energía por debajo del 5% de la longitud de la misma. Y los diámetros de prueba se usan en la impulsión.

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} - h_T + h_A = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g}$$

➤ **Velocidad**

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

➤ **Pérdidas por accesorios**

$$h_m = \sum k_m \frac{V^2}{2g} = \sum k_m \frac{8Q^2}{\pi^2 g D^2}$$

➤ **Numero de Reynolds**

$$Re = \frac{VD}{\nu} = \frac{4\rho Q}{\pi\mu D}$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} - 2\log_{10} \left(\frac{k_s}{3.7} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}} \right) \therefore f = \left[-2 \log_{10} \left(\frac{k_s}{3.7} + \frac{2.51\pi\mu D}{Re\sqrt{f}} \right) \right]^{-2}$$

➤ **Pérdidas por fricción**

$$h_f = f \frac{L V^2}{D 2g} = \frac{8fLQ^2}{\pi^2 g D^5}$$

➤ **Pérdidas totales de la tubería**

$$h_L = \Sigma h_f + \Sigma h_m$$

➤ **Energía requerida por la bomba**

$$h_A = (z_2 - z_1) + h_L + \frac{V_2^2}{2g}$$

➤ **Potencia requerida**

$$P_1 = \frac{\rho g Q_d h_A}{\eta_T}$$

h_A : energía agregada por la bomba (m).
 P_1 : potencia de entrada al motor de la bomba.
 η_T : eficiencia total motor bomba.

➤ **Curva de resistencia de la tubería**

Es una gráfica en función del principio de conservación de energía. Lo que se pretende hacer con esa curva es calcular cuando es la pérdida total según distintos caudales.

➤ **Curva característica de la bomba**

Con los valores de caudal Q_d y carga h_A se seleccionó la bomba según catálogo para los valores definitivos de:

h_A : energía agregada por la bomba (carga total dinámica).
 P_1 : potencia de entrada al motor de la bomba.
 η_T : eficiencia total motor bomba.
NPSH_R: carga neta de succión positiva requerida.

➤ **Línea de gradiente piezométrico**

Se verificó que la línea de gradiente piezométrico no intercepte la tubería en ningún punto a lo largo del alineamiento de la línea de conducción (la tubería), manteniendo una carga de presión mínima entre LGP y la tubería de 5 metros y máxima de 50 metros según NTON 09 007-19 (aunque la presión estática máxima puede ser 70 metros).

➤ **Golpe de ariete**

Una columna de líquido al moverse tiene cierta cantidad de movimiento o inercia, la que es proporcional a su peso y a su velocidad. Si el flujo es detenido súbitamente, cosa que ocurre al cerrar rápidamente una válvula, la inercia se convierte en una onda de choque o en un aumento considerable de presión. La magnitud de este fenómeno depende de tan larga sea la tubería y que tan alta sea la velocidad de la onda. Esta onda de choque conocida como golpe de ariete, puede ser lo suficientemente fuerte como para reventar tuberías y quebrar accesorios y válvulas.

Se calculará la sobre presión o sub presión provocada por el golpe de ariete, por el cierre rápido de la válvula de retención, debido a la interrupción brusca del bombeo, por corte de energía eléctrica u otras causas. Sobre la base de la teoría elástica desarrollada por Allievi. Se determinará el golpe de ariete o choque violento que se produce sobre las paredes de un conducto forzado, cuando el movimiento del agua es modificado bruscamente.

Se calculó con las siguientes ecuaciones:

➤ **Celeridad**

La celeridad de la onda se calculó utilizando la ecuación de Allievi.

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k \frac{d_{tub}}{e}}}$$

Dónde:

C: Celeridad o velocidad de la onda (m/s)

K: coeficiente de módulo de elasticidad

d_{tub}: Diámetro interior de la tubería (m)

e: Espesor del tubo (m)

➤ **Cálculo de la máxima onda de presión en la tubería**

$$h_a = \frac{4Q_b * C}{\pi d^2 * g}$$

h_a: sobrepresión o sub presión (m)

Q_b: Caudal de bombeo (m³)

g: gravedad específica (m³/s)

➤ **Cálculo de la sobrepresión o sub presión en las paredes de la tubería**

$$S_{p1} = (E_2 - E_1) + h_a$$

S_{p1}: Sobrepresión (m)

E₁: Elevación del ojo de la bomba (msnm)

E₂: Elevación de rebose del tanque de almacenamiento (msnm)

➤ **Resistencia de la tubería**

$$P_{t1} = f * P_n$$

P_n: Presión de trabajo tubería (mca)

f: Factor de seguridad

➤ **Análisis de la condición**

$$P_{t1} > S_{p1}$$

3.5.5 Red de distribución

El diseño de la red de distribución se realizó conforme a lo estipulado en la NTON 09 007 – 19.

3.5.6 Almacenamiento

De acuerdo a la NTON 09 007-19, el volumen del tanque de almacenamiento se calculó de la siguiente manera:

El volumen compensador debe compensar las variaciones horarias del consumo. En este caso se debe almacenar para:

- Poblaciones menores de 20000 habitantes, el 25% del consumo promedio diario más pérdidas (CPD);
- Poblaciones mayores de 20000 habitantes, será necesario determinar este volumen en base al estudio y análisis de las curvas acumuladas (masas) de consumo y de producción, del sistema de agua de la localidad existente o de una similar.

Reserva para eventualidades y/o emergencias. Este volumen debe ser igual al 15% del consumo promedio diario (CPD).

3.5.7 Planta de tratamiento

La PTAP estará en capacidad de reducir los parámetros físico-químicos más representativos presentes en el agua:

- Turbidez (hasta 100 NTU)
- Color
- Hierro
- Coliformes Totales
- Coliformes Fecales

La PTAP trabaja presurizada (Presión mínima de 40 PSI/máxima 85 PSI) y estará compuesta por las siguientes Etapas y procesos:

AGUA CRUDA ➡ INYECCION DE SULFATO DE ALUMINIO ➡ PRE-FILTRACION GRUESA CON GRAVA Y ANTRACITA ➡ FILTRACION FINA CON TURBIDEX ➡ INYECCION DE CLORO ➡ FILTRACION CON GREEN SAND PLUS ➡ DESINFECCION ➡ AGUA TRATADA

Componentes Principales PTAP:

- Bomba Dosificadora-Sulfato de Aluminio.
- Pre Filtros, Tanques 16" Bajos, cargados con Grava y Antracita.
- Filtración Fina, Tanques 16" altos, cargados con Turbidex.
- Filtración Fina, Tanques 16" altos, cargados con Green Sand Plus.
- Panel de control Filtron (PLC) con Retro lavado Automático y Manual.
- Bomba Dosificadora-Hipoclorito de Sodio/Calcio.
- Manifolds, válvulas y accesorios.
- Medidor tipo Woltman.

Se parte del supuesto que se el agua viene de un pre tratamiento consistente en un pre filtro en la obra de captación de 7x9.5 m de grava que logran bajar la turbidez hasta un 30% así mismo se asume que las obras civiles, eléctricas el bombeo y conducción hacia PTAP están correctamente diseñadas y construidas.

Se contempla una etapa final de desinfección para la eliminación de Coliformes Fecales y Totales a través de la incorporación de Hipoclorito de Sodio/Calcio, de tal manera que se garantice el suministro de agua con la calidad bacteriológica establecida por las Normas de Calidad de Agua de INAA NTON 09003-99.

NOTA: El Sistema de Tratamiento NUNCA deberá ser alimentado con aguas cuya turbiedad superen los 100 NTU (Unidades Nefelométricas de Turbiedad), en este caso se debe detener el proceso y descartar aguas cuya nefelometría superen este valor.

3.5.8 Desinfección

La desinfección se hizo con de hipoclorito de sodio.

De acuerdo a (INAA, 1999), la capacidad requerida de la estación de cloración se calculará con la ecuación:

$$Ca = \frac{QxC}{1000}$$

Donde:

Ca: Capacidad de diseño de la estación de cloración Kg. Cloro/día

Q: Caudal de agua, máximo horario m³/día

C: Dosis de cloro a aplicar mg/L

El hipoclorito de sodio se aplicó diluyendo previamente la solución concentrada de fábrica (130 gr/L) con agua limpia hasta una concentración máxima de 1% al 3%. Para su dosificación se utilizó hipocloradores de carga constante de fabricación nacional. (INAA, 1999)

3.6 EPANET

3.6.1 Simulación de la línea de conducción

Para la simulación de la línea de conducción se tomó el caudal de consumo máximo diario previamente calculado, así mismo se tomó el diámetro de la columna de bombeo, de la sarta y de la línea de conducción calculado previamente en el inciso de la línea de conducción. Se hizo una simulación con una bomba teórica que tome en cuenta el consumo máximo diario y la carga total y se hizo una simulación con la bomba comercial seleccionada basado en la curva de operación de la misma. Como resultados de la simulación se obtuvieron tablas de presiones y velocidades, además los perfiles de las cotas alturas piezométricas y presiones.

3.6.2 Simulación de la red de distribución

Para la simulación de la red de distribución, se utilizó el consumo máximo horario, el cual se distribuyó equitativamente según la cantidad de usuarios y de acuerdo con la localización de los mismos, obteniendo de este modo los nodos concentrados de la red. Una vez asignados los nodos concentrados se procedió a la simulación de la red tomando como referencia los criterios de diseño que recomienda la norma que corresponde a presiones de 5 a 50 metros y velocidades de flujo de 0.4 a 2 m/s.

También se hizo una simulación con demanda cero con la finalidad de conocer las máximas presiones hidrostáticas en la red, las cuales deberán cumplir las presiones que señala la norma. Tanto en la simulación con el consumo máximo horario y con la demanda cero, si las presiones exceden lo estipulado en la norma (50m), se procederá a instalar válvulas reguladoras de presión. Al finalizar la simulación de la red de distribución se presentan tablas de velocidades y presiones, así como los perfiles longitudinales de las cotas y altura.

3.7 Presupuesto

El presupuesto se elaboró utilizando la metodología proporcionada por el FISE, la cual agrupa las actividades en etapas y sub etapas. Los precios unitarios también fueron sacados del catálogo de costos del FISE más actualizado.

Los cálculos se hicieron en hojas automatizadas de Excel, facilitando así la información cuantitativa recopilada, de igual forma se presenta un informe por etapas y sub etapas, así como detalles por nivel de actividad.

Esto se realizó con el objetivo de aumentar y garantizar la confiabilidad del módulo de costos y presupuesto; las siguientes actividades a mencionar son las que se utilizaron:

1. Investigación de los precios de mano de obra, materiales de uso frecuente en proyectos de agua potable, equipos y herramientas.
2. Implementar los resultados de la investigación de precios al módulo de costos y presupuestos automatizados.
3. Muestreo de forma aleatoria de registros para validar la actual de los precios.
4. Revisión y aprobación de resultados finales.

IV ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Estudio socioeconómico

Se utilizó el estudio socioeconómico como una herramienta de recolección de datos acerca de los ingresos o situación económica que presentan las familias de la comunidad el chaparral.

4.1.1 Censo y encuesta socioeconómica

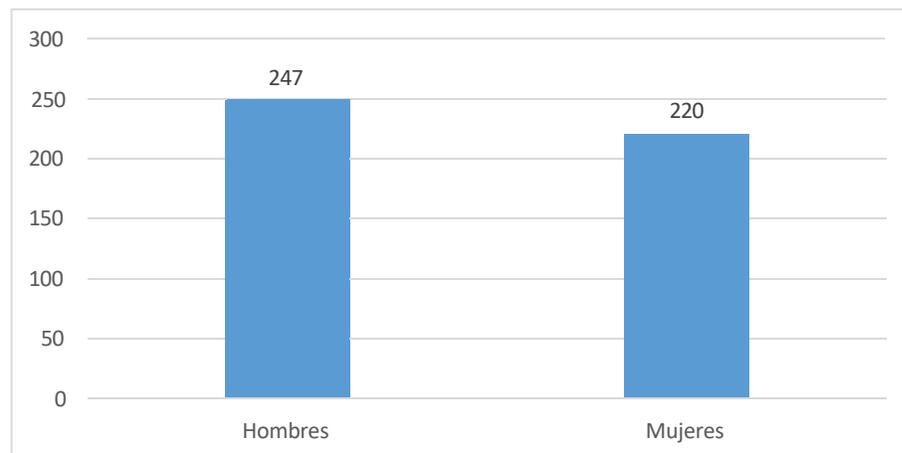
El estudio socioeconómico se realizó con el objetivo de conocer las características demográficas, ingresos y calidad de vida de la población del sitio en estudio, donde se ocuparon para la realización de la proyección poblacional:

A continuación, se presenta el censo realizado en la comunidad El Chaparral Municipio de Muy Muy.

➤ Cantidad de habitantes

En los resultados arrojados resalta más la presencia masculina sobre la femenina.

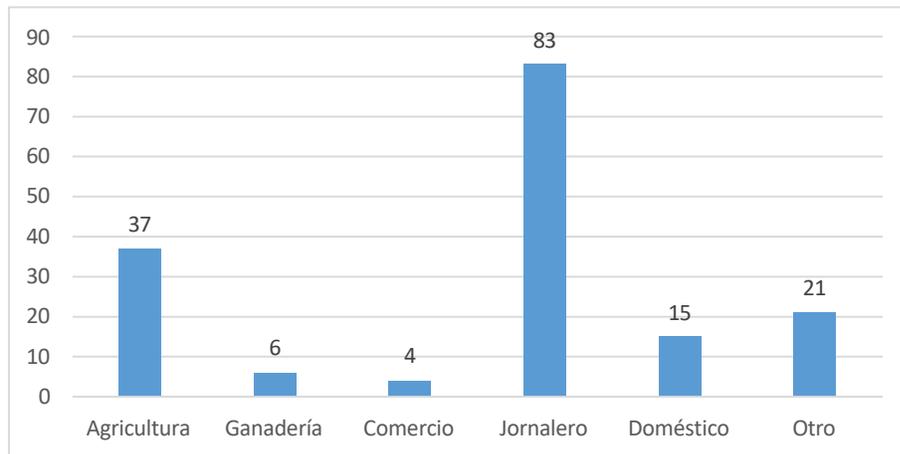
Figura 1: Cantidad de habitantes



➤ Oficios

Se destaca la presencia de la agricultura como forma óptima de vida, por lo que la mayoría son campesinos que no poseen sus propias tierras para poder cosechar denominándolos “Jornaleros”.

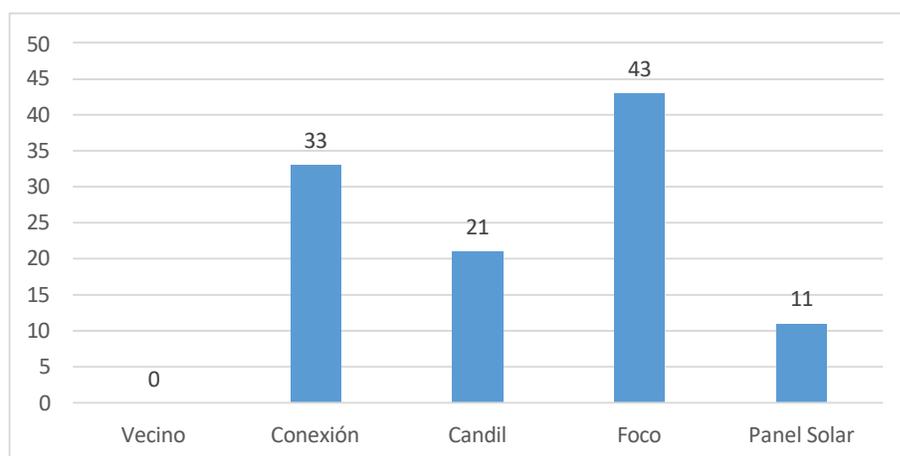
Figura 2: Oficios



➤ Alumbrado

Formas de iluminación de cada vivienda.

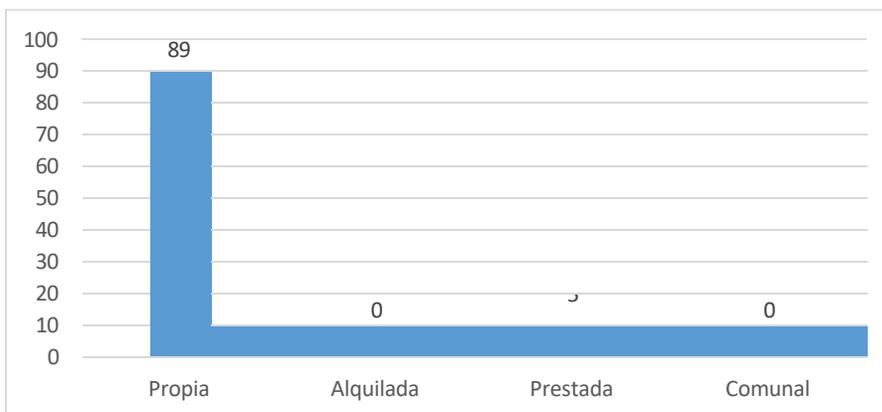
Figura 3: Alumbrado



➤ **Situación habitacional**

La presente encuesta menciona sobre las formas de situación habitacional donde se destaca la mayoría cuenta con una vivienda propia.

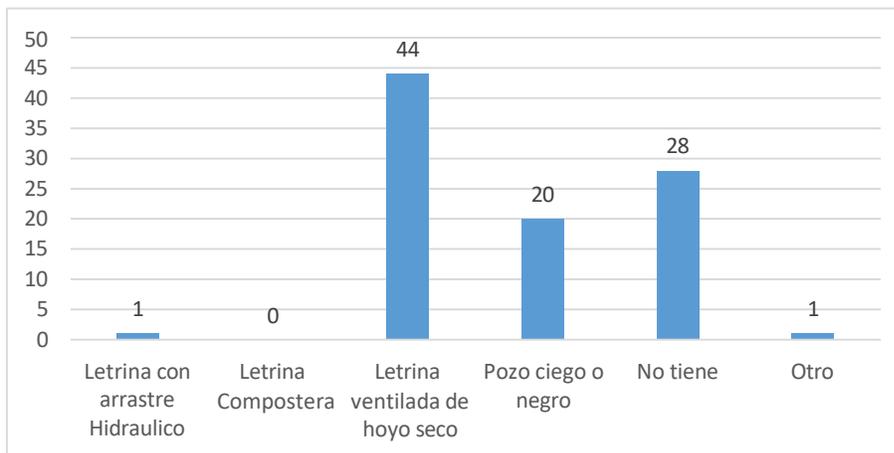
Figura 4: Situación habitacional



➤ **Opciones de saneamiento**

Según el censo demuestra la forma demuestra los métodos y medios para poder eliminar las deyecciones, destacando el uso de letrinas ventiladas de hoyo seco.

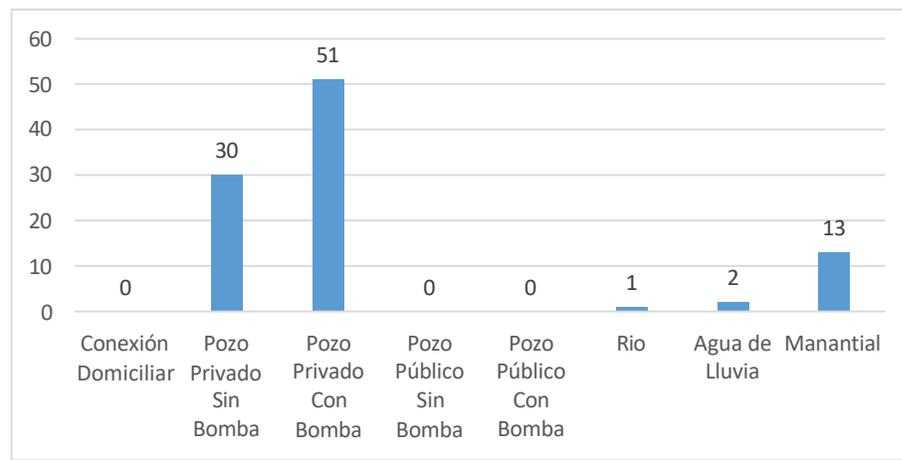
Figura 5: Opciones de saneamiento



➤ Abastecimiento de agua

La comunidad del chaparral cuenta con las siguientes formas de abastecimiento, tales como: Conexión domiciliar, río, agua de lluvia, manantial, pozo privado sin bomba y pozo privado con bomba. Donde destaca el último mencionado con 51 viviendas.

Figura 6: Abastecimiento de agua



4.2 Calidad de agua

Para conocer la calidad del agua de la fuente de abastecimiento con que dispone la comunidad y hacer la clasificación de la misma, de acuerdo a lo establecido por la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para la Clasificación de los Recursos hídricos (NTON 05 007-98), se tomó una muestra en la fuente superficial propuesta y se procedió a realizar un análisis físico químico, metales pesados y bacteriológico a la misma.

En el estudio de fuentes, se muestreó únicamente una fuente denominada Confluencia Río Tapasle y Wabule que es la principal fuente que se aprovechará para el abastecimiento del sistema diseñado.

El análisis físico químico consideró los parámetros que miden las características estéticas del agua tales como: Aspecto, turbiedad, color verdadero, PH, hierro,

manganeso, sodio y sulfato. Algunos de estos parámetros también se consideran como componentes inorgánicos que en concentraciones altas afectan la salud, tal como el sodio, además en este grupo de componentes inorgánicos se analizaron: Dureza, nitratos y nitritos.

Tabla 2: Parámetros analizados, valores recomendados, máximos admisibles y valores obtenidos

Parámetro	Valor obtenido Río Tapasle	Límite o rango máximo	
		Categoría 1 A	Categoría 1 B
Oxígeno disuelto (OD)	8.2	> 4.0 mg/l (*)	> 4.0 mg/l (*)
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5, 20)	-	2.0 mg/l	5.0 mg/l
pH	7.36	mín. 6.0 y máx. 8.5	mín. 6.0 y máx. 8.5
Color real	490	< 15 U Pt-Co	< 150 U Pt-Co
Turbiedad	142	< 5 UNT	< 250 UNT
Fluoruros	0.093	mín 0.7 y máx. 1.5	< 1.7 mg/l
Hierro Total	2.53	0.3 mg/l	3 mg/l
Mercurio Total	-	0.001 mg/l	
Plomo Total	-	0.01 mg/l	
Sólidos Totales disueltos	30	1000 mg/l	
Sulfatos	4.27	250 mg/l	
Zinc		3 mg/l	
Cloruros	7.53	250 mg/l	
Organismos Colif. Totales	1.7 x 10 ⁴	(**)	(***)
Cianuro total	-	0.1 mg/l	
Cobre total	-	2.0 mg/l	
Cromo total	-	0.05 mg/l	
Detergentes	-	1.0 mg/l	
Dispersantes	-	1.0 mg/l	
Dureza como CaCO ₃	-	400 mg/l	
Extracto de carbono al cloroformo	-	0.15 mg/l	
Fenoles	-	0.002 mg/l	
Manganeso total	0.206	0.5 mg/l	
Nitritos + Nitratos (N)	13.96	10.0 mg/l	

Plata total	-	0.05 mg/l
Selenio	-	0.01 mg/l
Sodio	10	200 mg/l
Organofosforados y Carbamatos	-	0.1 mg/l
Organoclorados	-	0.2 mg/l
Actividad α	-	max. 0.1 becquerelio por litro (Bq/l)
Actividad β	-	max. 1.0 becquerelio por litro (Bq/l)

* (*) También puede ser expresado como porcentaje de saturación y debe ser mayor de 50%.

(**) Promedio mensual menor de 2000 NMP por cada 100 m.

(***) Promedio mensual menor de 10000 NMP por cada 100 m.

Tabla 3: Análisis bacteriológico

Parámetro	Unidad	Valor	Límite máximo Promedio mensual menor a	
			Categoría 1A	Categoría 1B
Organismo de Coliforme totales	UFC/100ml	17,000	2,000 NPM/100ml	10,000 NPM/100ml
Organismo de Coliforme totales	UFC/100ml	17,000		
			Categoría 2A	Categoría 2B
Organismo de Coliforme totales	UFC/100ml	17,000	1,000 NPM/100ml	5,000 NPM/100ml
Organismo de Coliforme totales	UFC/100ml	17,000	100 NPM/100ml	1,000 NPM/100ml

➤ Análisis e interpretación de resultados

Los resultados del análisis físico químico, indican que todas las concentraciones de los parámetros analizados son inferiores al valor límite permisible, a excepción de los valores de Turbiedad (142 NTU), Color Verdadero (490 UC), Hierro (2.53 mg/L).

La muestra fue tomada en época de invierno en un día lluvioso, lo que genera fuertes turbulencias en las aguas que transporta el río, en visitas posteriores (en día No lluvioso) se observaron aguas claras, por lo que se puede decir que este Color está asociado al tiempo de lluvia, la mayor parte del tiempo este río se mantienen con bajas turbideces, tomando en cuenta todo lo antes descrito se

puede decir que el valor de Color Real obtenido de la muestra no es un valor representativo. A su vez se puede ver que los valores de Turbiedad y Hierro se encuentran dentro de los rangos establecidos por la norma para la categoría 1B, porque se confirma la clasificación 1B.

No se midieron los parámetros de amonio y cianuro debido a que no existe la sospecha de este tipo de contaminante en vista que es agua de río y que la muestra se tomó en época de invierno.

Para identificar presencia de metales pesados se midió el parámetro de Arsénico y se obtuvo un valor menor de 0.001mg/l, siendo el valor máximo recomendado de 0.01.

Desde el punto de vista de los parámetros especiales de agua como, temperatura, PH, Sólidos totales disueltos, oxígenos disueltos y conductividad eléctrica el agua superficial del río Tapasle, se considera un agua dulce y de buena calidad para ser suministrada a los pobladores de esta comunidad. Desde el punto de vista de la sustancia inorgánica como el arsénico, no se encontró traza de esta sustancia en los análisis químicos del agua, por tanto, esta es apta para el consumo humano.

Las aguas superficiales del Río Tapasle, presentan contaminación por coliformes totales y fecales de 1.7×10^4 NMP/100m respectivamente y Escherichia Coli 2,300 NMP/100m, la OPS-OMS establece un valor límite menor de 2.2 NMP/100m y 0.0 NMP/100m, para agua de consumo humano, por lo que se recomienda tomar medidas a fin de garantizar la calidad de esta agua que se destine para consumo humano de la población de las comunidades.

Si bien el valor de coliformes supera el valor para la clasificación 1B, cabe resaltar que el valor normado aplica para un valor "Promedio Mensual", no para una muestra puntual. La muestra realizada en el río para coliforme fecal se tomó bajo condiciones de altas turbideces y de fuerte lluvia por lo cual es de esperarse que

este valor sea mayor que el promedio mensual, por tanto, se confirma la clasificación 1B.

4.3 Aforo

4.3.1 Análisis del resultado de medición del caudal del río

El caudal de estiaje que conduce estas dos fuentes unidas en época de verano es de 44.38 L/s (703.45 Gpm). El caudal obtenido es 34.67 veces superior a la demanda de agua de los próximos 20 años de los pobladores de esta comunidad de 1.28 L/s (CMD), siempre y cuando, se mantengan las mismas condiciones hidrológicas y climáticas de la cuenca en estudio.

4.3.2 Aforo del Rio Tapasle y Wabule

➤ Para determinar este caudal se utilizó el método volumétrico

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

Donde:

V = volumen

t = tiempo

q = caudal

$$V_1 = 80.0 \text{ mL} \quad V_2 = 79.0 \text{ mL} \quad V_3 = 76.0 \text{ mL}$$

$$t_1 = 20.73 \text{ s} \quad t_2 = 20.90 \text{ s} \quad t_3 = 20.40 \text{ s}$$

$q_1 = \frac{V_1}{t_1} = 3.859 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$	$q_2 = \frac{V_2}{t_2} = 3.78 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$	$q_3 = \frac{V_3}{t_3} = 3.725 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$
---	--	---

$$q_{p1} = \frac{q_1 + q_2 + q_3}{3} = 3.788 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} = 3.788 \times 10^{-3} \text{ L} \cdot \text{s}^{-1}$$

➤ **Conductividad eléctrica**

Conductividad eléctrica de agua cruda: $C_o = 167.3010 \times 10^{-6} S \cdot cm^{-1}$

Conductividad eléctrica de solución con sal: $C_s = 159.5010 \times 10^{-3} S \cdot cm^{-1}$

Conductividad eléctrica de agua en dilución: $C_{d1} = 180.9010 \times 10^{-6} S \cdot cm^{-1}$

➤ **Determinar el caudal de aforo del Rio Tapasle y Wabule**

Aplicando la fórmula de la continuidad:

$$Q_{r2} = \frac{qp1 * (C_s - C_o)}{C_{d1} - C_o}$$

$$Q_{r2} = 0.044 \text{ m}^3\text{s}^{-1} = 44.381 \text{ L} \cdot \text{s}^{-1} = 703.452 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1}$$

4.4 Topografía

Con los datos obtenidos del levantamiento topográfico se determinó una altura en el tanque de almacenamiento de 422.73 msnm y una altura en el pozo de bombeo de 302.75 msnm, existiendo una diferencia en altura de 119.98 m, esta diferencia nos permite una distribución por gravedad en la red de distribución.

4.5 Diseño de Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE)

Los cálculos se realizaron siguiendo lo establecido por la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense denominada; (NTON 09 007-19) Diseño de Sistema Abastecimiento. Agua Potable.

4.5.1 Proyección de la población

➤ **Período de diseño**

Se proyectó para un período de 20 años de acuerdo a la guía técnica para el diseño de abastecimiento de agua potable.

➤ **Tasa de crecimiento**

Se calculó la tasa de crecimiento haciendo uso de la ecuación:

$$r = \left(\frac{P_n}{P_0} \right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

Tabla 4: Tasa de crecimiento

TASA DE CRECIMIENTO DEL MUNICIPIO DE MUY MUY						
Año	Población			Tasa de crecimiento		
	Rural	Urbana	Total	Rural	Urbana	Total
1971	3,981	1,632	5,613			
1995	10,258	2,811	13,069	4.02	2.29	3.58
2005	10,685	4,037	14,722	0.41	3.69	1.20
Tasas de crecimiento promedio				2.22	2.99	2.39

Según la NTON 09 007 - 19, la tasa de crecimiento a aplicar al proyecto en ningún caso será menor que 2,5%.

➤ **Cálculo de la población de diseño**

Para el cálculo de la población futura de dicha comunidad, se utilizó el método geométrico, donde la población actual es de 479 habitantes y se proyectó para una vida útil de 20 años con una tasa de crecimiento establecida en 2.5%.

Tabla 5: Proyección de población

Periodo	Año	Población local (hab)
0	2024	479
5	2029	542
10	2034	613
15	2039	694
20	2044	785

4.5.2 Dotaciones y cálculo de caudales

En la comunidad El Chaparral no existen industrias ni centros de comercio representativos por lo que solamente se consideró el consumo institucional y doméstico.

➤ Dotaciones

CD: Consumo doméstico = 80 lppd * Población

CPI: Consumo público o institucional = 7% del CD

➤ Consumo promedio diario (CPD)

CPD = CD + CPI

➤ Pérdidas

P: Pérdidas en el sistema = 15% del CPD

Tabla 6: Consumo promedio diario (CPD)

Periodo	Año	Población local (hab)	Consumo doméstico (Lpd)	Público o institucional (Lpd)	Consumo Promedio Diario CPD (Lps)	Pérdidas (Lps)
0	2024	479	38320	2682.40	0.47	0.07
5	2029	542	43360	3035.20	0.54	0.08
10	2034	613	49040	3432.80	0.61	0.09
15	2039	694	55520	3886.40	0.69	0.10
20	2044	785	62800	4396.00	0.78	0.12

➤ Caudal máximo día (CMD)

CMD = (1,5 CPD) + P

➤ Caudal máximo hora (CMH)

CMH = (2,5 CPD) + P

Tabla 7: Caudal máximo día (CMD) y caudal máximo hora (CMH)

Periodo	Año	Población local (hab)	Consumo Promedio Diario (CPD)	Pérdidas	CMD (LPS)	CMH (LPS)
0	2024	479	0.47	0.07	0.78	1.26
5	2029	542	0.54	0.08	0.89	1.42
10	2034	613	0.61	0.09	1.00	1.61
15	2039	694	0.69	0.10	1.13	1.82
20	2044	785	0.78	0.12	1.28	2.06

4.5.3 Diseño hidráulico de la obra de captación

➤ Diseño de pre filtros de piedra de flujo horizontal

El pre tratamiento utilizando pre filtros de grava para disminuir la carga de material en suspensión antes de la filtración en arena, consta de varias cámaras llenas de grava de diferente diámetro, dispuestas en sentido decreciente, en las cuales se retiene la materia en suspensión.

- **Criterio de diseño**

Velocidad de filtración entre 0.50 a 1.0 m/hr.

Velocidad de lavado mínima 2.0 m/hr.

Velocidad de ingreso de orificio de entrada: varían desde 2.5 cm/s hasta 10 cm/s, con un valor recomendado de 3 cm/s y calculado para un coeficiente de contracción de entrada por orificio de 0.55.

Tamaño del ancho o diámetro de las aberturas: esta debe de cumplir con la siguiente:

$$\frac{\text{diámetro promedio de la grava del forro filtrante}}{\text{ancho o diámetro de las aberturas}} \geq 2$$

➤ **Diseño de pre filtro de flujo horizontal**

• **Área transversal del pre filtro**

Caudal de diseño:

$$Q_d = 1.28 \text{ lts} * \text{seg}^{-1}$$

$$Q_d = 4.608 \text{ m}^3 * \text{hr}^{-1}$$

Velocidad de filtración:

$$v_f = 0.80 \text{ m} * \text{hr}^{-1}$$

$$A_u = \frac{Q_d}{v_f} = \frac{4.608 \text{ m}^3 * \text{hr}^{-1}}{0.80 \text{ m} * \text{hr}^{-1}}$$

$$A_u = 5.760 \text{ m}^2$$

• **Ancho de filtro**

Profundidad del pre filtro:

$$h_g = 1.20 \text{ m}$$

$$B_f = \frac{A_u}{h_g}$$

$$B_f = \frac{5.760 \text{ m}^2}{1.20 \text{ m}} = 4.8 \text{ m} \text{ usar } B_f = 5.0 \text{ m}$$

Área de filtración:

$$A_{f1} = h_g * B_f$$

$$A_{f1} = 1.20 \text{ m} * 5 \text{ m} = 6 \text{ m}^2 > A_u = 5.760 \text{ m}^2$$

Velocidad de filtración:

$$v_{f1} = \frac{Q_d}{A_{f1}}$$

$$v_{f1} = \frac{4.608 \text{ m}^3 * \text{hr}^{-1}}{6 \text{ m}^2} = 0.768 \text{ m} * \text{hr}^{-1} < v_f = \frac{4.608 \text{ m}^3 * \text{hr}^{-1}}{5.760 \text{ m}^2} = 0.8 \text{ m} * \text{hr}^{-1}$$

➤ **Características del medio filtrante**

En vista de que no se tiene las características granulométricas de la arena del acuífero, se recomienda la utilización del siguiente de medio filtrante:

Tabla 8: Características del medio filtrante

Diámetro de la grava en mm (in)			
No.	Mínimo	Máxima	Ancho (m)
Gavión	100.0 (4.0")	150.0 (6.0")	1.00
1	38.10 (1 1/2")	76.20 (30")	1.00
2	19.05 (3/4")	25.40 (1.0")	2.50
3	6.36 (1/4")	12.7 (1/2")	2.50
3	19.05 (3/4")	25.4 (1.0")	1.00

Diámetro de la piedra del gavión	$d_{g11} =$	100.00 mm	$d_{g12} =$	150.00 mm
Diámetro de la grava primera capa de grava	$d_{g21} =$	38.10 mm	$d_{g22} =$	76.20 mm
Diámetro de la grava segunda capa de grava	$d_{g31} =$	19.05 mm	$d_{g32} =$	25.40 mm
Diámetro mayor de la tercera capa de la grava	$d_{g41} =$	6.36 mm	$d_{g42} =$	12.70 mm
Diámetro mayor de la cuarta capa de la grava	$d_{g51} =$	19.05 mm	$d_{g52} =$	25.40 mm
Ancho del gavión	$h_{g1} =$	1.00 m		
Ancho de la primera capa de grava	$h_{g2} =$	1.00 m		
Ancho de la segunda capa de grava	$h_{g3} =$	2.50 m		
Ancho de la tercera capa de grava	$h_{g4} =$	2.50 m		
Ancho de la cuarta capa de grava	$h_{g5} =$	1.00 m		
Ancho total del pre filtro	$h_{gT} =$	7.00 m		

➤ **Determinar el número de orificio de entrada en la tubería colectora**

- **Área de orificio de entrada a la tubería recolectora**

Diámetro de tubería recolectora:

$$d_{\phi 12} = 0.30 \text{ m}$$

Número de orificio por hilera:

$$N_1 = 4$$

Longitud de ranura:

$$l_r = \frac{\pi d_{\phi 12}}{N_1}$$

$$l_r = \frac{\pi(0.30 \text{ m})}{4} = 0.236 \text{ m}$$

- **Número de fila de orificios**

Separación de fila de orificio:

$$s_1 = 0.10 \text{ m}$$

Numero de orificio horizontal:

$$N_2 = \frac{B_f}{s_1}$$

$$N_2 = \frac{5 \text{ m}}{0.10 \text{ m}} = 50 \text{ usar número de orificio } N_2 = 50$$

Verificación de la B separación:

$$s_1 = \frac{B_f}{N_2 - 1}$$

$$s_1 = \frac{5 \text{ m}}{50 - 1} = 0.102 \text{ m}$$

Número total de orificio:

$$N_3 = N_1 * N_2$$

$$N_3 = 4 * 50 = 200$$

- **Determinar el área abierta de los orificios**

Ancho de ranura:

$$a_r = 12.5 \text{ mm}$$

Verificación del diámetro menor de la grava última capa:

$$\frac{d_{g51}}{a_r} = 1.524 > 1.0$$

Área de ranura:

$$A_{av} = a_r * l_r * N_3$$

$$A_{av} = 12.5 \text{ mm} * 0.236 \text{ m} * 200 = 0.589 \text{ m}^2$$

- **Velocidad de entrada en los orificios**

Coefficiente de contracción de entrada al orificio:

$$C_c = 0.55$$

$$V_{e1} = \frac{Q_d}{C_c * A_{av}}$$

$$V_{e1} = \frac{4.608 \text{ m}^3 * \text{hr}^{-1}}{0.55 * 0.589 \text{ m}^2} = 14.224 \text{ m. hr}^{-1} > V_{min} = 0.50 \text{ m. hr}^{-1}$$

- **Pérdida carga en el orificio de entrada**

$$h_{f\phi} = \frac{V_{e1}^2}{2g}$$

$$h_{f\phi} = \frac{(14.224 \text{ m. hr}^{-1})^2}{2 \left(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)} = 7.957 \times 10^{-7} \text{ m}$$

- **Determinar el porcentaje de área abierta**

$$A\% = \frac{\pi * d_{\phi 12}^2}{4 * a_r * l_r * N_3}$$

$$A\% = \frac{\pi(0.30 \text{ m})^2}{4 * 12.5 \text{ mm} * 0.236 \text{ m} * 200} = 12\%$$

- **Determinar el ángulo de separación de los orificios**

Grado de un círculo: $\beta_1 = 360 \text{ deg}$

$$\alpha_1 = \frac{\beta_1}{N_1}$$

$$\alpha_1 = \frac{360 \text{ deg}}{4} = 90 \text{ deg}$$

- **Estimación de la remoción de turbiedad color en el gavión**

Para conocer la eficiencia del pre filtro en este caso los gaviones, se realizarán ciertos cálculos mediante los cuales se determinará la eficiencia de estos y la turbiedad con la que el agua entrará y saldrá.

- **Cálculo de la eficiencia:**

Velocidad de filtración:

$$v_{f1} = 0.768 \text{ m} * \text{hr}^{-1}$$

Espesor del medio filtrante:

$$h_{g1} = 1 \text{ m}$$

Diámetro efectivo de la arena:

$$d_{g1} = 0.50 * (d_{g11} + d_{g12}) = 0.50 * (100 \text{ mm} + 150 \text{ mm}) = 125 \text{ mm}$$

Constante:

$$p = 0.45$$

Constante:

$$K = 1.0$$

Constante:

$$n = 0.40$$

$$\lambda_1 = \frac{K}{(V_{f1} * hr * m^{-1})^n * (d_{g1} * cm^{-1})^p} = 0.357$$

Eficiencia:

$$E_1 = e^{-\lambda_1 * (\frac{h_{g1}}{m})} = 69.977 \%$$

- **Turbiedad máxima:**

Turbiedad inicial del agua cruda:

$$T_{i1} = 142.0$$

Turbiedad final:

$$T_{f1} = T_i * e^{-\lambda_1 * h_{g1} * m^{-1}} = 99.368 \text{ UNT}$$

- **color máximo en invierno:**

Color inicial del agua cruda:

$$C_{i1} = 490 \text{ UC}$$

Color final:

$$C_{f1} = C_{i1} * e^{-\lambda_1 * (h_{g1} * m^{-1})} = 342.888 \text{ UC}$$

➤ **Estimación de la remoción de turbiedad en el pre filtro en la primera capa del forro filtrante**

• **Cálculo de la eficiencia:**

Espesor del medio filtrante:

$$h_{g2} = 1 \text{ m}$$

Diámetro efectivo de la arena:

$$d_{g2} = 0.50 * (d_{g21} + d_{g22}) = 0.50 * (38.10 \text{ mm} + 76.2 \text{ mm}) = 57.150 \text{ mm}$$

$$\lambda_2 = \frac{K}{(v_{f1} * hr * m^{-1})^n * (d_{g2} * cm^{-1})^p} = 0.507$$

Eficiencia:

$$E_2 = e^{-\lambda_2 * \left(\frac{h_{g2}}{m}\right)} = 60.229 \%$$

• **Turbiedad máxima en invierno:**

Turbiedad inicial:

$$T_{i2} = T_{f1}$$

Turbiedad final:

$$T_{f2} = T_{i2} * e^{-\lambda_2 * h_{g2} * m^{-1}} = 59.849 \text{ UNT}$$

• **Color máximo que puede remover en invierno:**

Color inicial:

$$C_{i2} = C_{f1} \text{ UC}$$

Color final:

$$C_{f2} = C_{i2} * e^{-\lambda_2 * (h_{g2} * m^{-1})} = 206.521 \text{ UC}$$

➤ **Estimación de la remoción de turbiedad en el pre filtro en la segunda capa del forro filtrante**

• **Cálculo de la eficiencia:**

Espesor del medio filtrante:

$$h_{g3} = 2.5 \text{ m}$$

Diámetro efectivo de la arena:

$$d_{g3} = 0.50 * (d_{g31} + d_{g32}) = 0.50 * (19.05 \text{ mm} + 25.40 \text{ mm}) = 22.225 \text{ mm}$$

$$\lambda_3 = \frac{K}{(v_{f1} * hr * m^{-1})^n * (d_{g3} * cm^{-1})^p} = 0.776$$

Eficiencia:

$$E_3 = e^{-\lambda_3 * \left(\frac{h_{g3}}{m}\right)}$$

$$E_3 = 14.370 \%$$

• **Turbiedad máxima en invierno:**

Turbiedad inicial:

$$T_{i3} = T_{f2}$$

Turbiedad final:

$$T_{f3} = T_{i3} * e^{-\lambda_3 * h_{g3} * m^{-1}} = 8.301 \text{ UNT}$$

• **Color máximo en invierno:**

Color inicial:

$$C_{i3} = C_{f2} \text{ UC}$$

Color final:

$$C_{f31} = C_{i31} * e^{-\lambda_3 * (h_{g3} * m^{-1})} = 29.678 \text{ UC}$$

➤ **Estimación de la remoción de turbiedad en el pre filtro en la tercera capa del forro filtrante**

• **Cálculo de la eficiencia:**

Espesor del medio filtrante:

$$h_{g4} = 2.5 \text{ m}$$

Diámetro efectivo de la arena:

$$d_{g4} = 0.50 * (d_{g41} + d_{g42}) = 0.50 * (6.36 \text{ mm} + 12.70 \text{ mm}) = 9.530 \text{ mm}$$

$$\lambda_4 = \frac{K}{(v_{f1} * hr * m^{-1})^n * (d_{g4} * cm^{-1})^p} = 1.136$$

Eficiencia:

$$E_4 = e^{-\lambda_4 * \left(\frac{h_{g4}}{m}\right)} = 5.843 \%$$

• **Turbiedad máxima en invierno:**

Turbiedad inicial:

$$T_{i4} = T_{f3}$$

Turbiedad final:

$$T_{f4} = T_{i4} * e^{-\lambda_4 * h_{g4} * m^{-1}} = 0.503 \text{ UNT}$$

• **Color máximo en invierno:**

Color inicial:

$$C_{i4} = C_{f3} \text{ UC}$$

Color final:

$$C_{f4} = C_{i4} * e^{-\lambda_4 * (h_{g4} * m^{-1})} = 1.734 \text{ UC}$$

➤ **Estimación de la remoción de turbiedad en el pre filtro en la cuarta capa del forro filtrante**

• **Cálculo de la eficiencia:**

Espesor del medio filtrante:

$$h_{g5} = 1 \text{ m}$$

Diámetro efectivo de la arena:

$$d_{g5} = 0.50 * (d_{g51} + d_{g52}) = 0.50 * (19.05 \text{ mm} + 25.40 \text{ mm}) = 22.225 \text{ mm}$$

$$\lambda_5 = \frac{K}{(v_{f1} * hr * m^{-1})^n * (d_{g5} * cm^{-1})^p} = 0.776$$

Eficiencia:

$$E_5 = e^{-\lambda_5 * (\frac{h_{g5}}{m})} = 46.024 \%$$

• **Turbiedad máxima en invierno:**

Turbiedad inicial:

$$T_{i5} = T_{f4}$$

Turbiedad final:

$$T_{f5} = T_{i5} * e^{-\lambda_5 * h_{g5} * m^{-1}} = 0.232 \text{ UNT}$$

• **Color máximo en invierno:**

Color inicial:

$$C_{i5} = C_{f4} \quad UC$$

Color final:

$$C_{f5} = C_{i5} * e^{-\lambda_5 * (h_{g5} * m^{-1})} = 0.798 \text{ UC}$$

➤ **Eficiencia total de remoción de turbidez**

$$E_{t1} = \frac{(T_{i1} - T_{f5})}{T_{i1}} = 99.837 \%$$

• **Eficiencia total de remoción de color**

$$E_{t2} = \frac{(C_{i1} - C_{f5})}{C_{i1}} = 99.837 \%$$

• **Tiempo de retención hidráulica**

Porosidad del material filtrante:

$$P_{go} = 0.446$$

Volumen del reactor:

$$V_{r1} = A_{f1} * h_{gt} = 6 \text{ m}^2 * 7 \text{ m} = 42 \text{ m}^3$$

$$T_{r1} = \frac{P_{go} * V_{r1}}{Q_d} = \frac{0.446 * 42 \text{ m}^3}{4.608 \text{ m}^3 * \text{hr}^{-1}} = 4.065 \text{ hr}$$

• **Calculo de la carrera de filtración**

Para una turbiedad inicial en el pre filtro:

$$T_{i2} = 99.368 \text{ UNT}$$

$$T_1 = \frac{10000 * h_{gt}}{(T_{i2} - T_{f5}) * v_{f1}} = 38.308 \text{ dias}$$

➤ **Determinación de las cotas del pre filtros de grava**

• **Elevación superior del pre filtro de grava:**

Nivel mínimo de agua en época de verano:

$$E_{c1} = 300 \text{ m}$$

Diferencia del nivel del agua:

$$\Delta h_{a1} = 0.20 \text{ m}$$

$$E_{c2} = E_{c1} - \Delta h_{a1} = 300 \text{ m} - 0.20 \text{ m} = 299.8 \text{ m}$$

- **Elevación inferior del pre filtro de grava:**

Altura del medio filtrante:

$$h_g = 1.20 \text{ m}$$

$$E_{c3} = E_{c2} - h_g = 299.8 \text{ m} - 1.20 \text{ m} = 298.6 \text{ m}$$

- **Elevación el terreno:**

Altura de gaviones:

$$h_{gav1} = 1.20 \text{ m}$$

$$E_{c4} = E_{c2} + h_{gav1} = 299.8 \text{ m} + 1.20 \text{ m} = 301 \text{ m}$$

- **Elevación superior de la capa impermeable o arcilla:**

Espesor de la capa de arcilla:

$$h_{ar} = 0.30 \text{ m}$$

$$E_{c5} = E_{c2} + h_{ar} = 299.8 \text{ m} + 0.30 \text{ m} = 300.1 \text{ m}$$

- **Elevación de la parte inferior de los gaviones:**

Altura de los gaviones:

$$h_{gav2} = 0.60 \text{ m}$$

$$E_{c6} = E_{c3} - h_{gav2} = 298.6 \text{ m} - 0.60 \text{ m} = 298 \text{ m}$$

- **Altura inicial del pre filtro:**

$$H_{fg1} = E_{c4} - E_{c3} = 301 \text{ m} - 298.6 = 2.4 \text{ m}$$

- **Altura final del pre filtro:**

Elevación final del pre filtro:

$$E_{t1} = 301.50 \text{ m}$$

$$H_{fg2} = E_{t1} - E_{c3} = 301.50 \text{ m} - 298.6 \text{ m} = 2.9 \text{ m}$$

- **Elevación inicial de la tubería de drenaje:**

Altura de instalación de la tubería:

$$h_{\phi 1} = 0.30 \text{ m}$$

$$E_{c7} = E_{c3} + h_{\phi 1} = 298.6 \text{ m} + 0.30 \text{ m} = 298.9 \text{ m}$$

- **Elevación de la tubería en la salida del pre filtro:**

Ancho del saco de cemento:

$$a_{sc1} = 0.47 \text{ m}$$

Separación del saco y el codo:

$$e_{\phi 1} = 0.20 \text{ m}$$

Pendiente de tubería:

$$S_{\phi 1} = 0.50 \%$$

Diámetro de la tubería recolectora:

$$d_{\phi 12} = 0.3 \text{ m}$$

Diámetro de la tubería de conducción:

$$d_{\phi 6} = 0.15 \text{ m}$$

Longitud de tubería:

$$l_{\phi 1} = B_f + a_{sc1} + e_{\phi 1} = 5 \text{ m} + 0.47 \text{ m} + 0.20 \text{ m} = 5.67 \text{ m}$$

$$E_{c8} = E_{c7} - l_{\phi 1} * S_{\phi 1} + \frac{(d_{\phi 12} - d_{\phi 6})}{2}$$

$$E_{c8} = 298.9 \text{ m} - 5.67 \text{ m} * 0.50\% + \frac{(0.3 \text{ m} - 0.15 \text{ m})}{2} = 298.947 \text{ m}$$

- **Elevación de la tubería a la entrada del pozo de bombeo:**

Longitud de la tubería:

$$l_{\phi 2} = 78.45 \text{ m}$$

$$E_{c9} = E_{c8} - l_{\phi 2} * S_{\phi 1} = 298.947 \text{ m} - 78.45 \text{ m} * 0.50\% = 298.555 \text{ m}$$

- **Elevación del fondo del pozo de bombeo:**

Diferencia de altura:

$$\Delta h_p = 0.604 \text{ m}$$

$$E_{c10} = E_{c9} - \Delta h_p = 298.555 \text{ m} - 0.604 \text{ m} = 297.951 \text{ m}$$

- **Elevación de tapa del pozo de bombeo:**

Elevación de terreno

$$E_{t3} = 302.75 \text{ m}$$

Altura del pozo al suelo:

$$\Delta h_{p2} = 1.50 \text{ m}$$

$$E_{c11} = E_{t3} + \Delta h_{p2} = 302.75 \text{ m} + 1.50 \text{ m} = 304.250 \text{ m}$$

- **Pérdida de carga en la tubería:**

Coeficiente de Hazen Williams:

$$C_1 = 150$$

$$h_{fl} = \frac{10.5486 * (Q_d * gal^{-1} * min)^{1.85} * l_{\phi 2}}{C_1^{1.85} * \left(\frac{d_{\phi 6}}{in}\right)^{4.87}} = 2.94 \times 10^{-3} \text{ m}$$

- **Elevación de nivel de agua en el pozo:**

$$E_{c12} = E_{c1} - h_{fl} = 300 \text{ m} - 2.94 \times 10^{-3} = 299.997 \text{ m}$$

- **Tirante de agua en el pozo de bombeo:**

$$h_a = E_{c12} - E_{c10} = 299.997 \text{ m} - 297.951 \text{ m} = 2.046 \text{ m}$$

- **Altura total del pozo de bombeo:**

$$H_p = E_{c11} - E_{c10} = 304.250 \text{ m} - 297.951 \text{ m} = 6.299 \text{ m}$$

- **Altura del pozo soterrado:**

$$h_s = E_{t3} - E_{c10} = 302.751 \text{ m} - 297.951 \text{ m} = 4.8 \text{ m}$$

4.5.4 Sistema operativo FUENTE-TANQUE

Tabla 9: Datos para el diseño de la bomba

Datos para el diseño de la bomba	
Cota del tanque =	423.5 msnm
NEA =	300 msnm
Nivel de bombeo =	296.9 msnm
Nivel de rebose =	425.734 msnm
Línea de impulsión =	7.85 m
Longitud de la Sarta =	10 m
Línea de conducción =	2233.63 m
$(Z_2 - Z_1) =$	128.834 m

➤ Propiedades del agua

$$T = 20 \text{ °C}$$

$$\rho = 998.2 \text{ Kg/m}^3$$

$$\mu = 0.001005 \text{ Pa*s}$$

➤ **Caudal de diseño**

Bombeo 10 años

$$CMD = 1.002084722 \text{ L/s}$$

$$T_b = 24 \text{ horas funcionales}$$

$$Q_d = 1.002084722 \text{ L/s} = 0.001002085 \text{ m}^3/\text{s}$$

Bombeo 20 años

$$CMD = 1.283256944 \text{ L/s}$$

$$T_b = 24 \text{ horas funcionales}$$

$$Q_d = 1.283256944 \text{ L/s} = 0.001283257 \text{ m}^3/\text{s}$$

➤ **Línea de impulsión**

Tabla 10: Accesorios de la línea de impulsión

Tubería de impulsión	Cantidad	K _m
Codo 90° de radio largo	1	0.31
Total		0.31

➤ **Diámetros económicos**

$$D = 0.9(Q)^{0.45}$$

$$D_{10} = 0.9 \left(0.001002085 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right)^{0.45} = 0.040239216 \text{ m} = 1.584221092 \text{ pulg}$$

$$D_{20} = 0.9 \left(0.001283257 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right)^{0.45} = 0.044976291 \text{ m} = 1.770720125 \text{ pulg}$$

Tabla 11: Pérdidas en la línea de impulsión

Línea de impulsión			
	10 años	20 años	
Material	PVC	PVC	Unidades
K_s =	0.0000015	0.0000015	m
D =	0.05321	0.05321	m
L =	7.85	7.85	m
∑K_m =	0.31	0.31	adim
V =	0.4506	0.5771	m/s
h_m =	0.0032	0.0053	m
Re =	23816.2184	30498.7463	adim
f_{prueba} =	0.0249	0.0235	adim
f =	0.0249	0.0235	adim
Error =	0%	0%	
h_f =	0.0380	0.0588	m
h_T =	0.0412	0.0640	m
H_T/L =	0.52%	0.82%	

Nota: Por normativa, las pérdidas no pueden ser mayor al 5% de la altura de la línea de impulsión.

➤ **Línea de sarta**

Tabla 12: Accesorios de la sarta

Sarta de bombeo	Cantidad	K_m
Medidor	1	2.5
Válvula de retención	1	1.71
Tee en pase directo	1	0.34
Válvula de compuerta	1	0.14
Unión flexible tipo desser	2	0.3
Codo 45°	2	0.45
Total		5.44

Tabla 13: Pérdidas en la sarta

Sarta			
	10 años	20 años	
Material	Ac CED40	Ac CED40	Unidades
K_s =	0.000046	0.000046	m
D =	0.0525	0.0525	m
L =	10.00	10.00	m
∑K_m =	5.44	5.44	adim
V =	0.4629	0.5928	m/s
h_m =	0.0594	0.0974	m
Re =	24138.3044	30911.2055	adim
f_{prueba} =	0.0248	0.0234	adim
f =	0.0248	0.0234	adim
Error =	0%	0%	
h_f =	0.0516	0.0798	m
h_T =	0.1110	0.1772	m

➤ **Línea de conducción**

Para el cálculo se hizo uso de la ecuación de Darcy - Weisbach en conjunto con la ecuación de Colebrook - White.

- Pérdidas por fricción (Darcy - Weisbach)

$$h_f = f \frac{L V^2}{D 2g}$$

- Factor de fricción (Colebrook - White):

$$f = \left[-2 \log_{10} \left(\frac{k_s}{3.7D} + \frac{2.51\pi\mu D}{4\rho Q\sqrt{f}} \right) \right]^{-2}$$

- Pérdidas por accesorios

$$h_m = \sum K_m \frac{V^2}{2g}$$

Tabla 14: Pérdidas en línea de conducción

Línea de conducción			
	10 años	20 años	
Material	PVC	PVC	Unidades
$K_s =$	0.0000015	0.0000015	m
$D =$	0.05321	0.05321	m
$L =$	2223.63	2223.63	m
$\sum K_m =$	0.9	0.9	adim
$V =$	0.4506	0.5771	m/s
$h_m =$	0.0093	0.0153	m
$Re =$	23816.2184	30498.7463	adim
$f_{prueba} =$	0.0249	0.0235	adim
$f =$	0.0249	0.0235	adim
Error =	0%	0%	
$h_f =$	10.7598	16.6476	m
$h_T =$	10.7691	16.6629	m

➤ **Pérdidas totales de la tubería**

$$h_T = \sum h_f + \sum h_m$$

Tabla 15: Pérdidas en el sistema (10 Años)

Resumen de cálculo de pérdidas en el sistema (10 Años)				
Pérdida	Impulsión	Sarta	Conducción	Unidades
$h_m =$	0.0032	0.0594	0.0093	m
$h_f =$	0.0380	0.0516	10.7598	m
$h_T =$	0.0412	0.1110	10.7691	m
$\sum h_T =$	10.9213			m

Tabla 16: Pérdidas en el sistema (20 Años)

Resumen de cálculo de pérdidas en el sistema (20 Años)				
Pérdida	Impulsión	Sarta	Conducción	Unidades
$h_m =$	0.0053	0.0974	0.0153	m
$h_f =$	0.0588	0.0798	16.6476	m
$h_T =$	0.0640	0.1772	16.6629	m
$\sum h_T =$	16.9042			m

➤ **Potencia requerida**

Se calcularon dos potencias teóricas, la primera potencia teórica corresponde al equipo de bombeo que funcionara los primeros diez años y la segunda potencia teórica para los últimos diez años del periodo de diseño.

Se usó un factor de 1,15 para calcular los HP del motor en base a los HP de la bomba. Este factor cubre ampliamente las pérdidas mecánicas por fricción en el eje y cabezal de descarga de la bomba.

- Carga total dinámica (CTD)

$$CTD = (Z_1 - Z_2) + \sum h_T$$

- Potencia requerida

$$P_{(HP)} = \frac{\rho g Q_d CTD}{765.4 \eta_T}$$

Tabla 17: Energía y potencia de la bomba (10 años)

CTD =	139.7553	m
Potencia de la bomba =	2.452075	Hp
Potencia del motor =	2.819886	Hp

Tabla 18: Energía y potencia de la bomba (20 años)

CTD =	145.7382	m
Potencia de la bomba =	3.274523	Hp
Potencia del motor =	3.765701	Hp

➤ **Selección de equipo de bombeo**

Se realizó la selección de dos bombas con una curva de rendimiento de los catálogos de bombas sumergibles Franklin Electric tomando en cuenta la carga total dinámica, caudal en GPM.

Para obtener la curva resistente del sistema se evaluaron varios caudales para obtener la energía necesaria para mover cada caudal. Se hizo el procedimiento para 10 y 20 años del periodo de diseño. Ver cálculos en anexo 6.

Una vez obtenida la curva características del equipo de bombeo y la curva resistente del sistema se interceptan para obtener el punto de operación de las dos bombas.

Tabla 19: Rango de operación de la bomba (10 Años)

GPM	HP	Flujo (Caudal)										
		LPM	11.4	19	26.6	38	57	76	95	114	152	190
		GPM	3	5	7	10	15	20	25	30	40	50
		Carga en metros										
20	3			176	170	167	152	123	90			

Ver más detalles de la curva característica facilitada por el proveedor de la bomba en anexo 5.

Figura 7: Curva característica del equipo de bombeo (10 años)

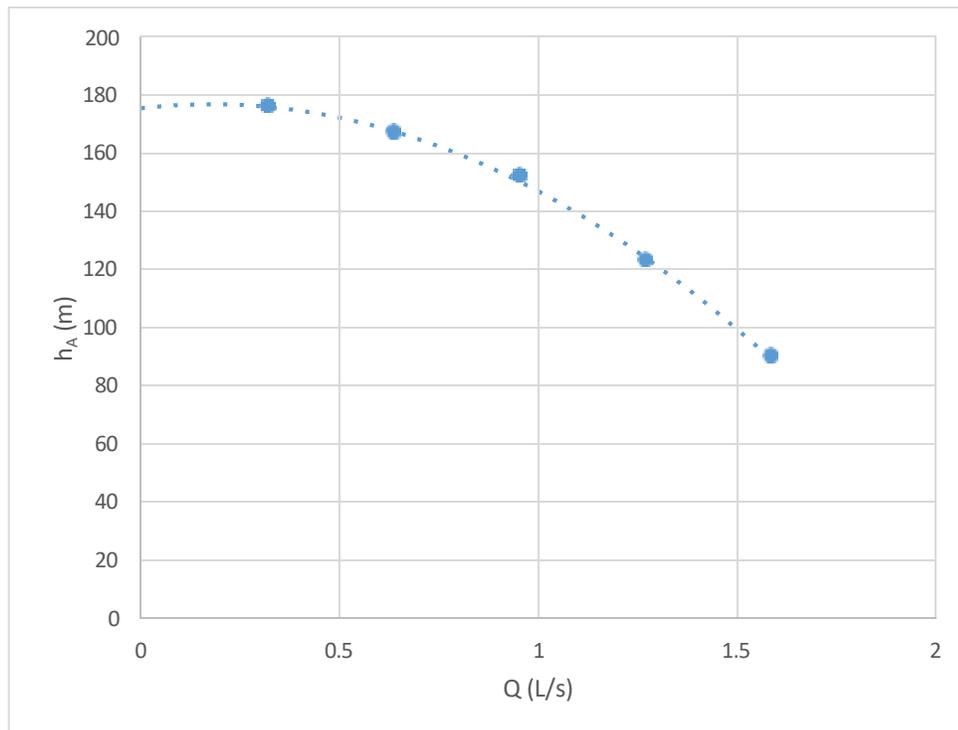


Figura 8: Curva resistente del sistema (10 años)

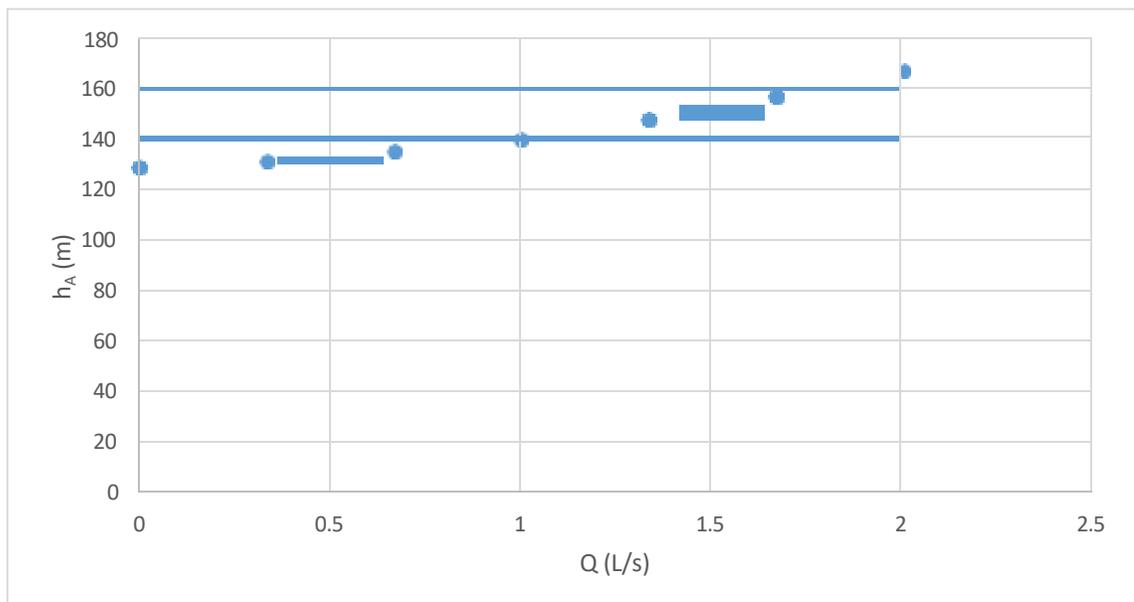


Figura 9: Punto de operación del sistema (10 años)

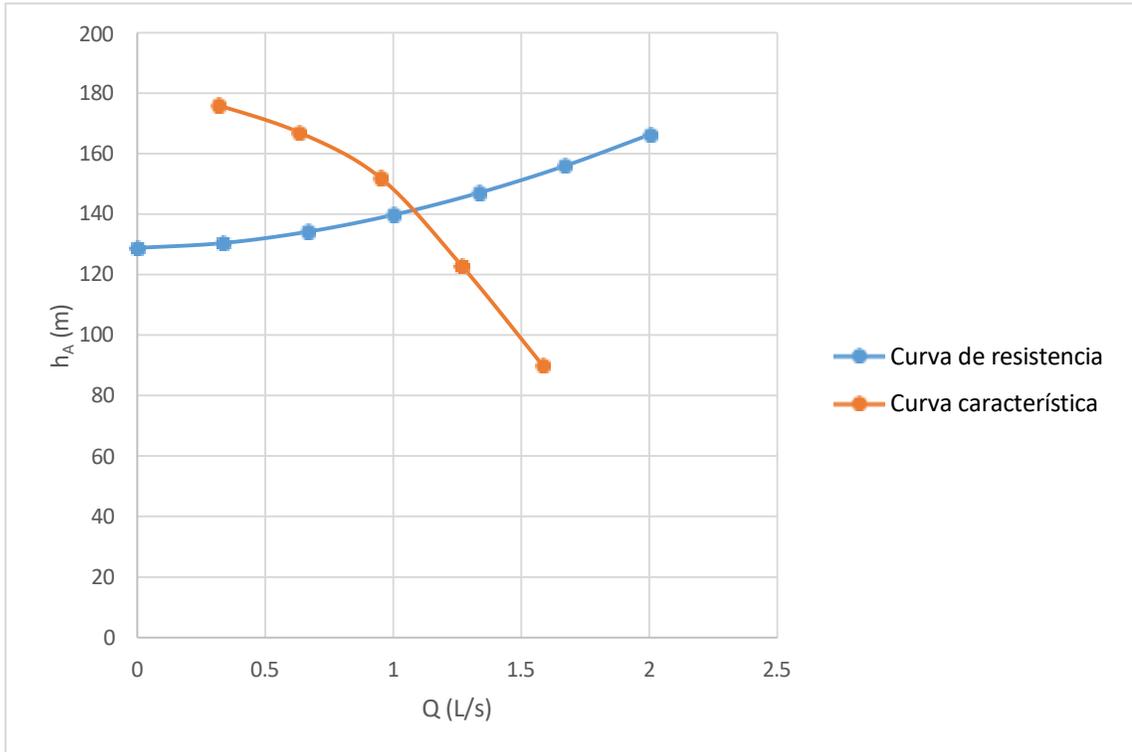


Tabla 20: Rango de operación de la bomba (20 Años)

GPM	HP	Flujo (Caudal)										
		LPM	11.4	19	26.6	38	57	76	95	114	152	190
		GPM	3	5	7	10	15	20	25	30	40	50
		Carga en metros										
25	5					245	240	213	134	128		

Ver más detalles de la curva característica facilitada por el proveedor de la bomba en anexo 5.

Figura 10: Curva característica del equipo de bombeo (20 años)

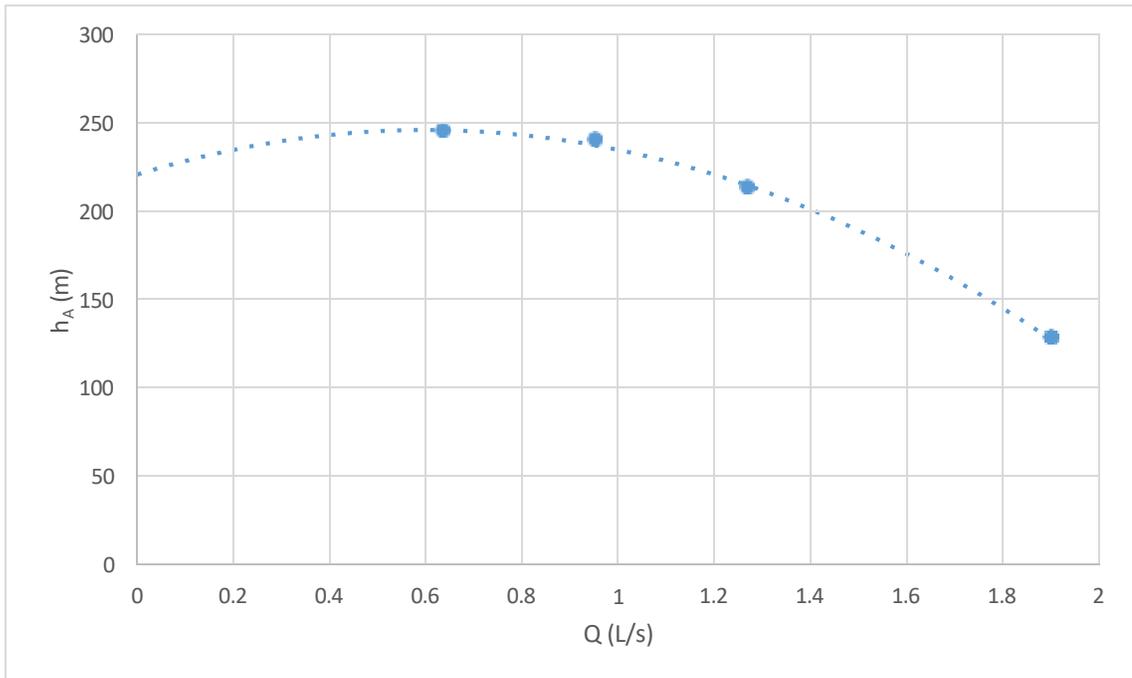


Figura 11: Curva resistente del sistema (20 años)

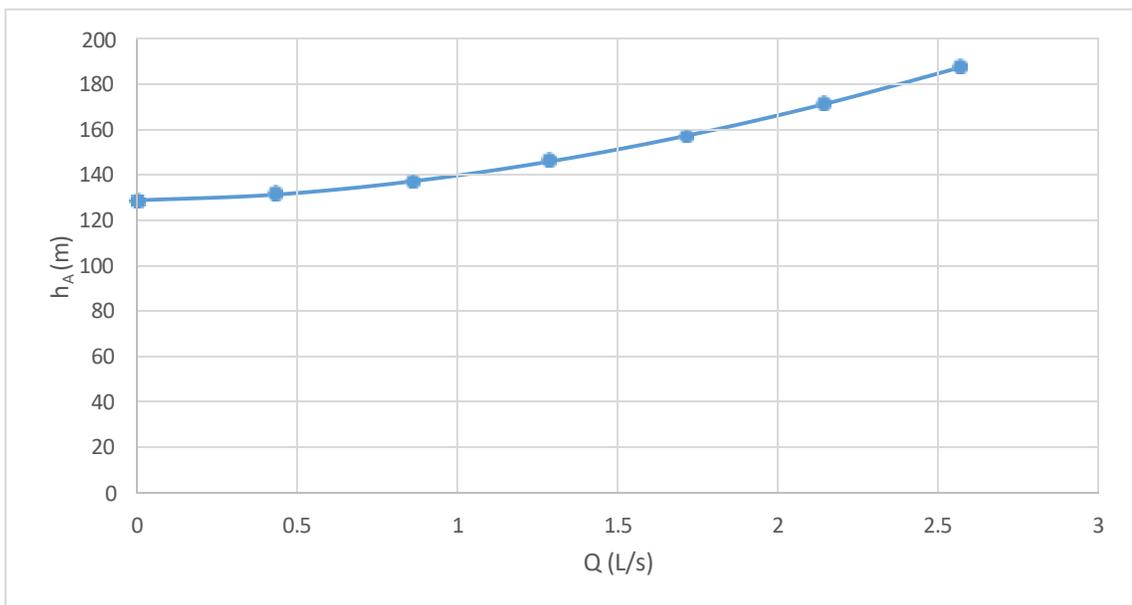
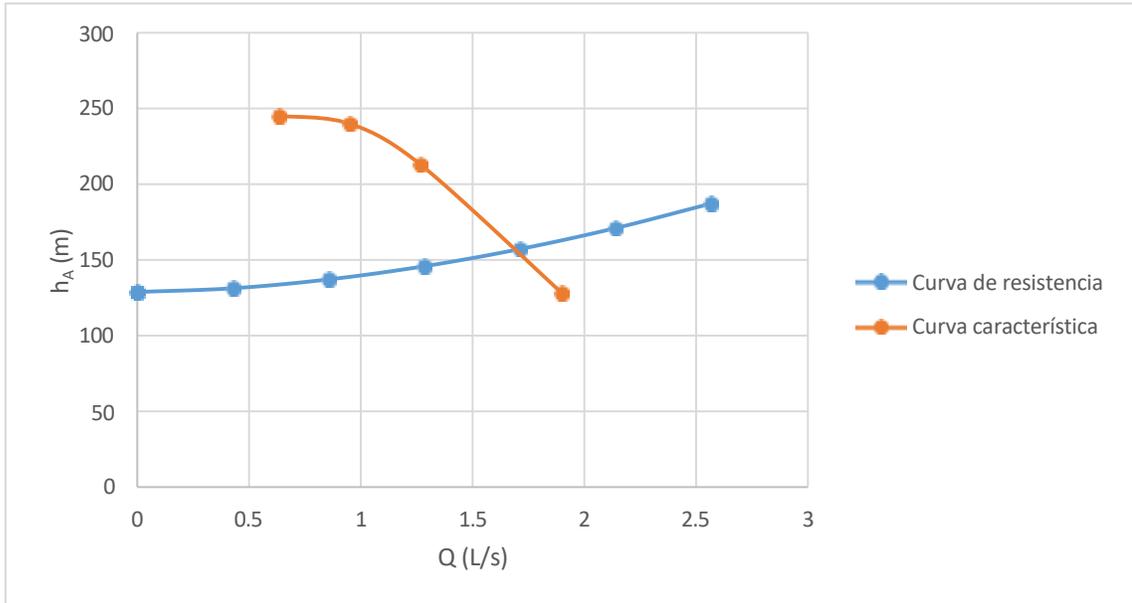


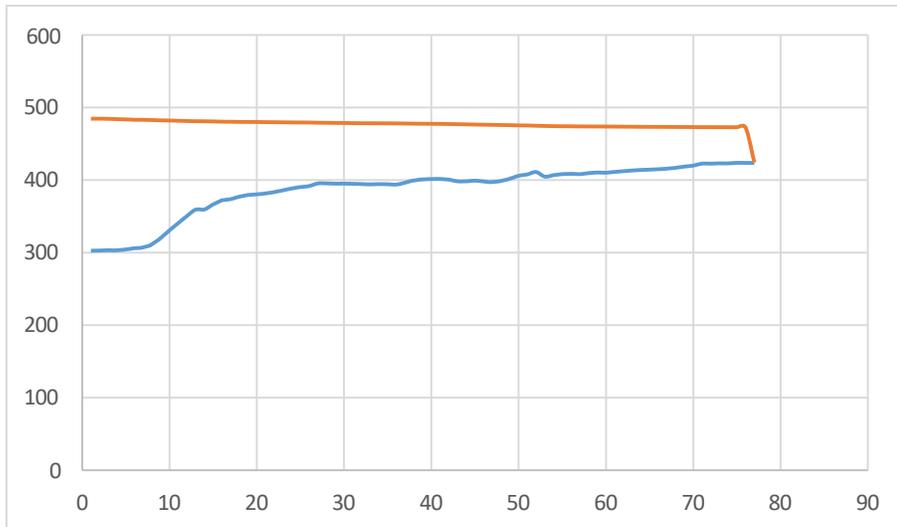
Figura 12: Punto de operación del sistema (20 años)



➤ **Línea del gradiente piezométrico**

Con los datos obtenidos de EPANET se verificó que la línea de gradiente piezométrico no intercepte la tubería en ningún punto a lo largo del alineamiento de la línea de conducción (la tubería).

Figura 13: Línea del gradiente piezométrico



4.5.5 Golpe de ariete

- **Cálculo de la velocidad o celeridad de la onda de choque**

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k \frac{d_{tub}}{e}}}$$

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 20 \frac{0.05321 m}{0.00356 m}}} = 531.28 \frac{m}{s}$$

- **Cálculo de la máxima onda de presión en la tubería**

$$h_a = \frac{4Q_b * C}{\pi d^2 * g}$$

$$h_a = \frac{4 (0.00128 \frac{m^3}{s}) (531.28 \frac{m}{s})}{\pi (0.05321 m)^2 (9.81 \frac{m}{s^2})} = 31.25 m$$

- **Cálculo de la sobrepresión en las paredes de la tubería**

$$S_{p1} = (E_2 - E_1) + h_a$$

$$S_{p1} = (425.73 msnm - 296.90 msnm) + 31.25 m = 160.09 m$$

- **Resistencia de la tubería**

$$P_{t1} = f * P_n$$

$$P_{t1} = 0.95 * 176.00 mca = 167.20 mca$$

- **Análisis de la condición**

$$P_{t1} > S_{p1}$$

$$167.20 mca > 160.09 mca$$

4.5.6 Tanque de almacenamiento

➤ **Cálculo del volumen del tanque**

Volumen compensador = 25% (CPD + P)

Volumen de reserva = 15% (CPD)

Tabla 21: Volumen del tanque

Volumen del tanque	
Volumen compensador =	19.31885 m ³
Volumen de reserva =	10.0794 m ³
Volumen total =	29.39825 m ³

Tabla 22: Dimensiones del tanque

Tanques circulares	
Altura del tanque =	2.655016354 m
Diámetro =	3.754760137 m
Área del tanque =	11 m ²

4.5.7 Planta de tratamiento

➤ **Datos de diseño**

Caudal nominal: 4.32 mts³/hr

Velocidad de filtrado: 11.16 mts/hr

Área de filtración: 0.387 mts²

Presión mínima Operación requerida: 40 PSI

Presión máxima Operación requerida: 85 PSI

➤ **Componentes del sistema**

Tabla 23: Componentes del sistema de la planta de tratamiento

Componente	Cantidad
Dosificador de químicos bomba peristáltica con repuesto de manguera	3
Pre filtros de grava y antracita de 16" de diámetro Modelo F610	2
Filtros altos con turbidex de 16" de diámetro modelo F6016	3
Filtros altos con Green Sand Plus de 16" de diámetro modelo F6016	2
Manifolds de acople IN/OUT en 2" hierro con pintura epoxica	1
Válvula de aire 1"	3
Válvula de alivio de presión 1"	1
Válvula de control de flujo de lavado 2"	3
Válvulas de retro lavado (3 vías diafragma) 2"x2" plásticas	7
Válvula Limitadora de caudal 2"	1
Medidor Woltman 2"	1
Talgil filtron +8 solenoides control automático y manual	1
Grava + Antracita	4 ft3
Turbidex (medio filtrante 3ra generación)	12 ft3
Green Sand Plus ½ ft3	16 bolsas de ½ ft3
Grava Soporte	4 ft3

➤ **Dimensiones y especificaciones generales de los principales equipos que componen el sistema de tratamiento**

- **Bombas Dosificadoras para Hipoclorito de Sodio/Calcio y Sulfato de Aluminio**

Estos dosificadores marcan Stenner van a inyectar los Productos Químicos necesarios para la Coagulación/Floculación y desinfección final del agua tratada.

Tabla 24: Bombas Dosificadoras para Hipoclorito de Sodio/Calcio y Sulfato de Aluminio

Marca: Stenner- USA	
Modelo:	
Diámetro de Acople:	3/8"
Caudal de operación:	30 GPD
Presión mínima de operación:	25 PSI
Presión máxima de operación:	80 PSI

- **Pre-Filtros, Tanques F610**

El Sistema de Filtración Gruesa está compuesto por 3 filtros de Acero St 37-2 pretratado con fosfato y revestimiento con poliéster, Manifolds Acero St 37-2, tendrán como medio filtrante Antracita + Grava Soporte 1.65x2.00 mm, operando de acuerdo con los siguientes parámetros:

Tabla 25: Pre-Filtros, Tanques F610

Marca: YAMIT-ISRAEL	
Modelo:	F610
Diámetro de Acople:	2"
Caudal de operación:	*2.16mts ³ /hr por Tanque. Total—>4.32 mts ³ /hr
Presión mínima de operación:	2 bar
Presión máxima de operación:	8 bar
Medio Filtrante:	Antracita + Grava Soporte 1.65-2.00 mm

- **Filtración Fina, Tanques F6016 HM**

El Sistema de Filtración Fina está compuesto por 3 filtros de Acero St 37-2 pretratado con fosfato y revestimiento con poliéster, Manifolds Acero St 37-2, tendrán como medio filtrante Turbidex, operando de acuerdo con los siguientes parámetros:

Tabla 26: Filtración Fina, Tanques F6016 HM

Marca: YAMIT-ISRAEL	
Modelo:	F6016HM
Diámetro de Acople:	2"
Caudal de operación:	*1.44 mts ³ /h por Tanque. Total→4.32 mts ³ /h
Presión mínima y máxima de operación:	2 - 8 bar
Área efectiva de filtración:	0.387 mts ²
Medio Filtrante:	Turbidex

- **Filtración Con Medio Oxidante Tanques F6016 HM**

El Sistema de Filtración Fina está compuesto por 2 filtros de Acero St 37-2 pretratado con fosfato y revestimiento con poliéster, Manifolds Acero St 37-2, tendrán como medio filtrante Green Sand Plus, operando de acuerdo con los siguientes parámetros:

Tabla 27: Filtración Con Medio Oxidante Tanques F6016 HM

Marca: YAMIT-ISRAEL	
Modelo:	F6016HM
Caudal de operación:	*2.16 mts ³ /h por Tanque. (9.5 gpm) Velocidad de filtración recomendada por fabricante: 2-12 gpm/ft ² Velocidad de filtración de operación=9.5 gpm/1.39 ft ² =6.8 gpm/ft ²
Presión mínima y máxima de operación:	2 - 8 bar
Área efectiva de filtración:	0.25 mts ² =2.69 ft ²
Medio Filtrante:	Green Sand Plus

- **Válvulas Hidráulicas de Control de Filtros-3 vías**

Válvulas DOROT de 3 vías, accionadas por medio de solenoides., permiten el paso del agua cruda para el proceso de Filtrado y Retro lavado (Pre Filtros y Filtros

Finos), esta válvula asegura una operación a largo plazo, sin problemas de mantenimiento.

Tabla 28: Válvulas Hidráulicas de Control de Filtros-3 vías

Marca: Rafael-ISRAEL	
Modelo:	58
Diámetro de Acople:	2"x2"x2" Vítallic
Material:	Plástico
Presión de operación mínima y máxima:	1 bar y 10 bar

- **Válvulas de Aire D-040 BARAK**

Las Válvulas de Aire reducen los cambios bruscos de presión en las tuberías de alimentación a los Tanques.

Tabla 29: Válvulas de Aire D-040 BARAK

Marca: BARAK-ISRAEL	
Modelo:	D-040
Diámetro de Acople:	25 mm
Material:	Nylon Reforzado y Polipropileno
Presión de operación mínima y máxima:	0.2 bar y 10 bar

- **Solenoides**

Son 8 válvulas solenoides instaladas en PLC- para c/u de las Válvulas de 3 vías, estos solenoides actúan por diferencial de presión (DP) durante el proceso de lavado para accionar las válvulas de 3 vías y que cambien de posición, ya sea modo filtración o Retro lavado de Filtros.

Tabla 30: Solenoides

Marca: GEM-SOL	
Modelo:	GALSOL AC
Corriente:	DC
Voltaje:	24 volts
Potencia:	10 Watt

- **Medidor de Caudal-Woltman**

El Medidor de Caudal es un medidor de agua de transmisión magnética, está constituido por un medidor de turbina vertical tipo Woltman.

Tabla 31: Medidor de Caudal-Woltman

Marca: DOROT-ISRAEL	
Modelo:	Tipo Woltman
Diámetro de Acople:	2"
Material:	Hierro Fundido
Lectura-Caudal:	mts3

- **Válvula de Mariposa 4"**

Válvula de Mariposa accionada de forma manual para el control de flujo-entrada a PTAP.

Tabla 32: Válvula de Mariposa 4"

Marca: Genebre	
Diámetro de Acople:	2"
Operador:	Palanca
Materiales Cuerpo, Asiento, Vástago y Disco:	Hierro Fundido Ductil ASTM A 536, EPDM, Acero Inox, Nylon 11 Reforzado ASTM A 536 Gr.65-45-12
Presión de operación mínima y máxima:	0.1 bar - 8 bar

- **Válvula Control Flujo de Retro lavado**

Tabla 33: Válvula Control Flujo de Retro lavado

Marca: Rafael	
Modelo:	47FR3"FL
Diámetro de Acople:	2"
Material:	Plástico
Presión de operación mínima y máxima:	6 bar

- **Válvula Sostenedora de Presión**

Tabla 34: Válvula Sostenedora de Presión

Marca: Rafael	
Modelo:	47 4" F
Diámetro de Acople:	2"
Material:	Hierro Fundido
Presión de operación mínima y máxima:	6 bar

- **Panel de Control Automatizado PLC Filtron (con batería o alimentación 120V)**

El Sistema de Control y Operación (PLC)+DP será para el control de Pre Filtros y Filtros Fino 120 V, 12/24 DC, estará capacitado para operar PTAP de forma manual y automática las siguientes actividades:

- Activación de Retro lavado por Diferencial de presión DP.
- Control directo de válvulas hidráulicas -3 vías.
- Opción de retro lavados manuales en Pre Filtros y Filtros Finos.

4.5.8 Dosis de cloro

Datos		
Temperatura del agua	24	°C
Concentración de amonio (NH_3)	0.28	mg/L
Concentración de hierro (Fe^{2+})	0.229	mg/L
Concentración de Manganeso (Mn^{2+})	0.02	mg/L
Concentración de patógenos en el afluente	2.20E+03	NMP/100mL
Tiempo de contacto	30	min
Cloro residual	1	mg/L

Remoción de amonio	4.21	$\frac{mg}{L} Ca(OCl)_2$
Remoción de Hierro	2.58	$\frac{mg}{L} Ca(OCl)_2$
Remoción de Manganeseo	2.6	$\frac{mg}{L} Ca(OCl)_2$
K_{20}	0.1	
θ	0.07	

➤ **Determinación de la dosis de cloro**

Dosis de cloro para remoción de amonio	4.21	$\frac{mg}{L} Ca(OCl)_2$	0.28	$\frac{mg}{L} NH_3$	1.1788	$\frac{mg}{L} Ca(OCl)_2$
	1	$\frac{mg}{L} NH_3$				
Dosis de cloro para remoción de Hierro	2.58	$\frac{mg}{L} Ca(OCl)_2$	0.229	$\frac{mg}{L} Fe^{2+}$	0.59082	$\frac{mg}{L} Ca(OCl)_2$
	1	$\frac{mg}{L} Fe^{2+}$				
Dosis de cloro para remoción de Manganeseo	2.6	$\frac{mg}{L} Ca(OCl)_2$	0.02	$\frac{mg}{L} Mn^{2+}$	0.052	$\frac{mg}{L} Ca(OCl)_2$
	1	$\frac{mg}{L} Mn^{2+}$				

Dosis de cloro para remoción de Compuestos	1.82162	$\frac{mg}{L} Ca(OCl)_2$
--	---------	--------------------------

➤ **Determinación de la dosis de cloro para remoción de microorganismos**

- **Cálculo de la concentración de los microorganismos en el efluente**

Valores de eliminación de registros

Un LRV de 1 es equivalente al 90.00% de remoción de un patógeno objetivo.

Un LRV de 2 es equivalente al 99.00% de remoción de un patógeno objetivo.

Un LRV de 3 es equivalente al 99.90% de remoción de un patógeno objetivo.

LRV seleccionado	3	99.99%
------------------	---	--------

$$\text{Concentración de microorganismos en el efluente} = \left(\frac{\text{Concentración de microorganismos en el afluente}}{10^{LRV}} \right)$$

Concentración de microorganismos en el efluente	2.2	NMP/100mL
---	-----	-----------

- **Cálculo de la velocidad cinética del cloro en el agua (K)**

$$K = K_{20} * (1 + \theta)^{(T-20)}$$

K =	0.131079601	min-1
-----	-------------	-------

- **Cálculo de la concentración de desinfectante**

$\frac{(\log \frac{N}{N_0})}{-Kt} = C^n$	0.762895212	$\frac{mg}{L} Ca(OCl)_2$
--	-------------	--------------------------

- **Calcular la dosis de cloro total que demanda el sistema para a desinfección del agua**

$$Dosis = \sum[Ca(OCl)_2] = D_{componentes} + D_{R \text{ microorganismos}} + D_{cloro \text{ residual}}$$

$\sum[Ca(OCl)_2]$	3.6	mg/L
-------------------	-----	------

4.6 Análisis hidráulicos en EPANET

Efectuamos el uso de EPANET para realizar seguimiento de la evolución de los caudales en las tuberías, las presiones en los nudos, los niveles en los depósitos y velocidades permisibles en la red, utilizando el sistema Fuente - Tanque - Red logrando obtener resultados satisfactorios.

4.6.1 Presiones del sistema (sin consumo)

Según los resultados de la modelación en EPANET para la condición sin consumo en la red, la mayor presión se presentó en el nodo 134 (57 64 250 metros) y la mínima se da en el nodo 85 (6.96 m > 5.00 m), según lo establecido en la norma NTON 09 007-19, pág. 47.

Según los resultados de la modelación en EPANET para la condición para la condición más crítica de consumo (CMH) EN LA RED, la mayor presión se presentó en el nodo 134 (54.9 2 2.50 metros) y la mínima se da en el nodo 85 (6.14 m > 5.00 m) según lo establecido en la norma NTON 09 007-19, pág. 47

Tomando en cuenta los análisis hidráulicos, se confirma que el sistema operativo propuesto es el más económico. Su tiempo de bombeo de bombeo es de 16 horas y agregando la carga de impulsión proporcionada por medio de la bomba es estable según los requerimientos de la normativa, así mismo, tiene una altura recomendada el tanque para la comunidad el "El Chaparral,

Siguiendo con los informes arrojados por EPANET las velocidades en la mayoría de los tramos cumplen con lo establecido manteniendo las velocidades con valores mínimos de 0.5 m/s, sin embargo, algunos tramos e incumplen de conducción y tramos finales del sistema (por lo que son puntos colocarán válvulas de limpieza para cumplir con el necesario.

Figura 14: Perfil longitudinal de presión sin consumo (tramo 8)

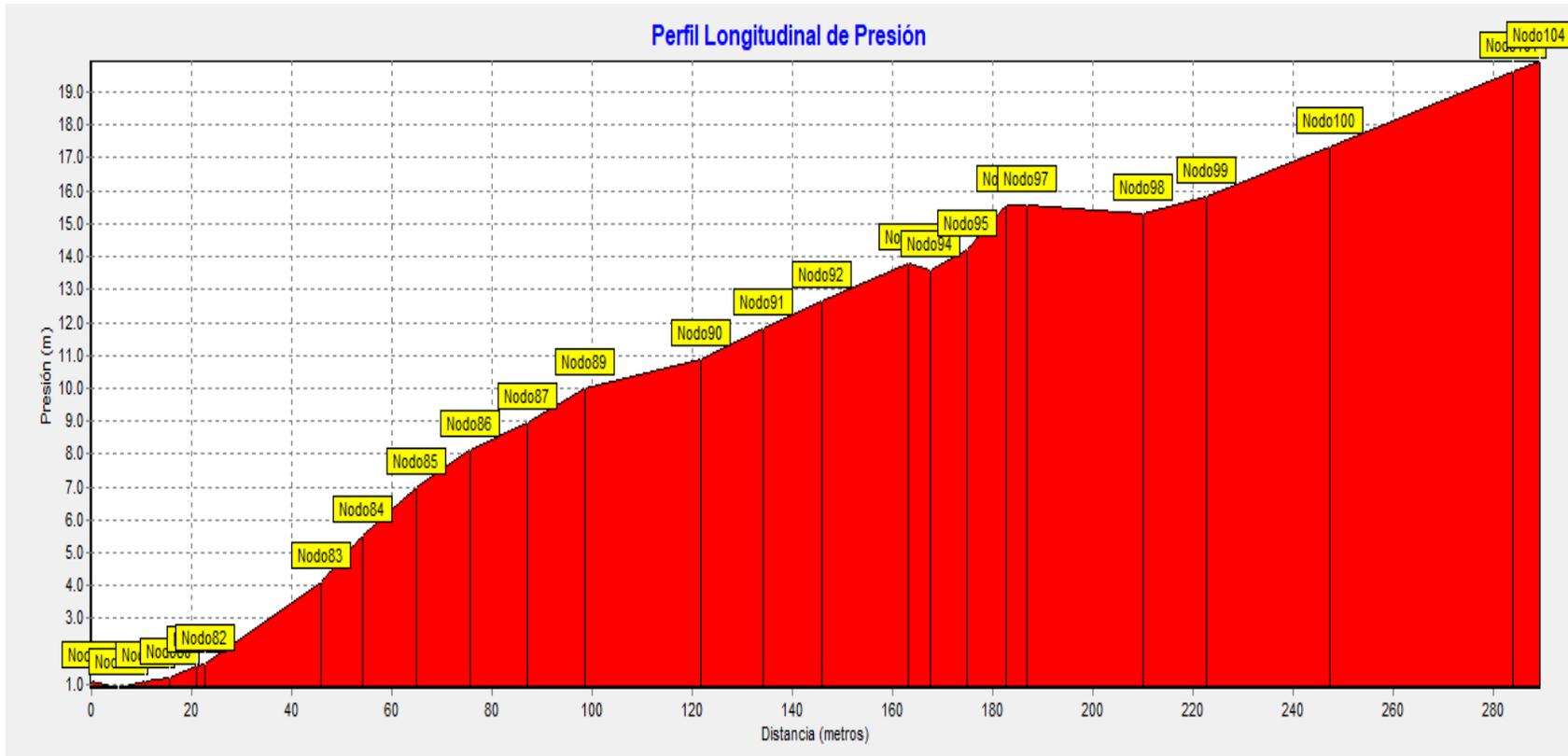


Figura 15: Perfil longitudinal de presión sin consumo (tramo 9)

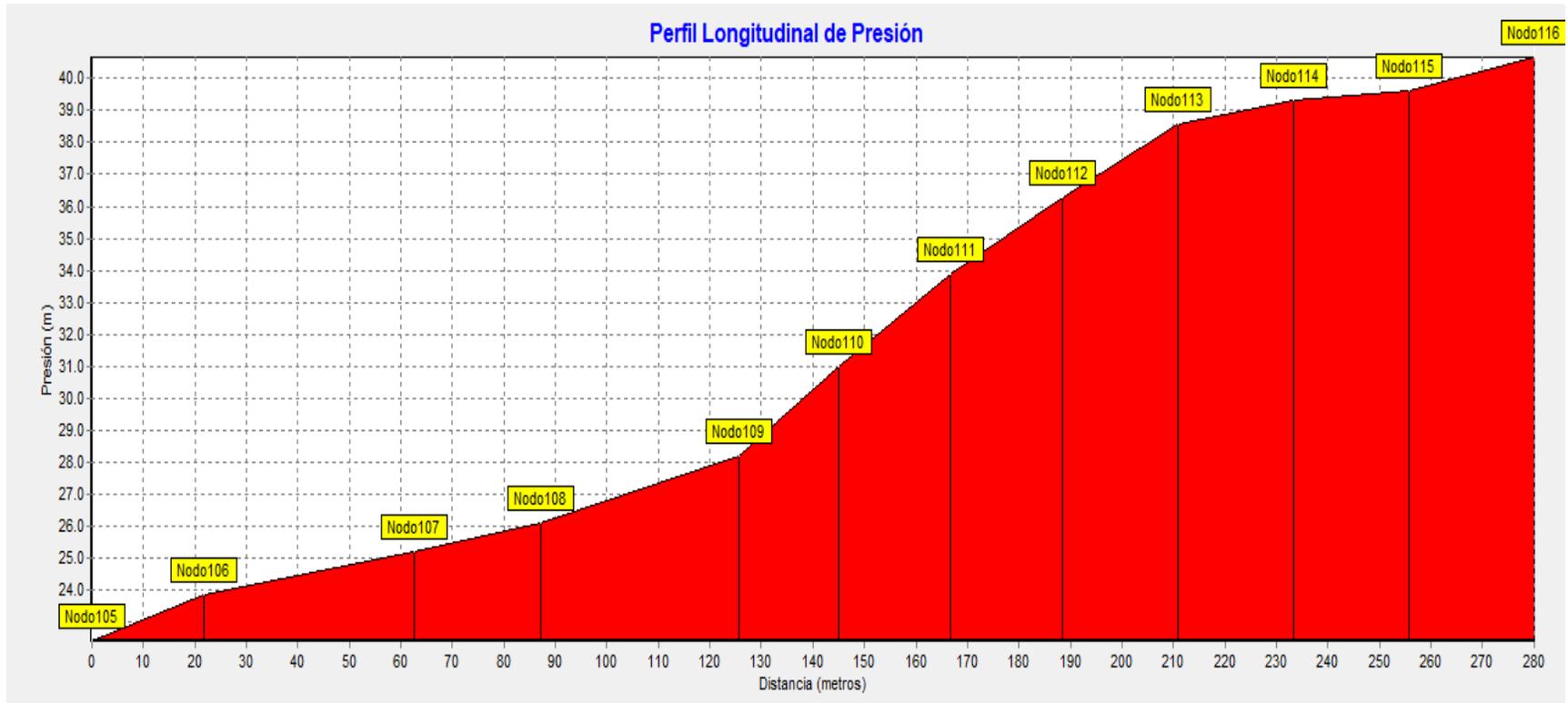


Figura 16: Perfil longitudinal de presión sin consumo (tramo 10)

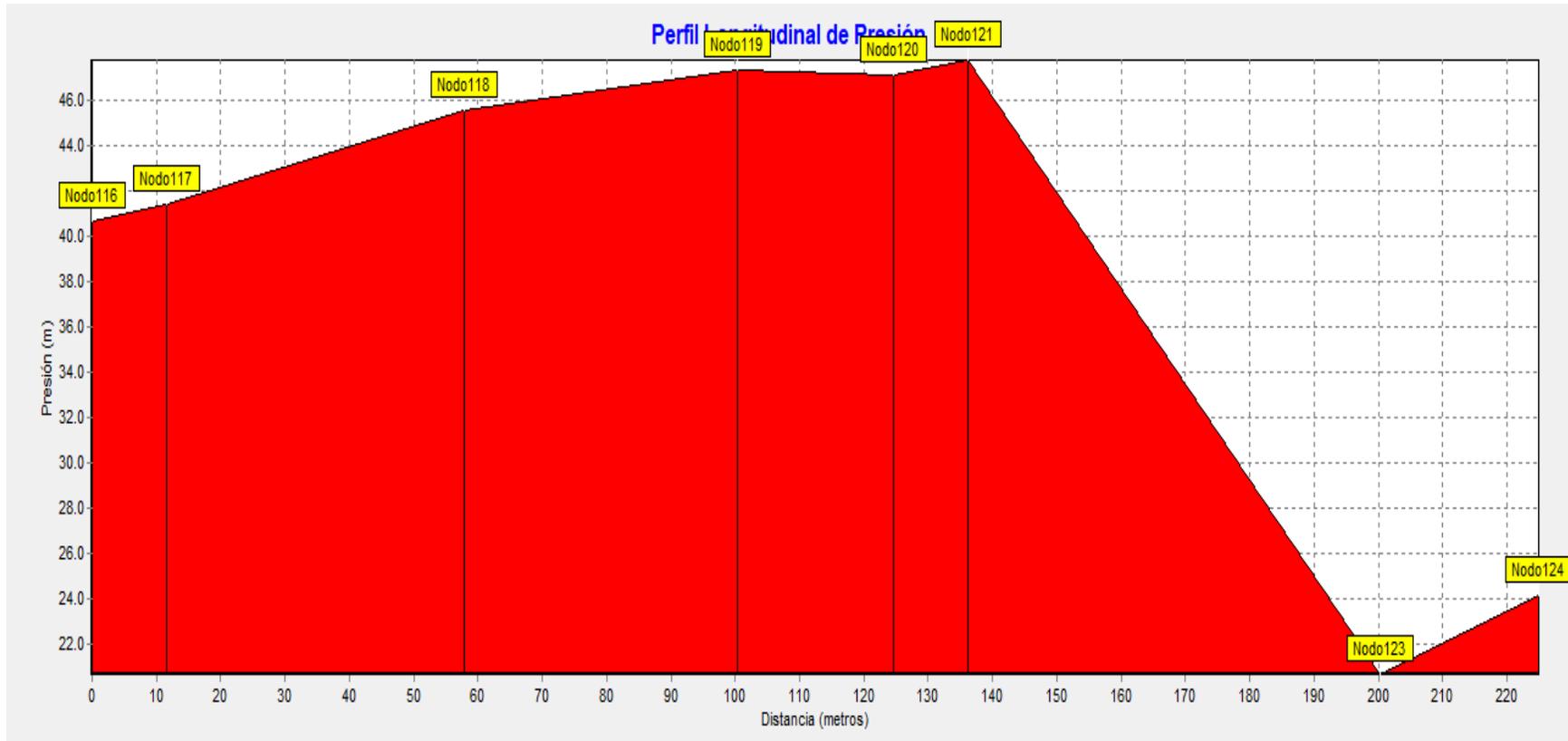


Figura 17: Perfil longitudinal de presión sin consumo (tramo 11)

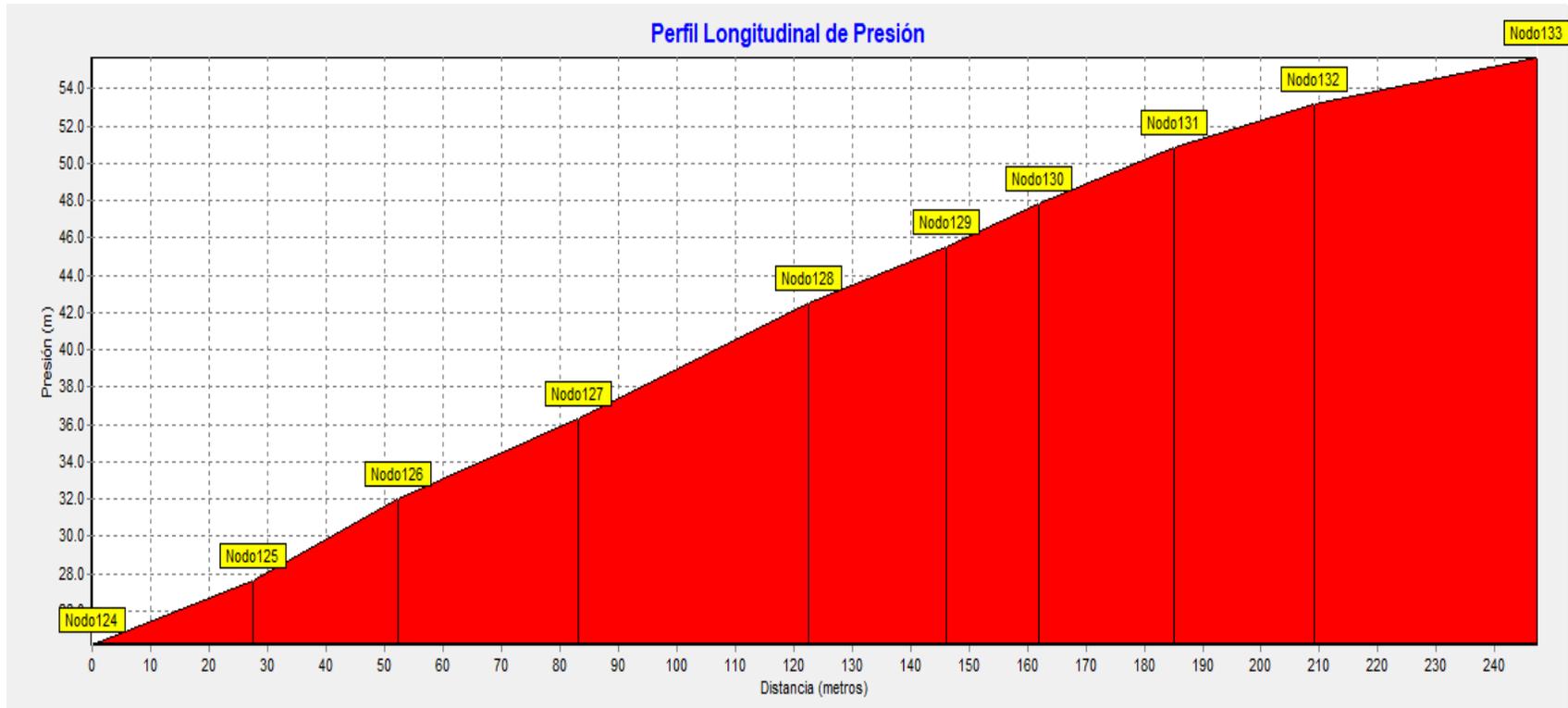


Figura 18: Perfil longitudinal de presión sin consumo (tramo 12)

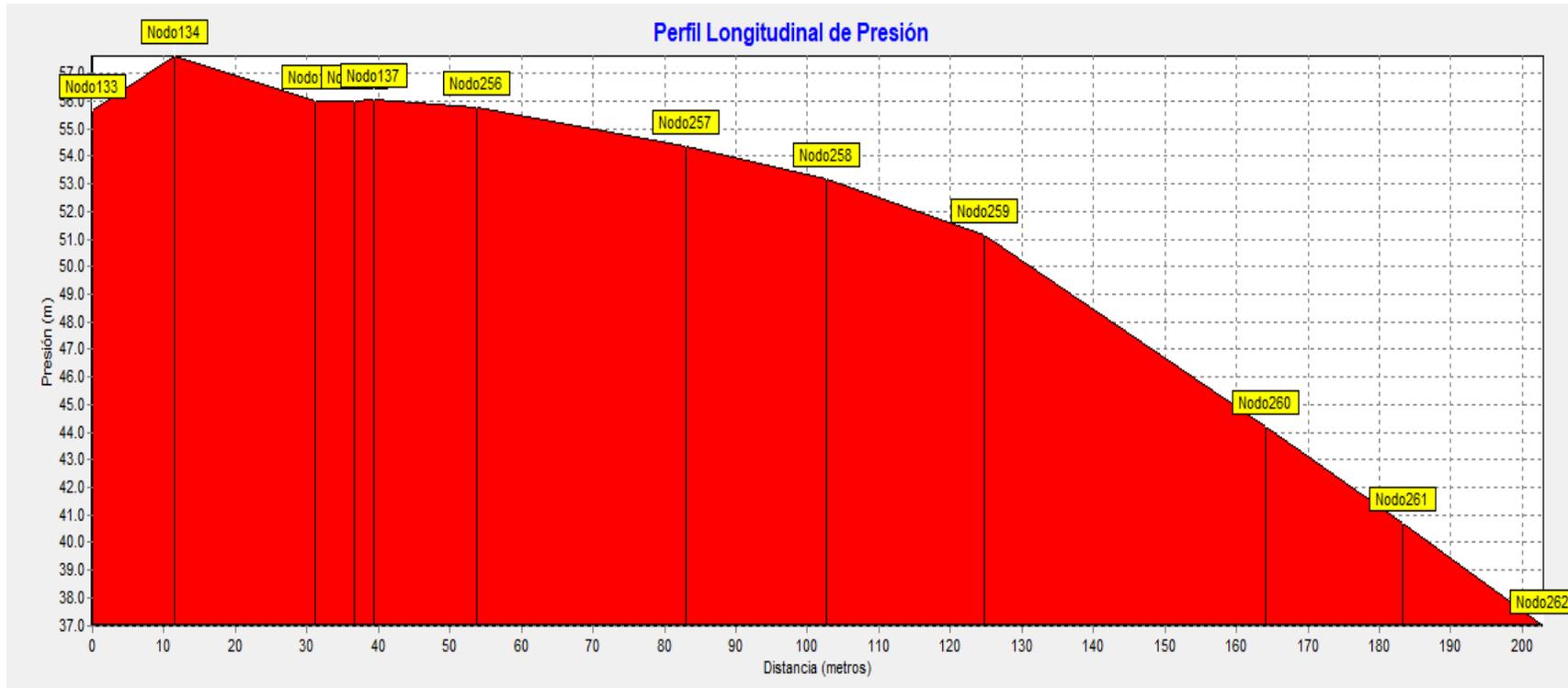


Figura 19: Perfil longitudinal de presión sin consumo (tramo 13)

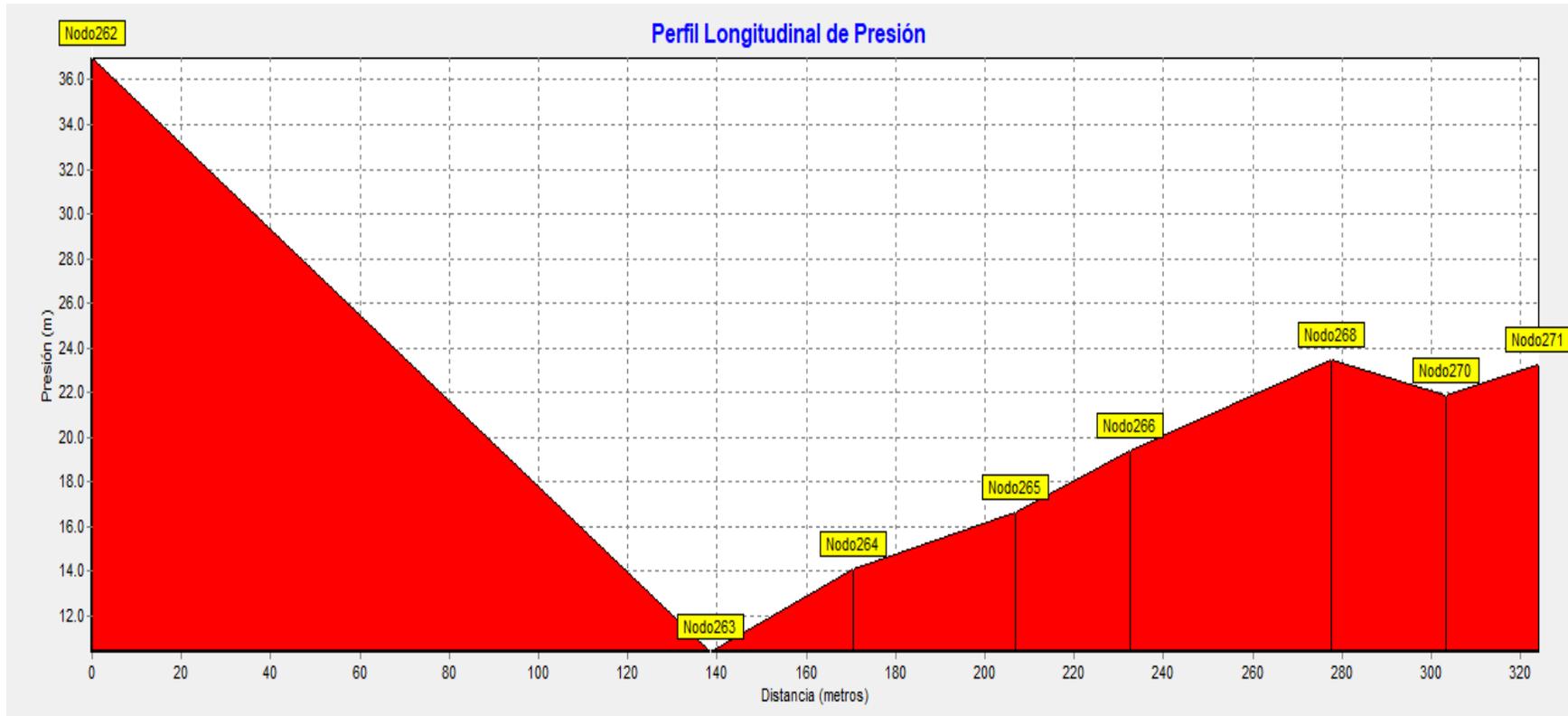


Figura 20: Perfil longitudinal de presión sin consumo (tramo 14)

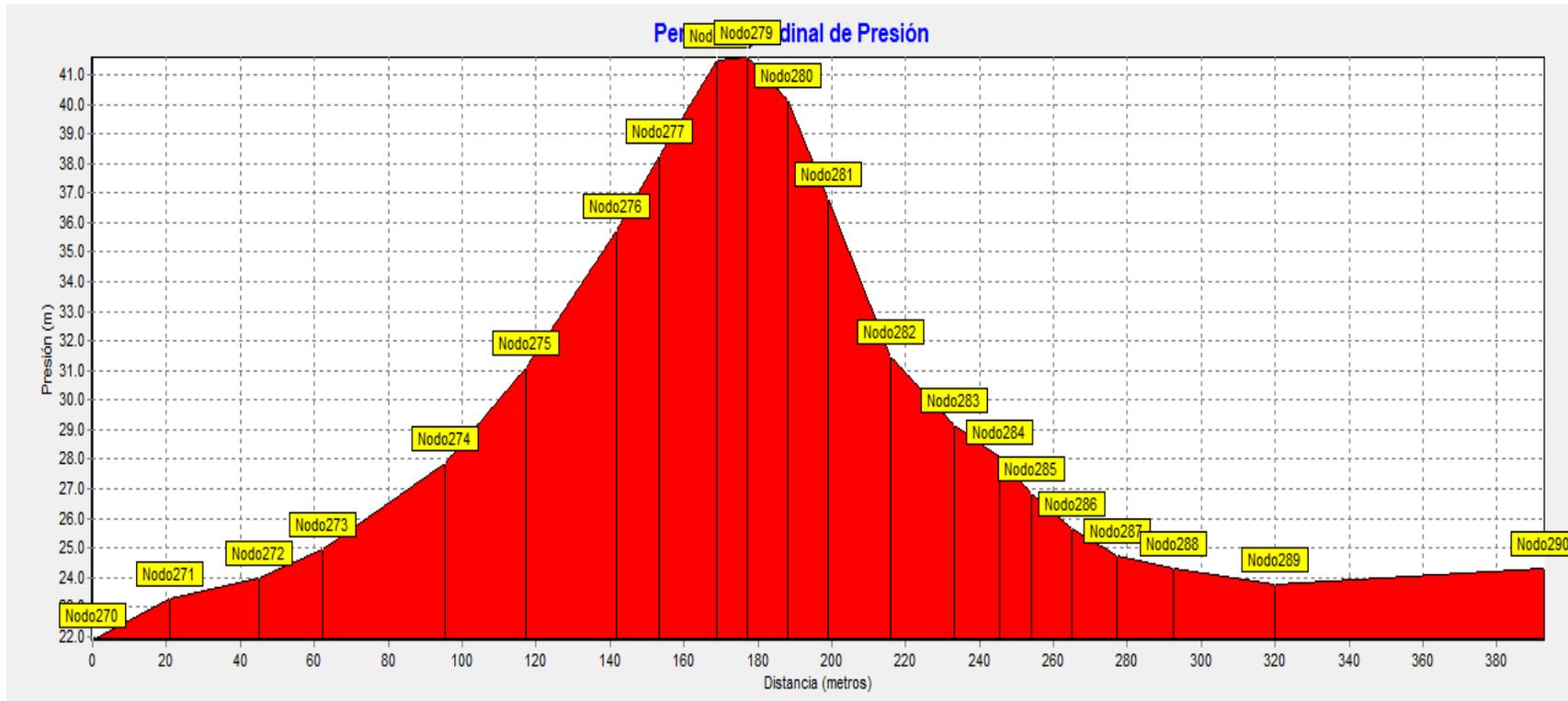


Figura 21: Perfil longitudinal de presión sin consumo (tramo 15)

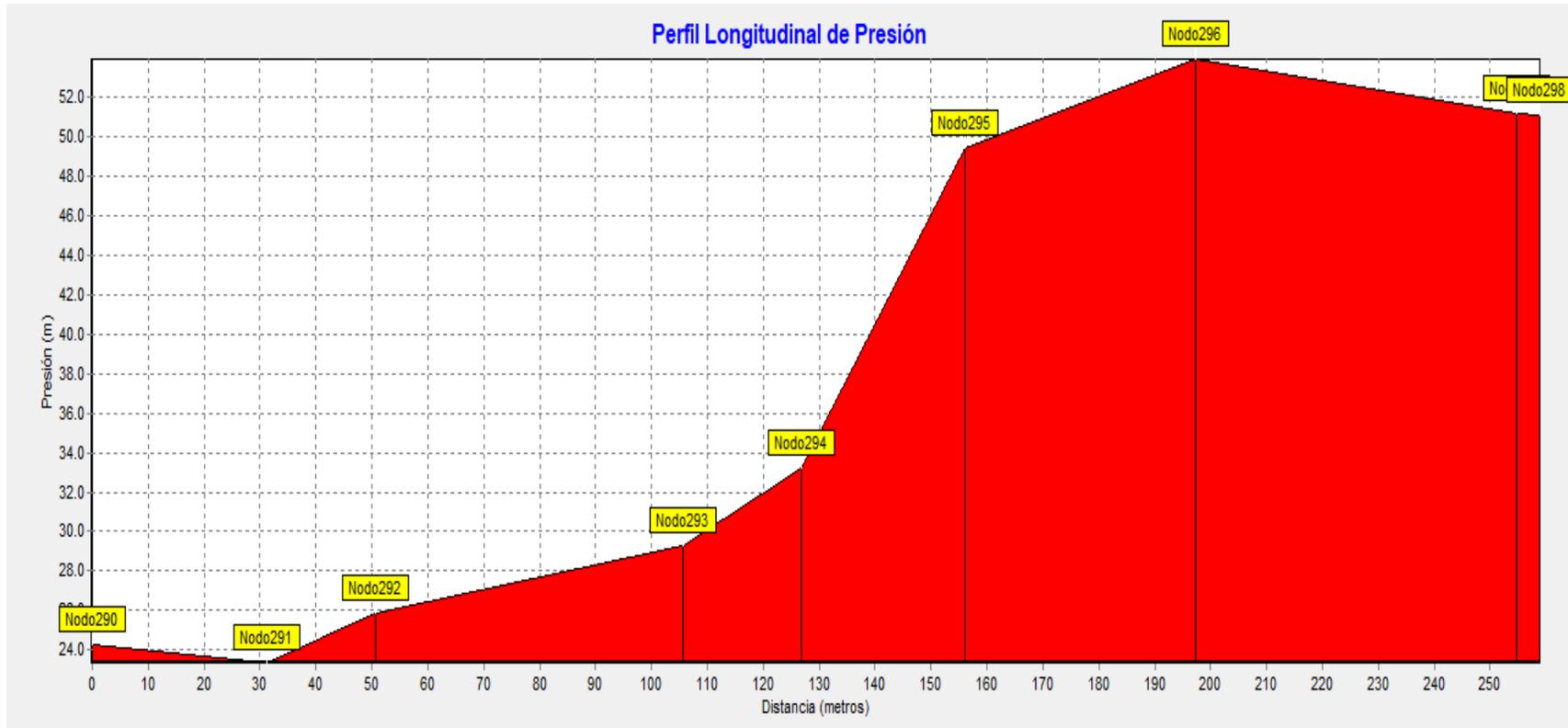


Figura 22: Perfil longitudinal de presión sin consumo (tramo 16)

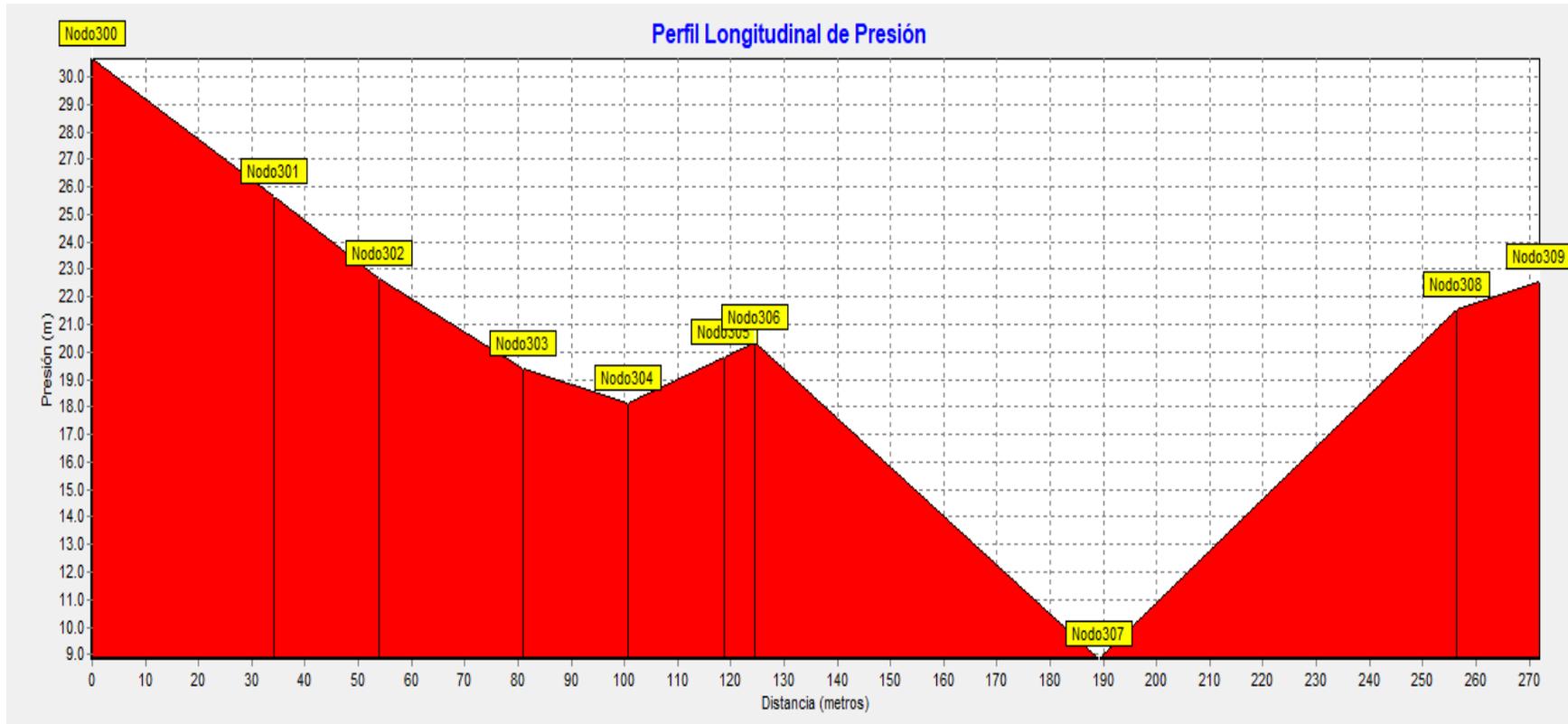


Figura 23: Perfil longitudinal de presión sin consumo (tramo 17)

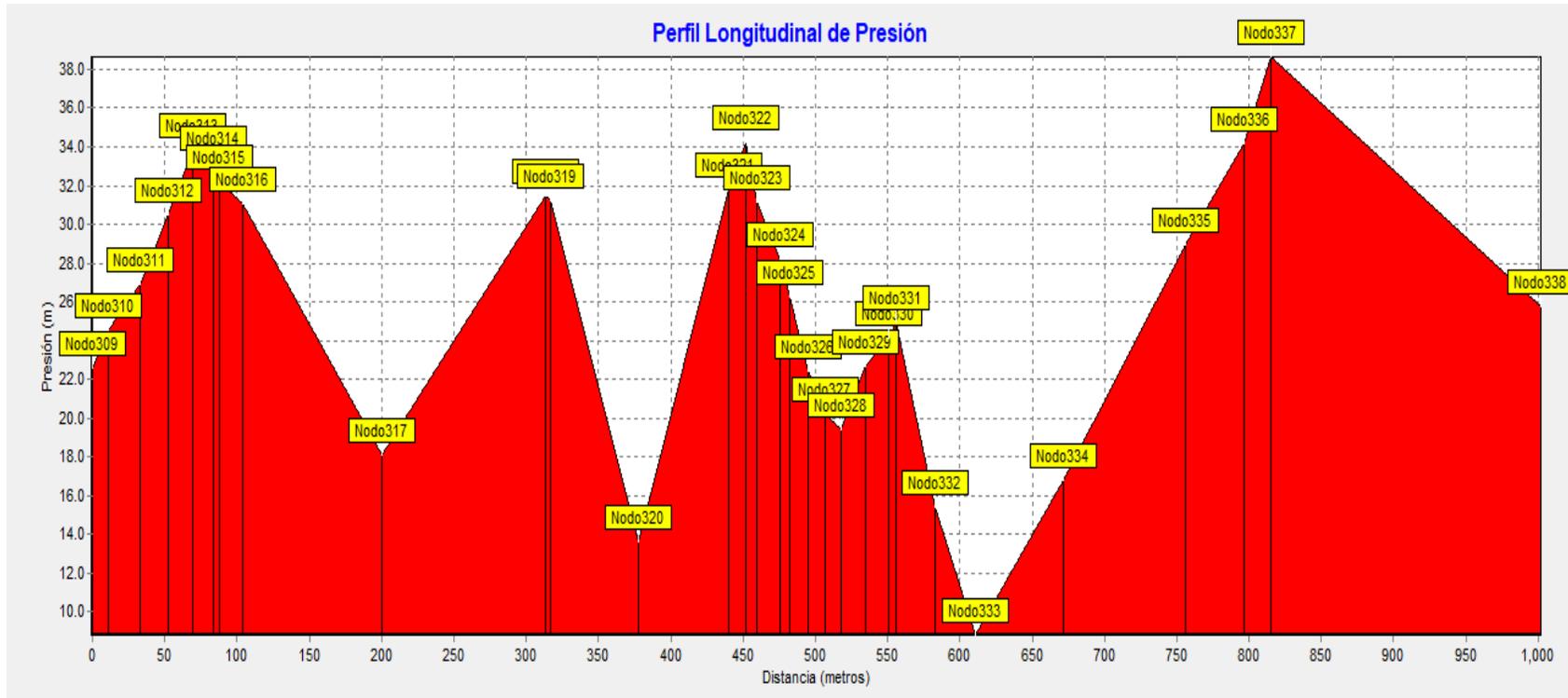


Figura 24: Perfil longitudinal de presión sin consumo (tramo 18)

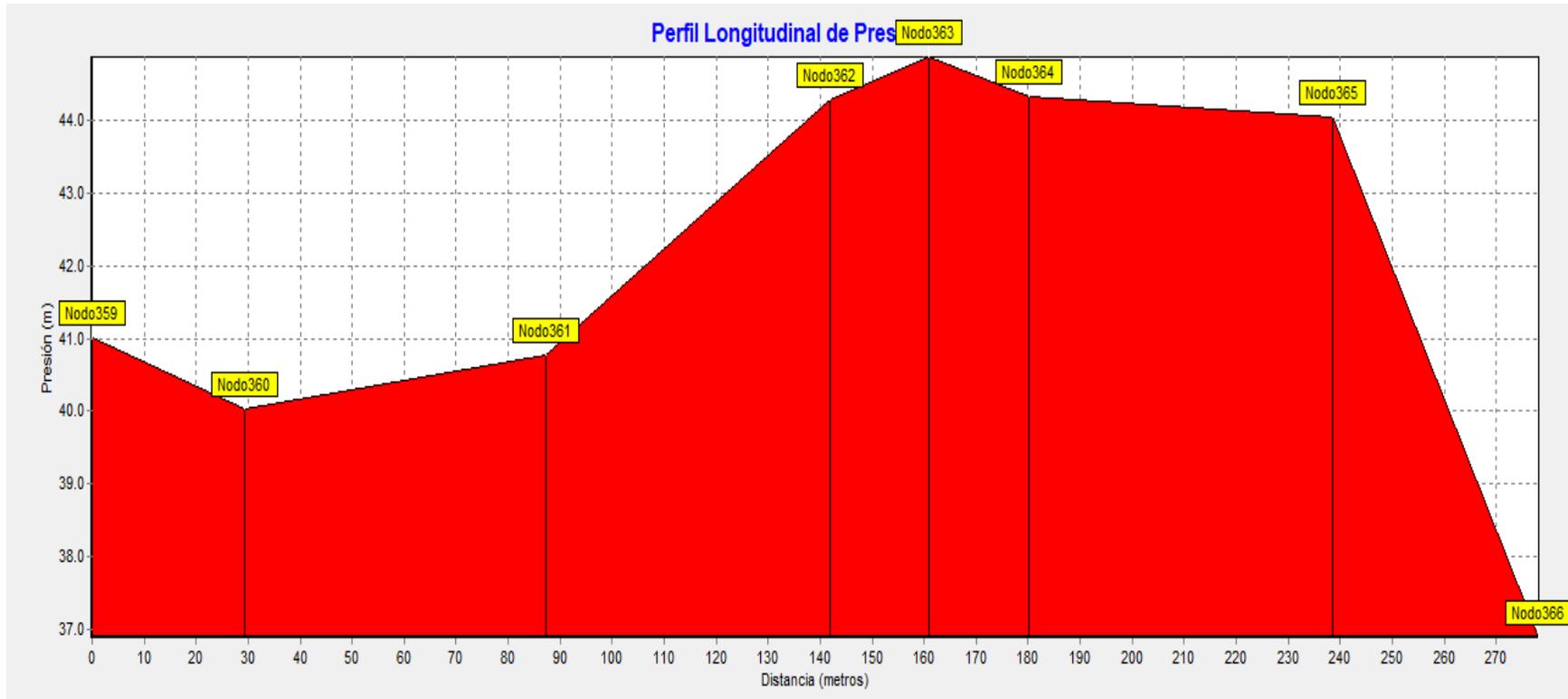


Figura 25: Perfil longitudinal de presión sin consumo (tramo 20)

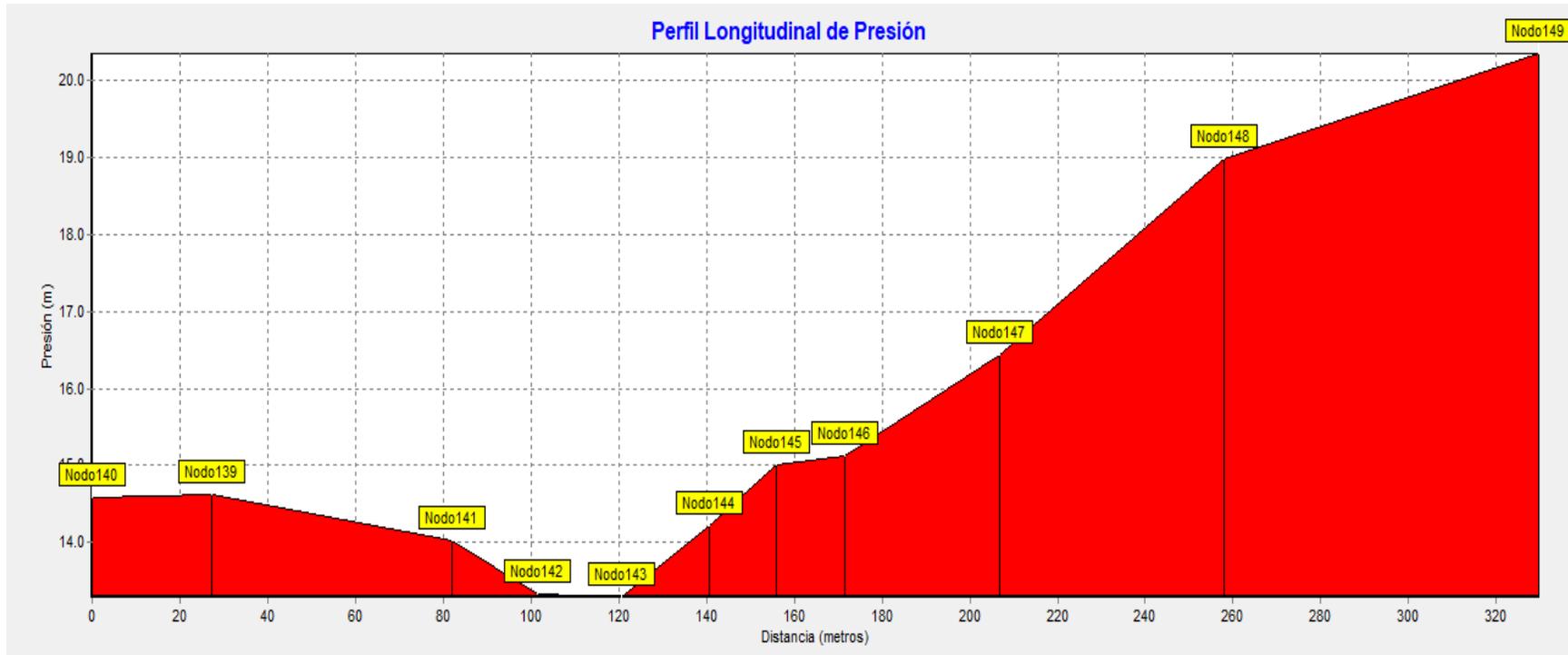


Figura 26: Perfil longitudinal de presión sin consumo (tramo 21)

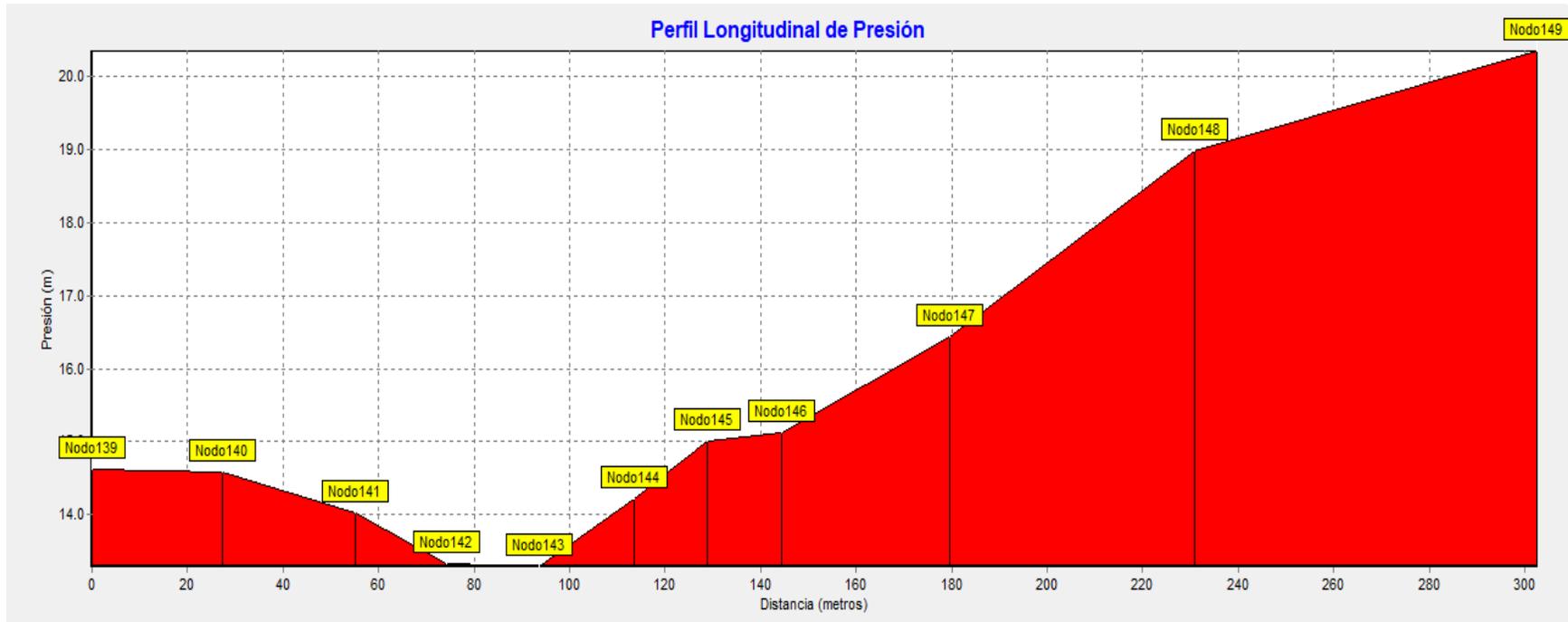


Figura 27: Perfil longitudinal de presión sin consumo (tramo 22)

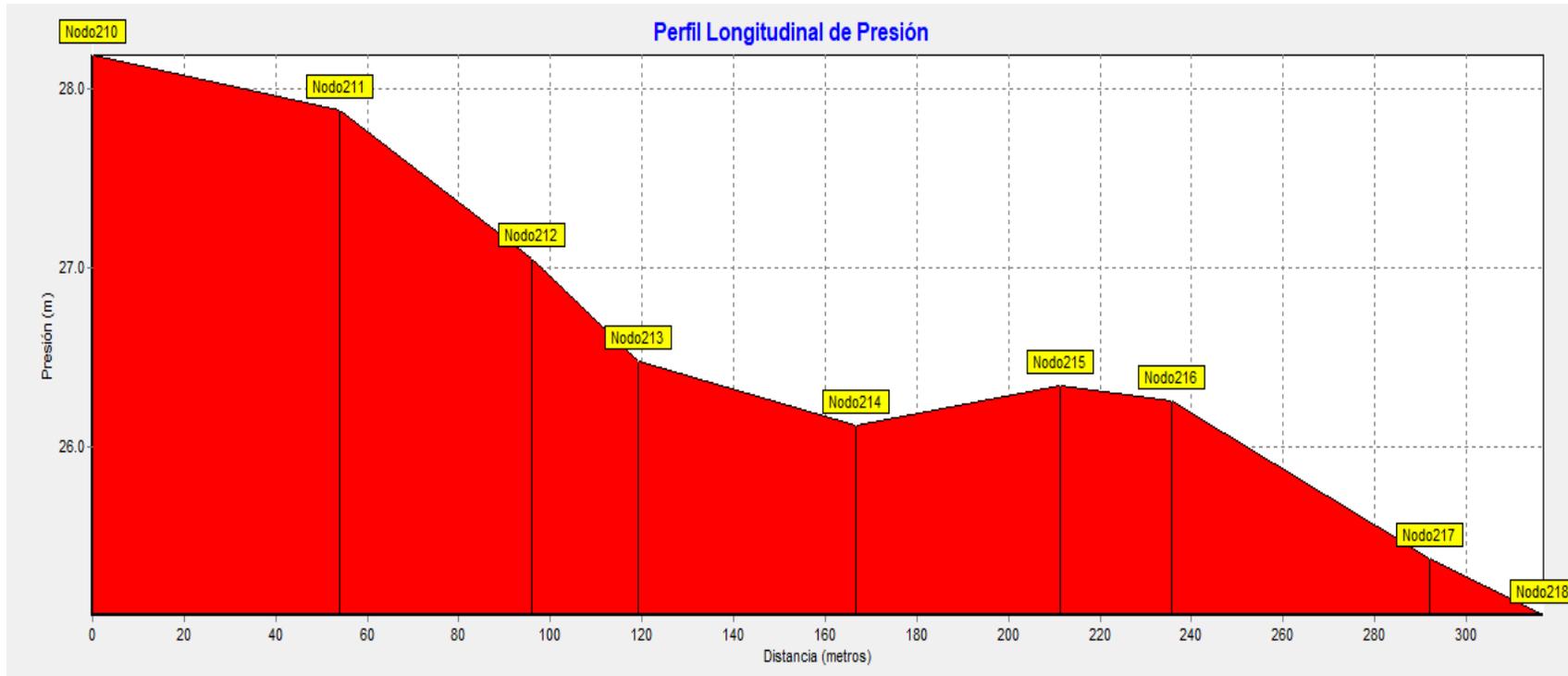


Figura 28: Perfil longitudinal de presión sin consumo (tramo 23)

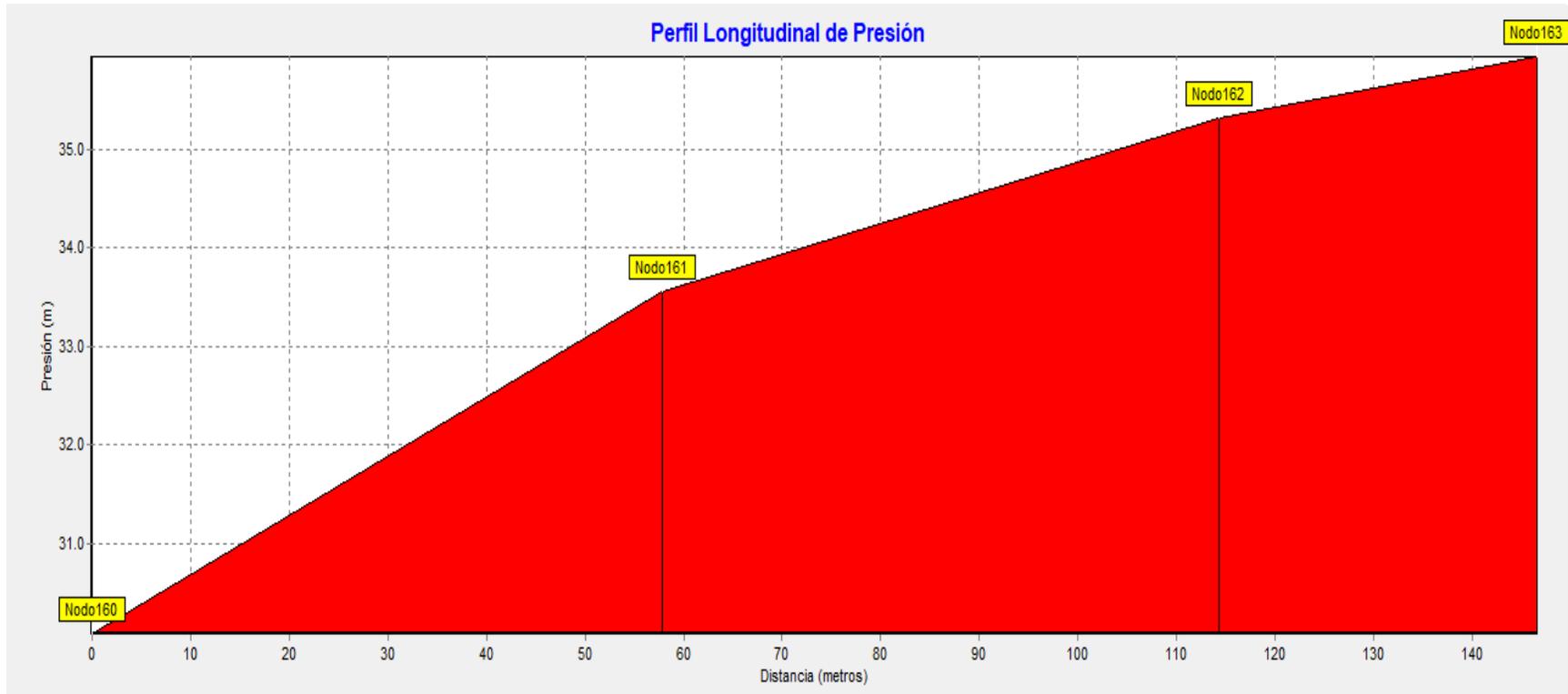


Figura 29: Perfil longitudinal de presión sin consumo (tramo 24)

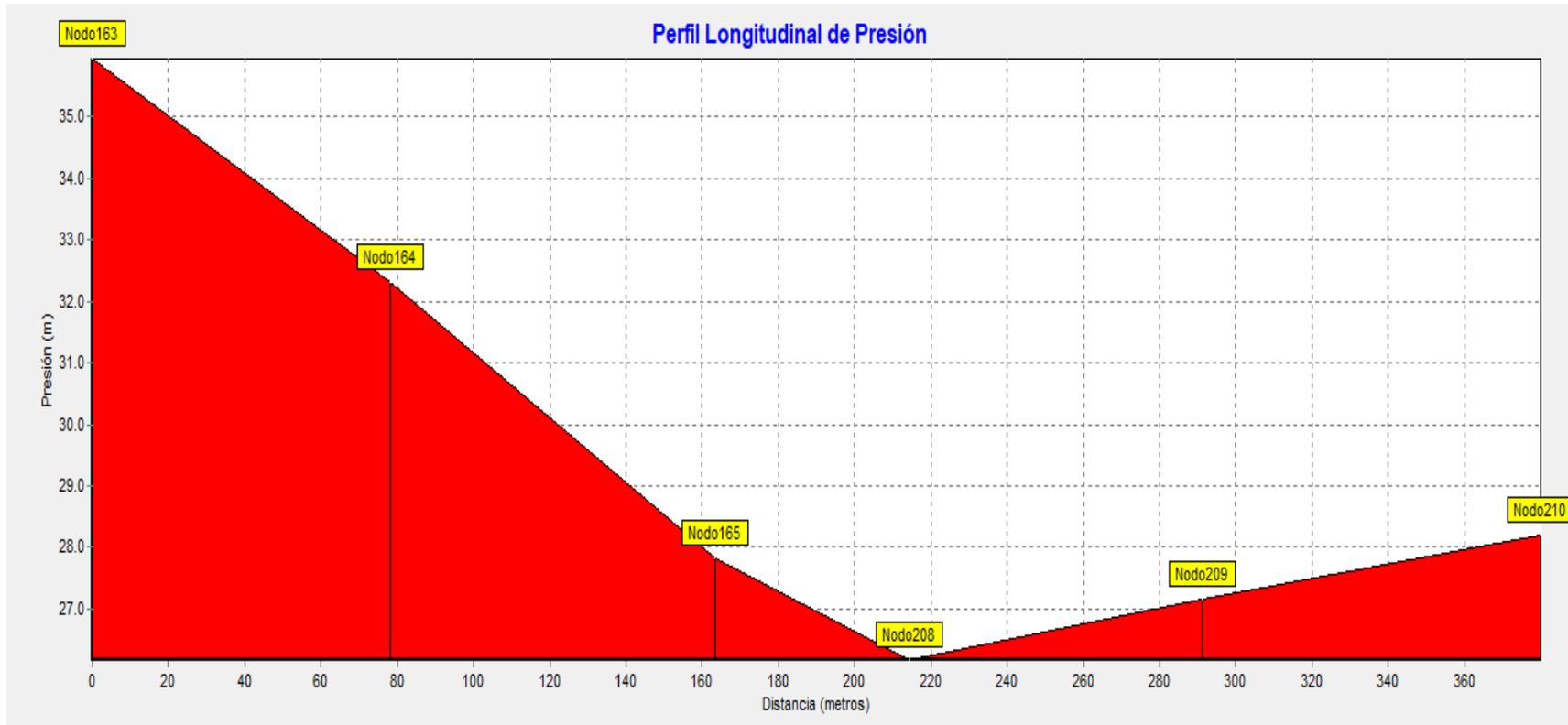
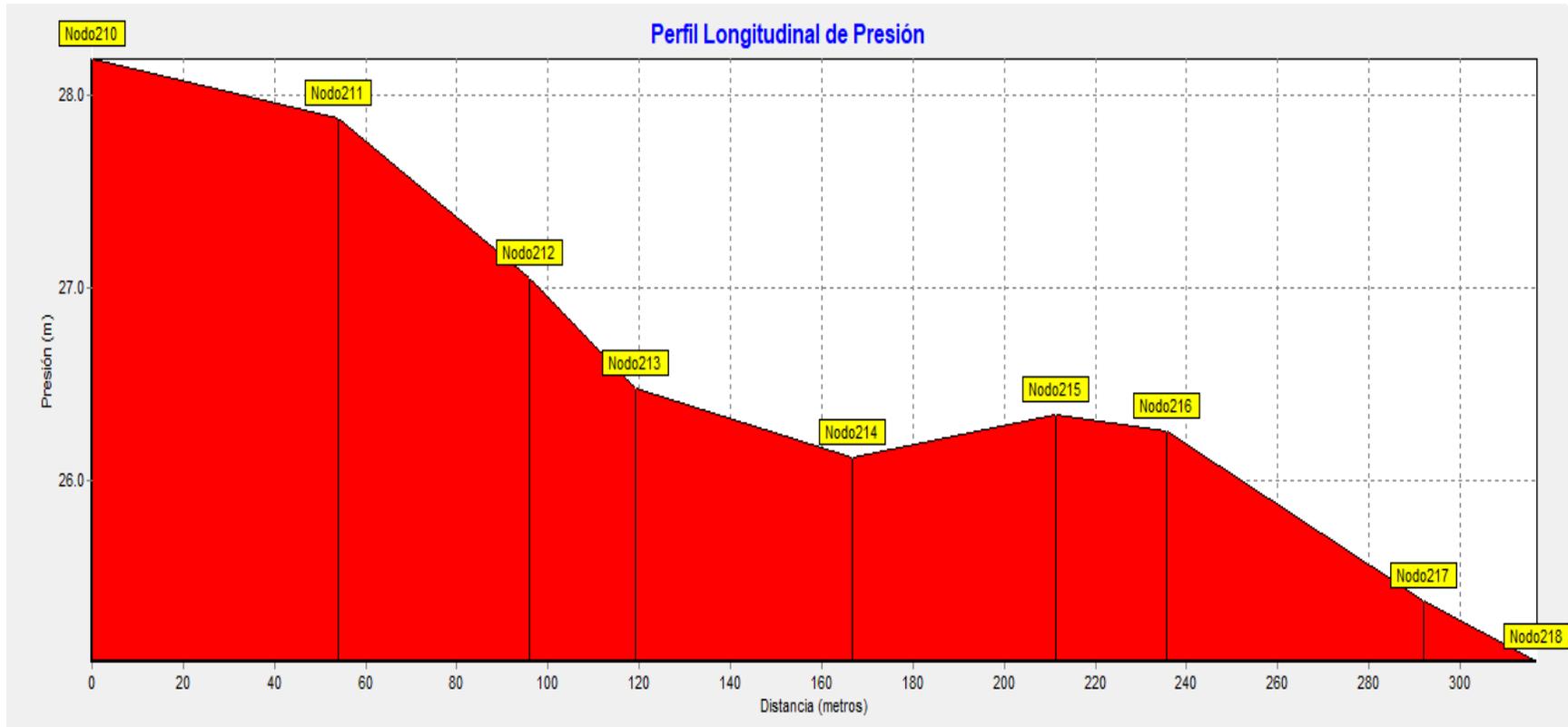


Figura 30: Perfil longitudinal de presión sin consumo (tramo 25)



4.6.2 Presiones del sistema (CMH)

Según los resultados de la modelación en EPANET para la condición más crítica de consumo (CMH) en la red, la mayor presión se presentó en el nodo 134 (54.9 \geq 50 metros) y la mínima se da en el nodo 85 (6.14 m $>$ 5.00 m). según lo establecido en la norma NTON 09 007 – 19, pág. 47.

Tomando en cuenta el análisis hidráulico, se confirma que el sistema operativo propuesto es el más económico debido a su tiempo de bombeo de 16 horas y agregando la carga proporcionada al sistema es estable, porque tiene una altura recomendada el tanque para la comunidad el chaparral.

Siguiendo con los informes arrojados por EPANET las velocidades en la mayoría de los tramos cumplen con lo establecido manteniendo velocidades con valores mínimos de 0.5 m/s, solo en algunos tramos no cumplen con lo establecido, en la línea de conducción y tramos finales del sistema por lo que son los puntos más bajos se colocarán válvulas de limpieza para cumplir con el mantenimiento que sea necesario.

Figura 31: Perfil longitudinal de presión CMH (tramo 8)

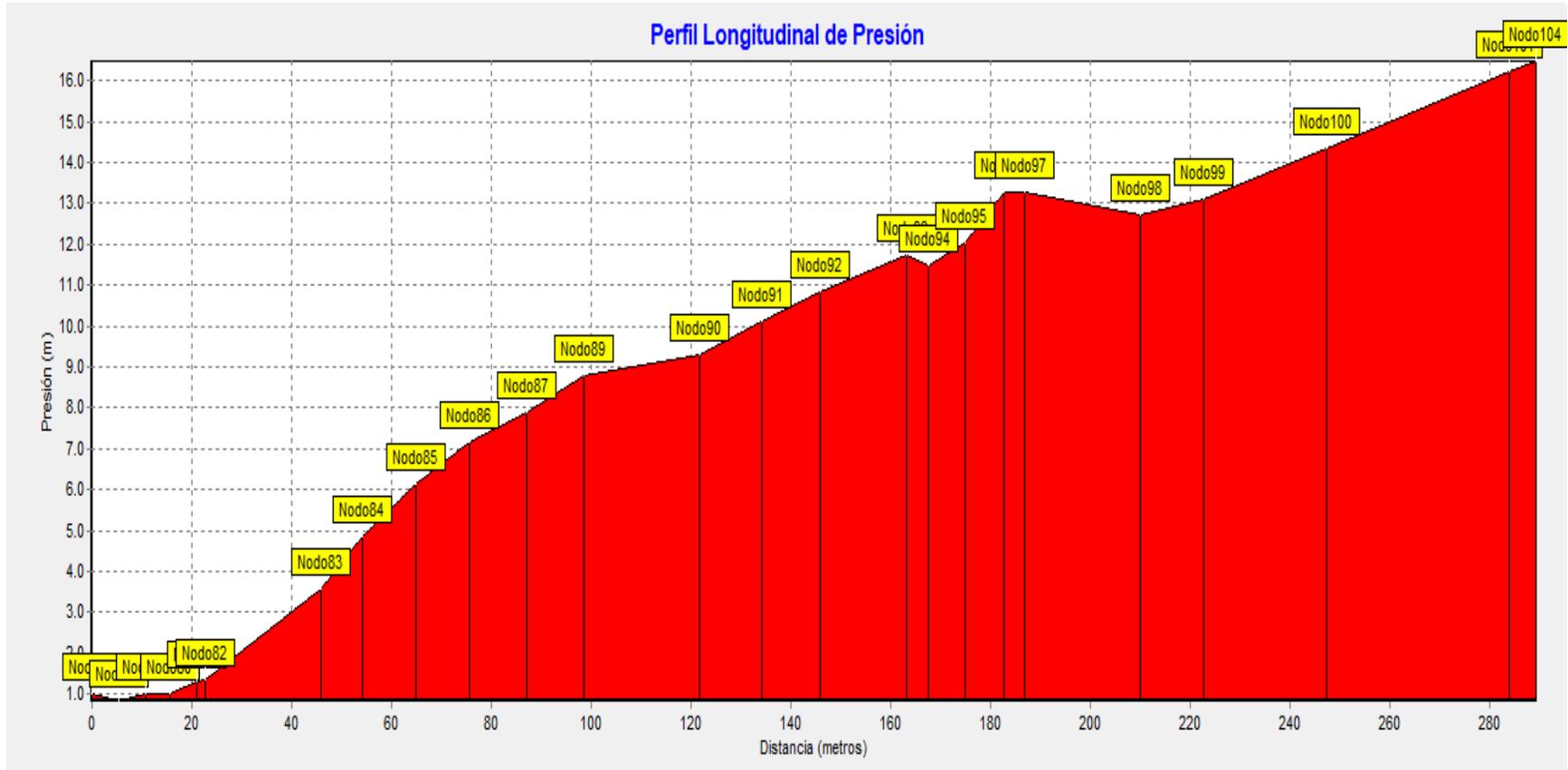


Figura 32: Perfil longitudinal de presión CMH (tramo 9)

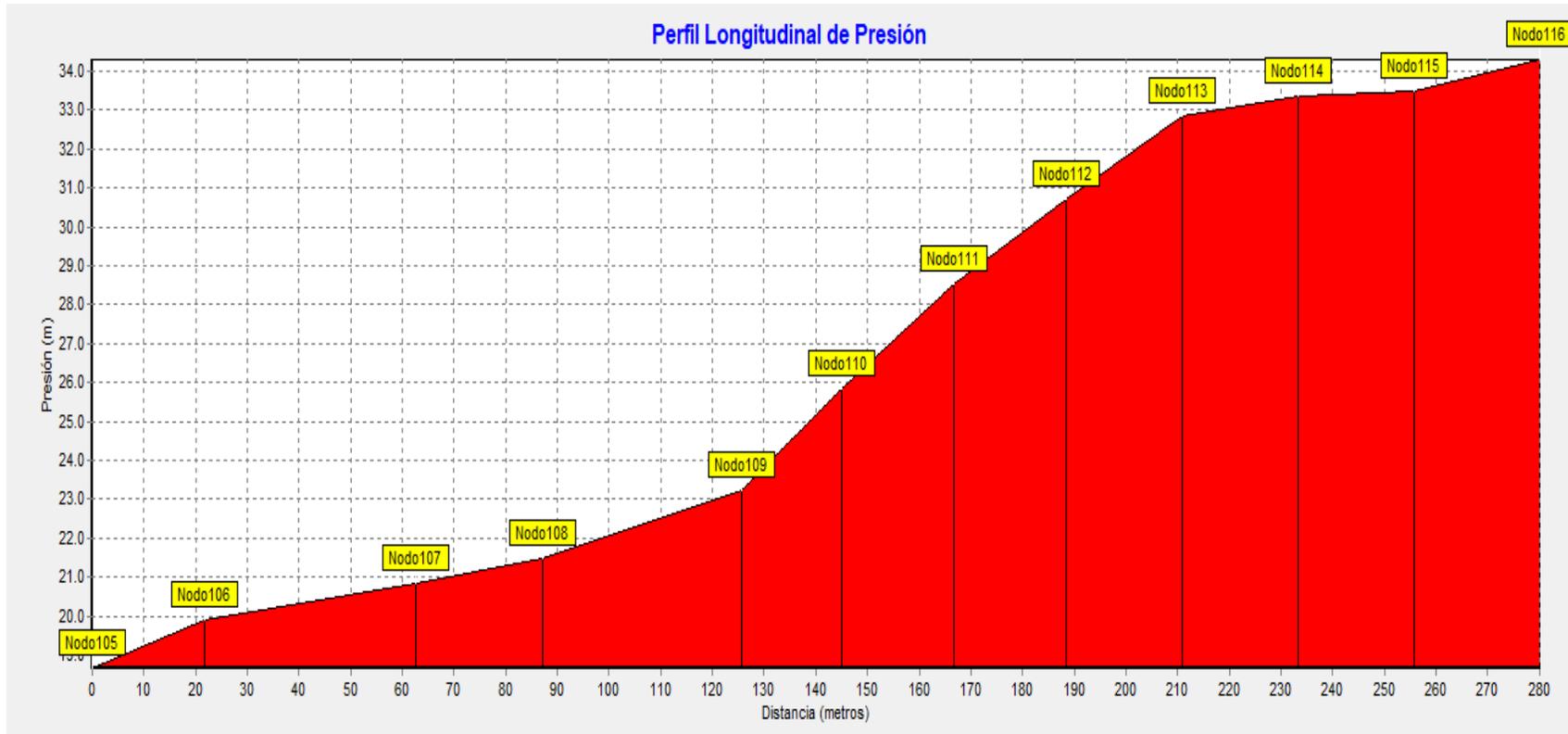


Figura 33: Perfil longitudinal de presión CMH (tramo 10)

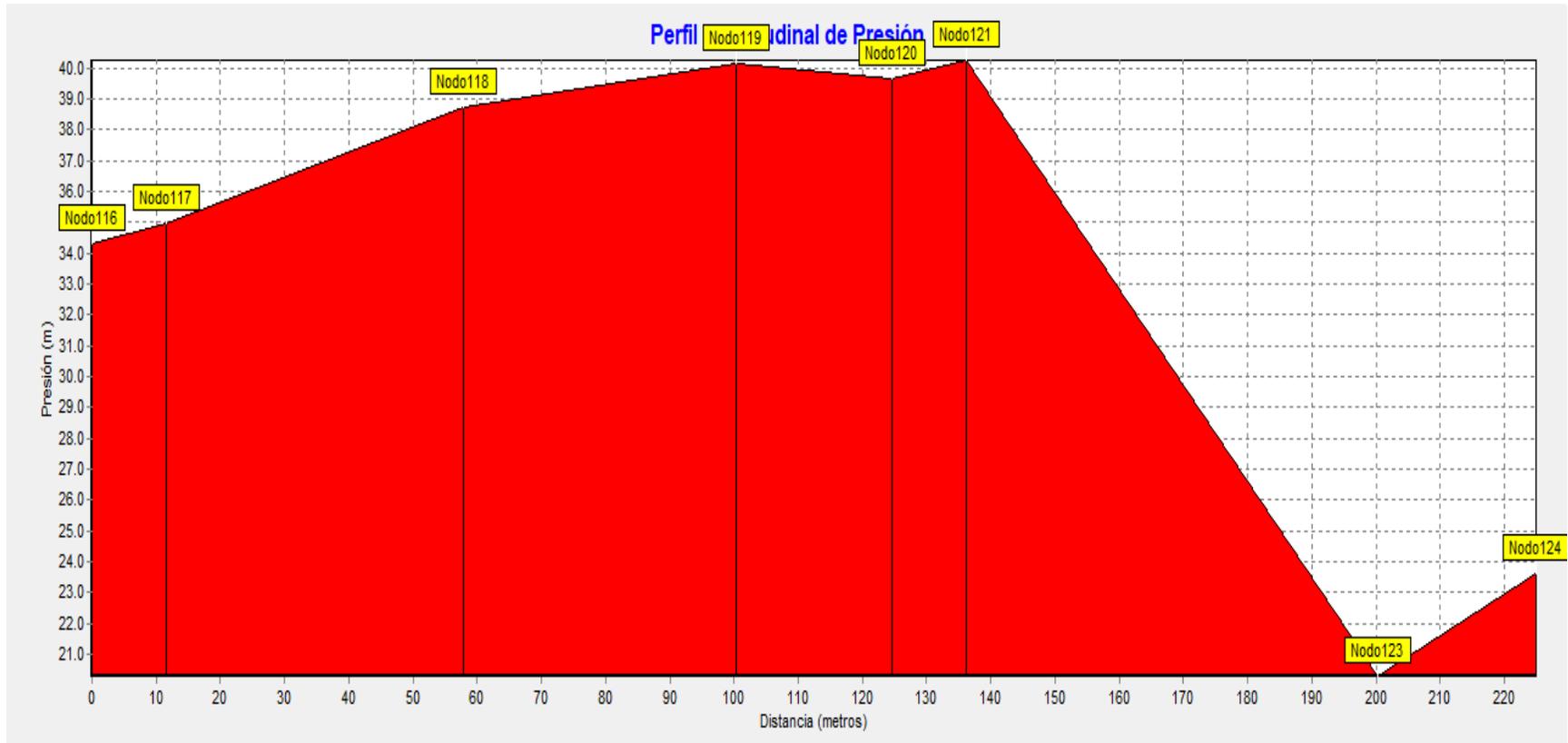


Figura 34: Perfil longitudinal de presión CMH (tramo 11)

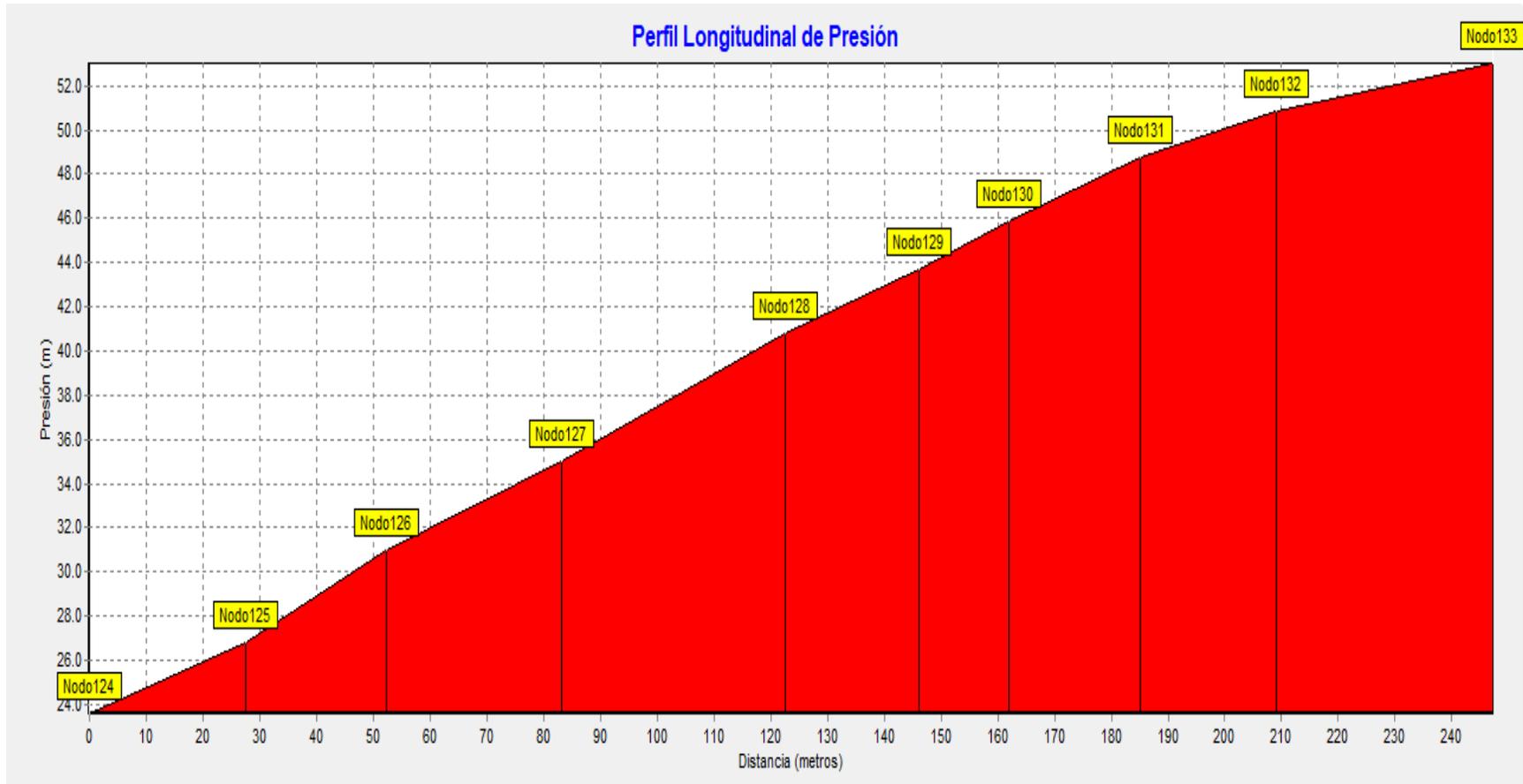


Figura 35: Perfil longitudinal de presión CMH (tramo 12)

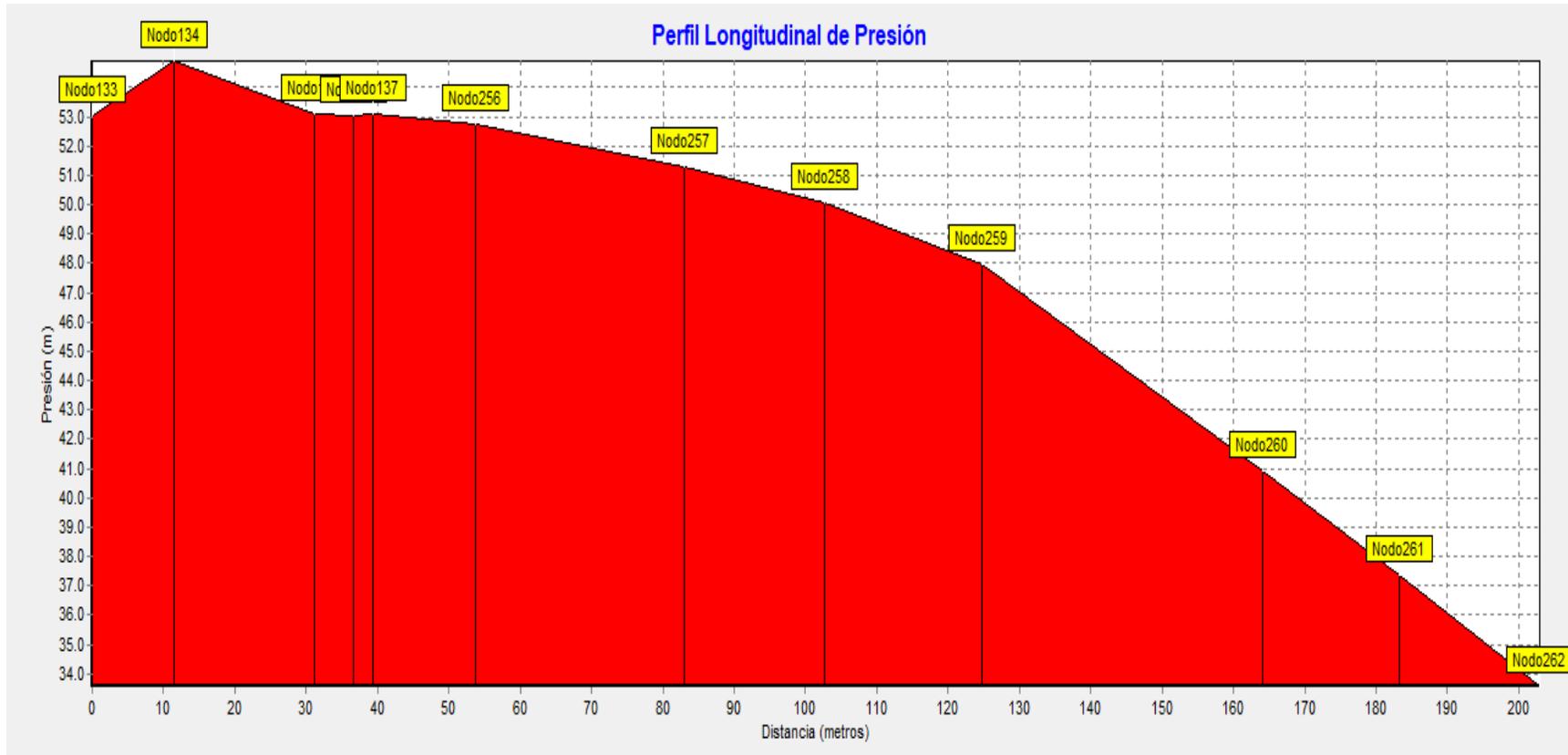


Figura 36: Perfil longitudinal de presión CMH (tramo 13)

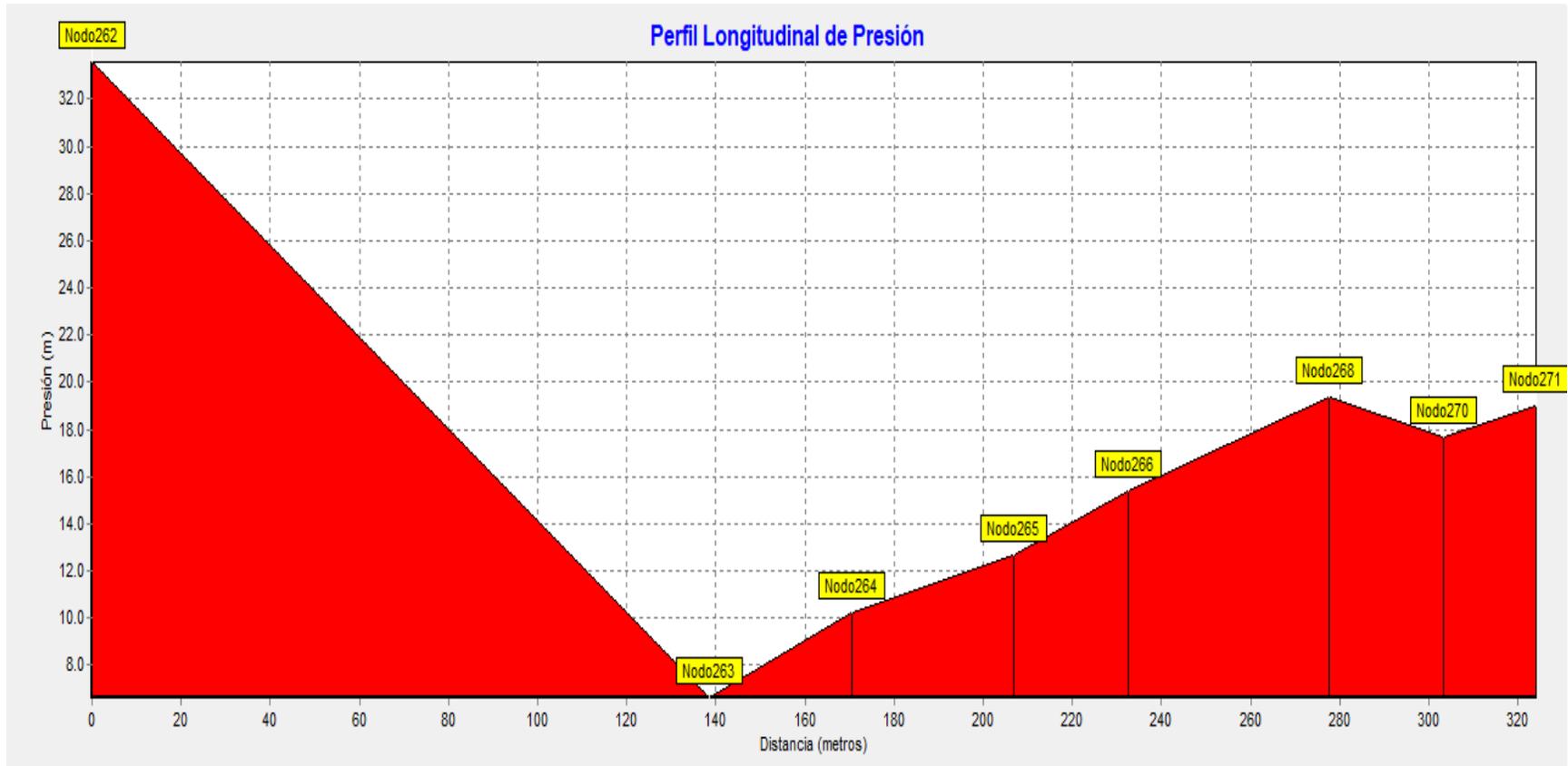


Figura 37: Perfil longitudinal de presión CMH (tramo 14)

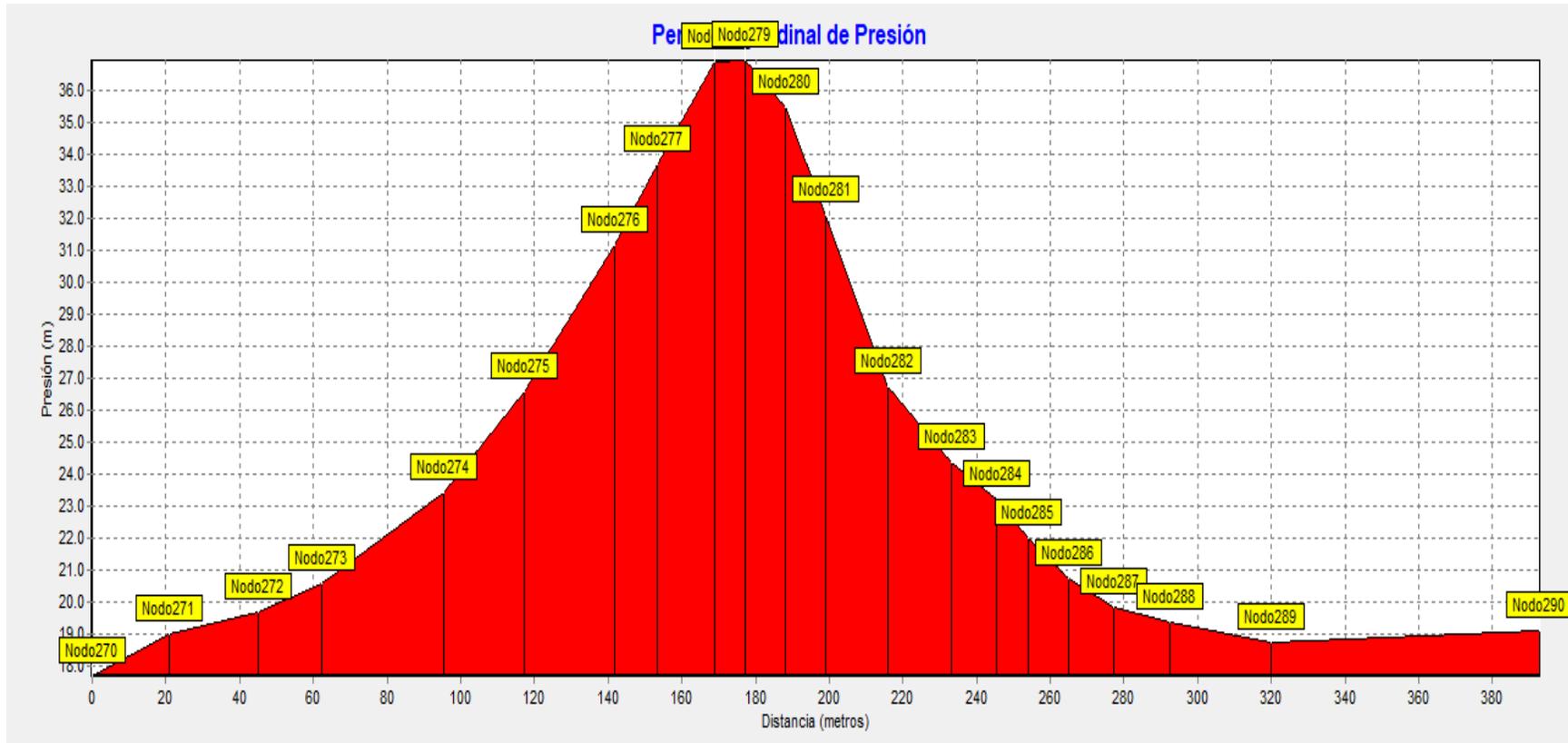


Figura 38: Perfil longitudinal de presión CMH (tramo 15)

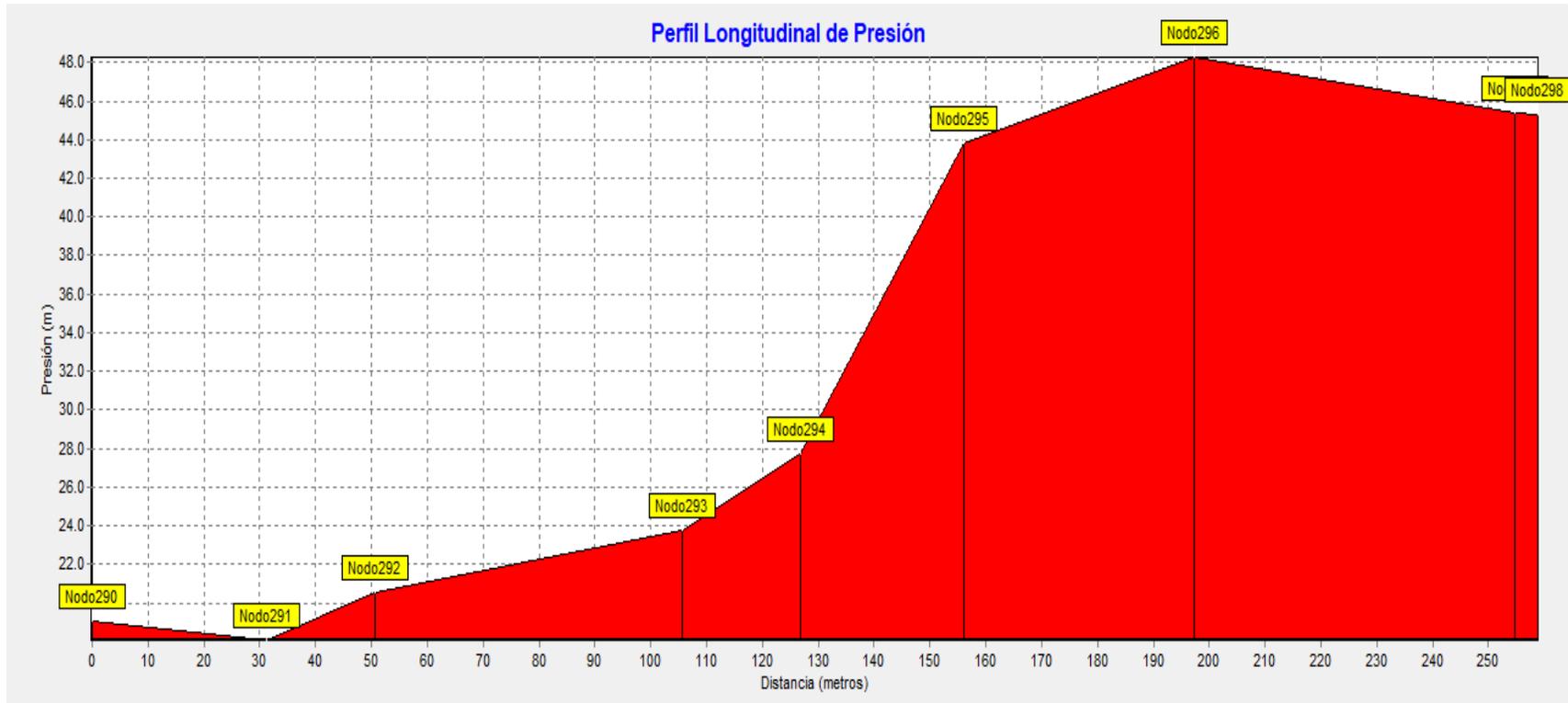


Figura 39: Perfil longitudinal de presión CMH (tramo 16)

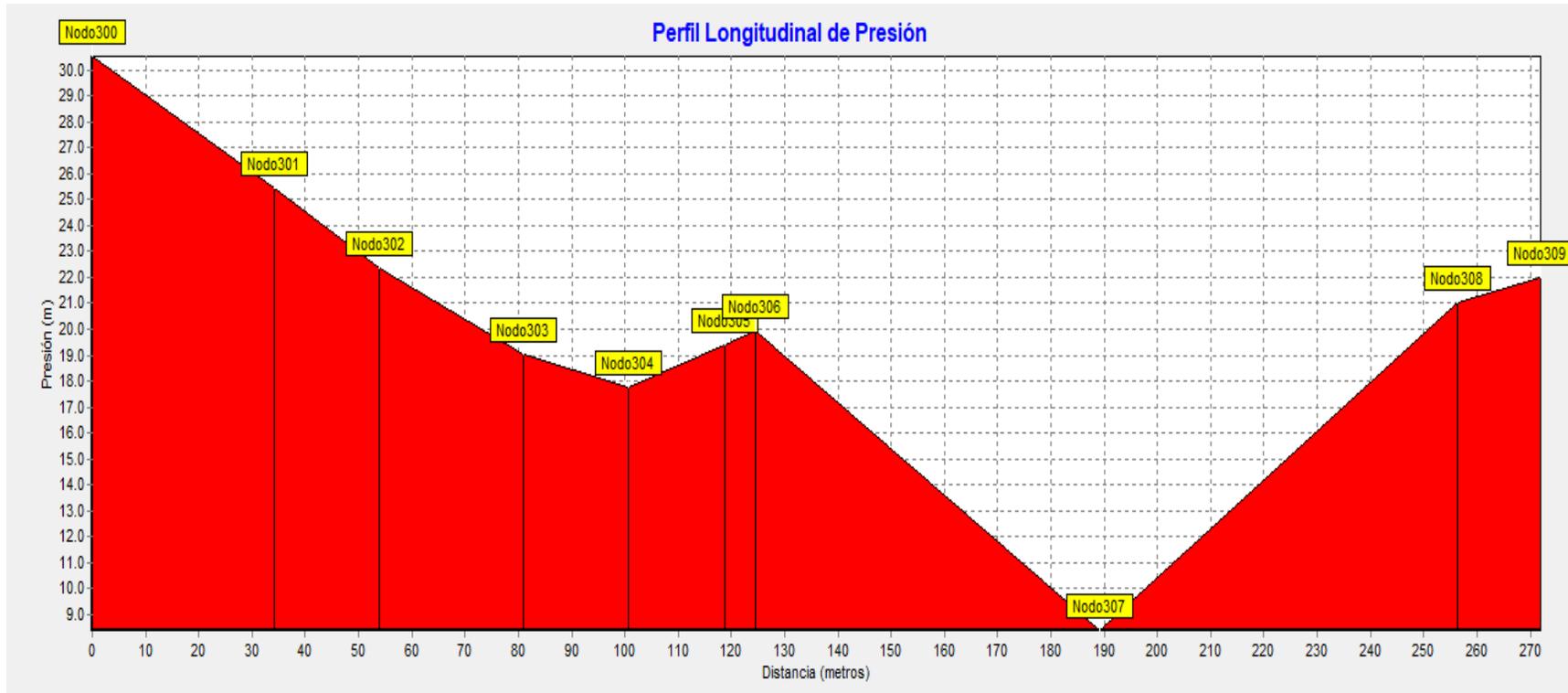


Figura 40: Perfil longitudinal de presión CMH (tramo 17)

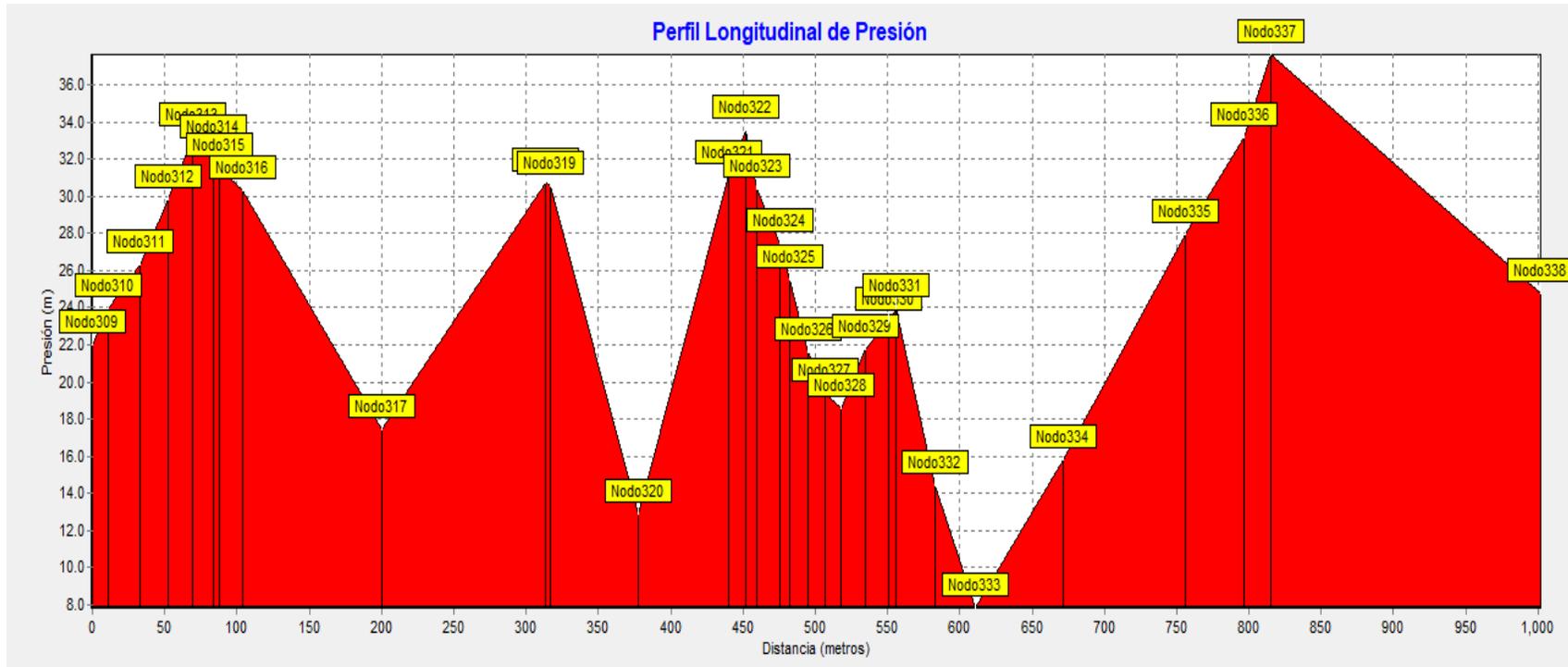


Figura 41: Perfil longitudinal de presión CMH (tramo 18)

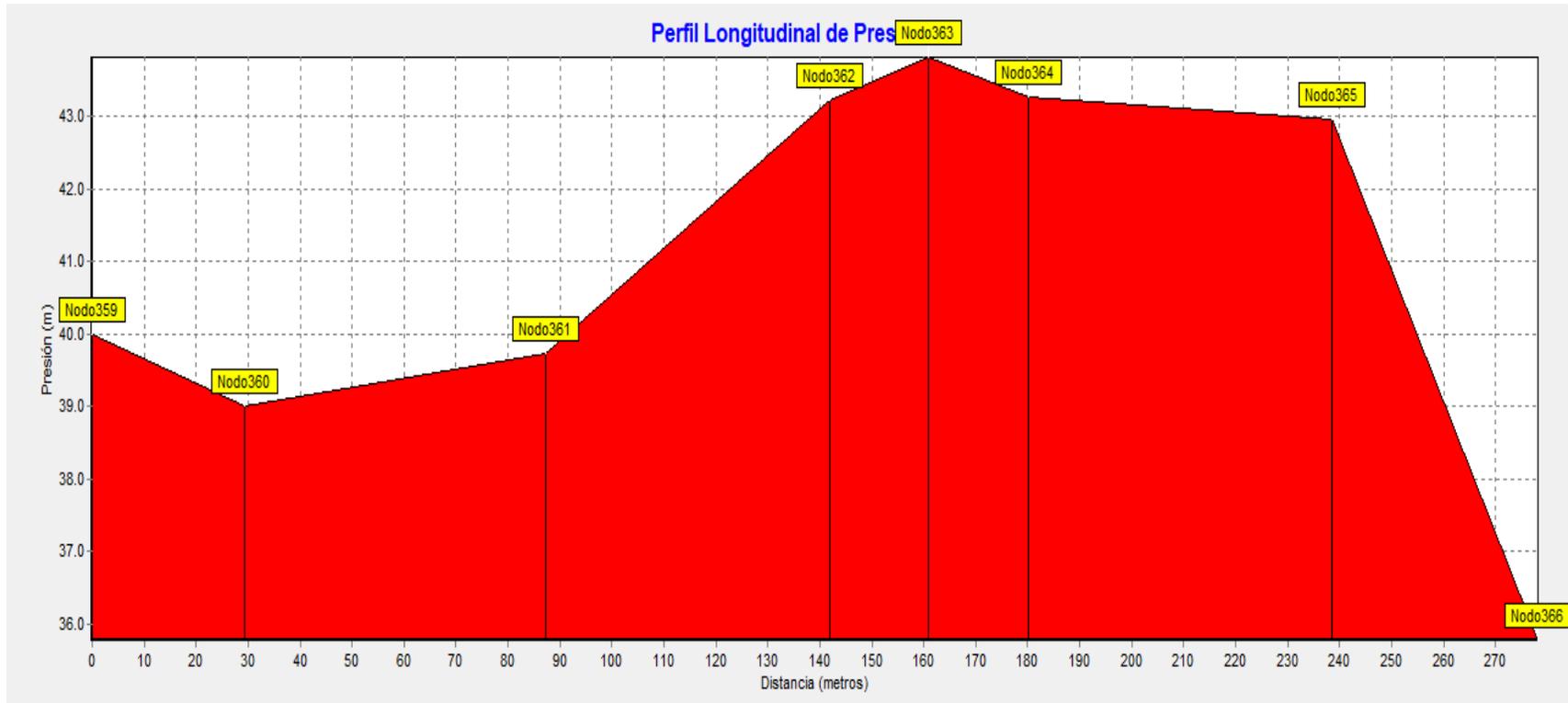


Figura 42: Perfil longitudinal de presión CMH (tramo 20)

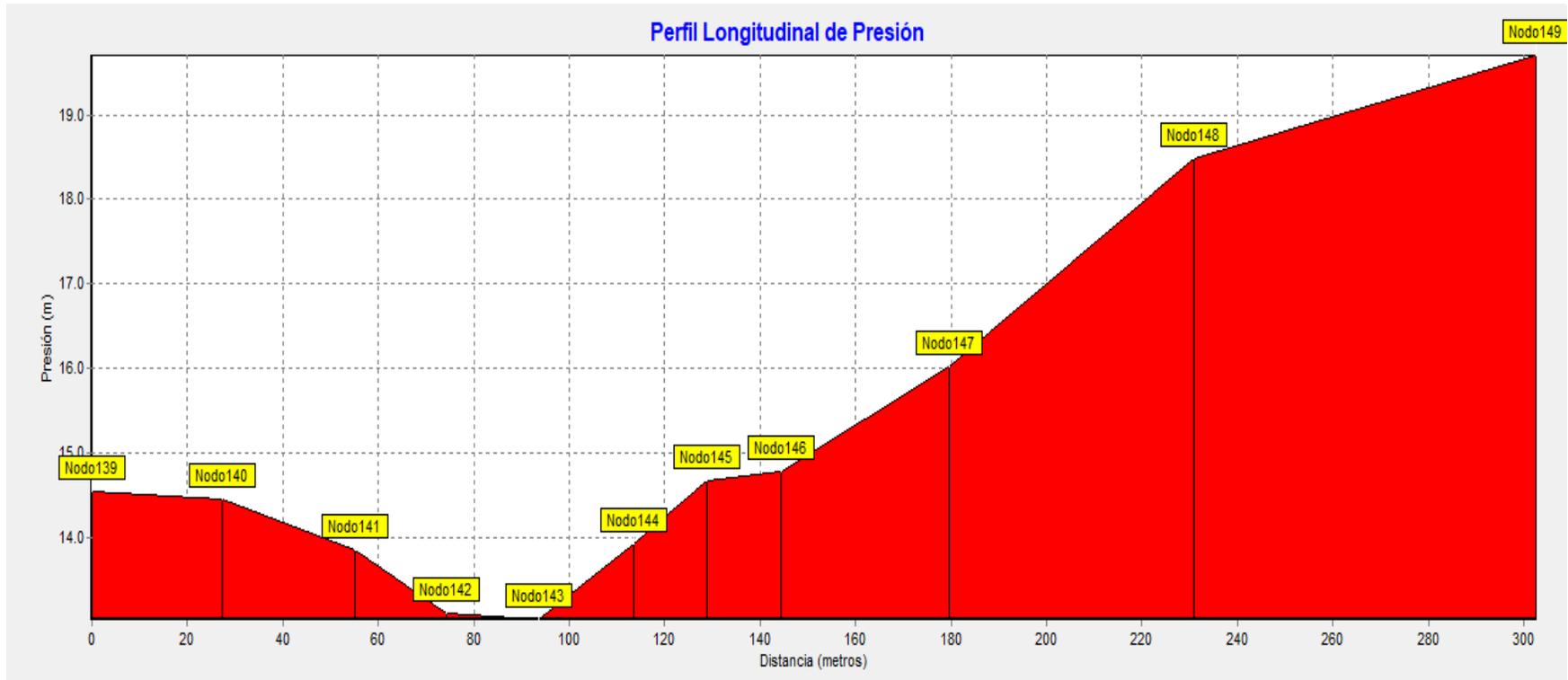


Figura 43: Perfil longitudinal de presión CMH (tramo 21)

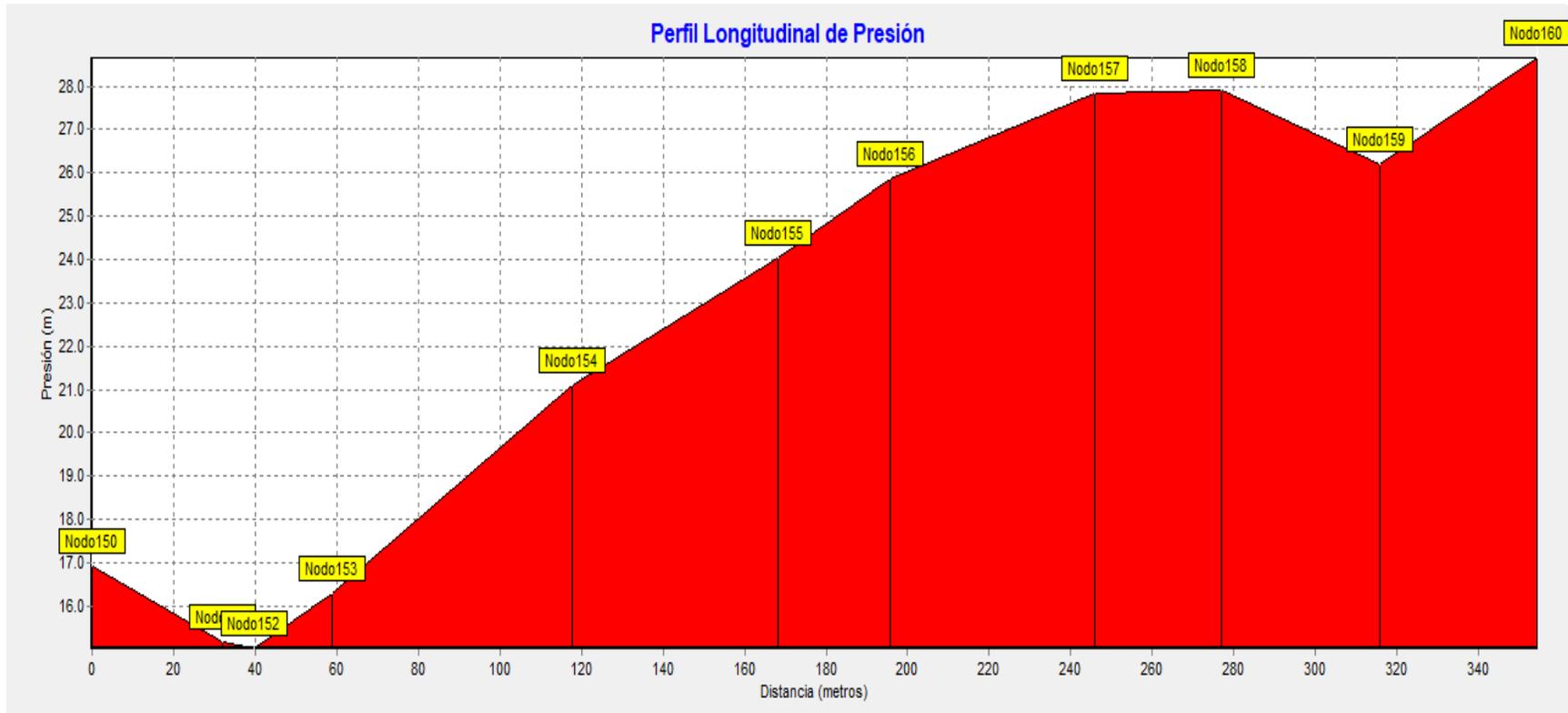
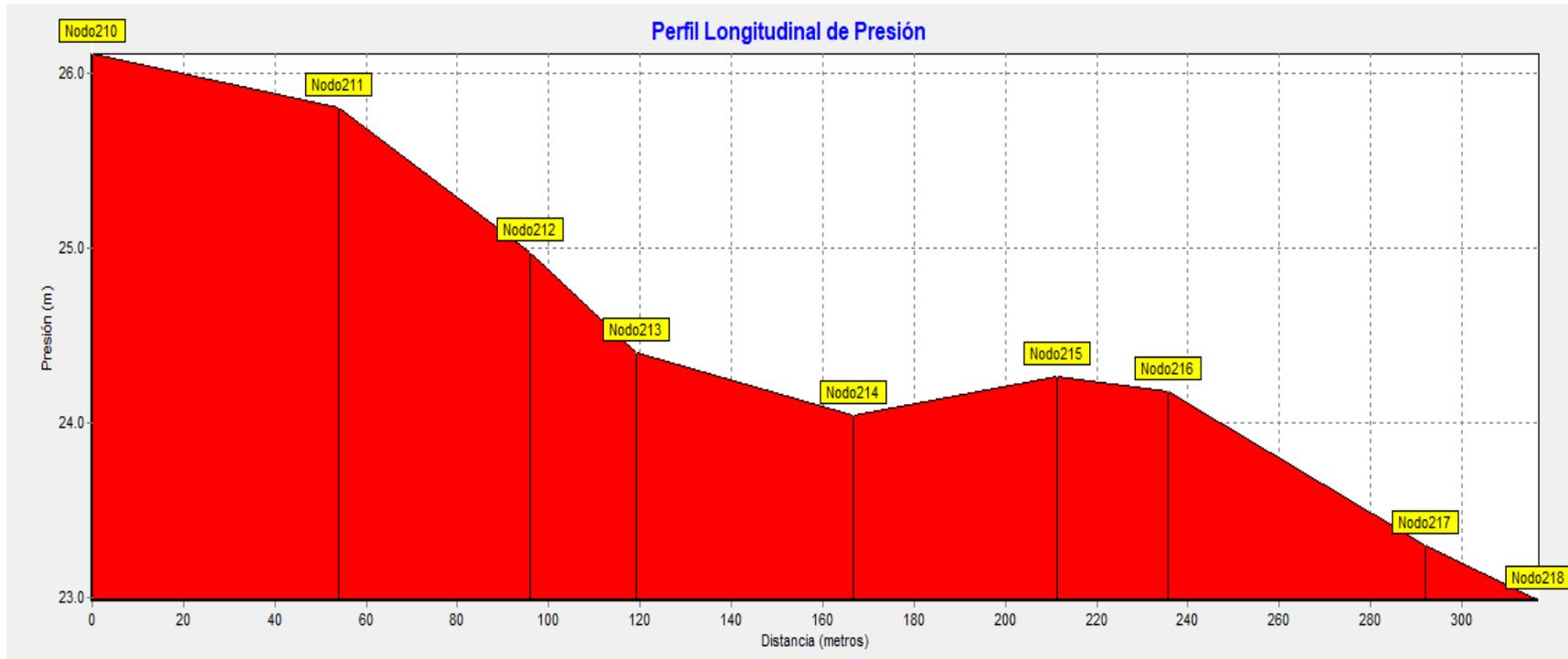


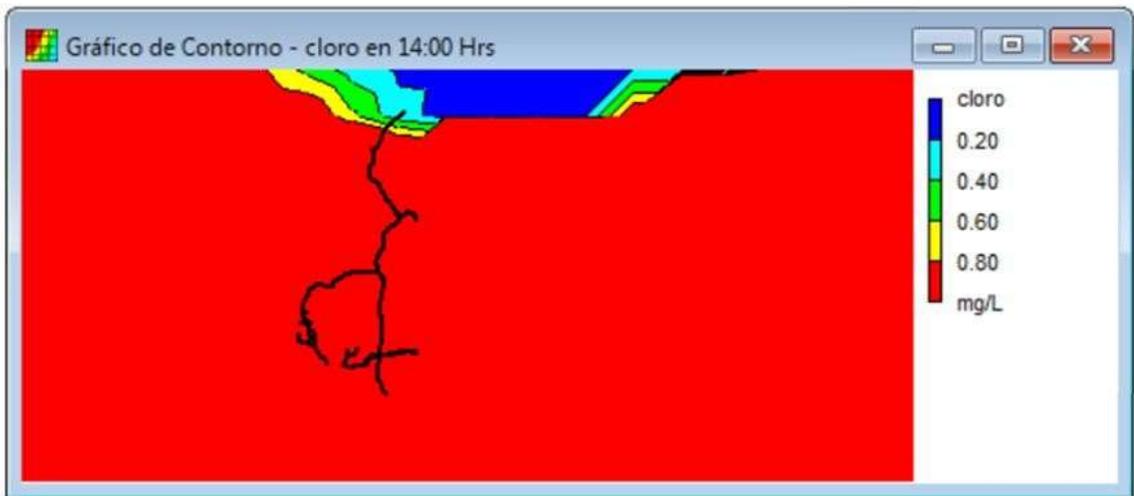
Figura 44: Perfil longitudinal de presión CMH (tramo 22)



4.6.3 Modelación de cloro

Los resultados obtenidos de la modelación en EPANET muestra que a las 14:00 hrs el sistema se encuentra dentro de los parámetros comprendidos entre 0.5 – 1 mg/L, en la figura 45 se puede observar la cobertura total de la red de abastecimiento.

Figura 45 – Modelación de cloro en Epanet



4.7 Presupuesto

El presupuesto se elaboró utilizando la metodología proporcionada por el FISE, la cual agrupa las actividades en etapas y sub etapas. Los precios unitarios también fueron sacados del catálogo de costos del FISE más actualizado. Una vez realizados los cálculos se obtuvo el costo total de la obra que asciende a C\$14,419,040.83.

Tabla 35: Presupuesto de la obra

Código	Descripción	U.M	Cantidad	Costo Unitario	Total
310	PRELIMINARES				1,169,092.27
31002	TRAZO Y NIVELACIÓN	ML			
96470	TRAZO Y NIVELACION PARA TUBERIAS DE AGUA	ML	9,057.12	123.10	1,114,931.47
	POTABLE (INCL. ESTACAS DE MADERA+MANO DE OBRA+EQUIPO DETOPOGRAFIA- Teodolito, estadia, plomada, cinta y otros)				
31005	RÓTULO	C/U			
04277	RÓTULO TIPO FISE DE 1.22m x 2.44m (ESTRUCTURA DE ACERO+FORRO DE ZINC LISO) CON BASES DE CONCRETO	C/U	1.00	54,160.80	54,160.80
	REF. DE 2,500 PSI (INCL. PINT. ANTICORROSIVA)				
320	LÍNEA DE CONDUCCIÓN				1,369,120.09
32015	TUBERIA DE 2" DE DIÁMETRO	ML			
94014	TUBERIA DE PVC Diám.=2" (SDR-17) (ASTM D2241) (JUNTA CEMENTADA) (NO INCL. EXCAVACIÓN)	ML	1,947.00	644.77	1,255,367.19
32023	PRUEBAS HIDROSTÁTICAS	C/U			
93282	PRUEBA HIDROSTÁTICA (DE PRESIÓN y DE ESTANQUEIDAD)(CON BOMBA MANUAL) EN TUBERIA y ACCESORIOS PVC Diám.=4" L=HASTA 300 m PARA PROYECTOS DE AGUA POTABLE	C/U	7.00	984.08	6,888.56
32025	VÁLVULAS Y ACCESORIOS	C/U			
03111	CAJA DE CONCRETO DE 2,500 PSI SIN REF. Ancho	C/U	3.00	5,348.10	16,044.30

	1=0.50m,Ancho 2=0.50m,Alt.=0.75m CON VIGA DE CONCRETO				
	DE 3,000 PSI FINO INTEGRAL (INCL. EXC				
03354	CAJA PARA PROTECCION DE VALVULA HECHA DE TUBO DE	C/U	2.00	1,706.12	3,412.24
	CONCRETO SIN REF. Diám.=8" (NO INCL.EXCAVACION)				
92170	BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO PARA ACCESORIOS	C/U	16.00	329.60	5,273.60
	MENORES A 6"				
94311	VALVULA DE AIRE Y VACIO DE HIERRO FUNDIDO Diám.=½"+	C/U	3.00	9,183.10	27,549.30
	ABRAZADERA DE HIERRO GALVANIZADO+UNION DE				
	BRONCE				
94567	UNION DRESSER DE HIERRO FUNDIDO Diám.=2"	C/U	1.00	4,303.14	4,303.14
94966	CODO LISO DE PVC Diám.=2", 90° (SCH 40) (ASTM D2466)	C/U	5.00	325.54	1,627.70
	JUNTA CEMENTADA				
96199	VALVULA DE LIMPIEZA DE HIERRO FUNDIDO Diám.=1½"	C/U	2.00	23,514.84	47,029.68
96394	CODO LISO DE PVC Diám.=2", 45° (SCH 40) (ASTM D2466)	C/U	6.00	270.73	1,624.38
	JUNTA CEMENTADA				
330	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN				3,937,992.72
33014	TUBERIA DE 1 ½" DE DIÁMETRO	ML			
96166	TUBERIA DE PVC Diám.=1½" (SDR-26) (ASTM D2241) (JUNTA CEMENTADA) (NO INCL. EXCAVACIÓN)	ML	476.81	316.98	151,139.23
33015	TUBERIA DE 2" DE DIÁMETRO	ML			
96165	TUBERIA DE PVC Diám.=2" (SDR-26) (ASTM D2241) (JUNTA	ML	7,054.02	457.03	3,223,898.76

	CEMENTADA) (NO INCL. EXCAVACIÓN)				
33022	PRUEBAS HIDROSTÁTICAS	C/U			
93282	PRUEBA HIDROSTÁTICA (DE PRESIÓN y DE ESTANQUEIDAD)(CON BOMBA MANUAL) EN TUBERIA y ACCESORIOS PVC Diám.=4" L=HASTA 300 m PARA PROYECTOS DE AGUA POTABLE	C/U	27.00	984.08	26,570.16
33023	VÁLVULAS Y ACCESORIOS	C/U			
02137	VALVULA DE PASE DE MARIPOSA DE BRONCE Diám.=2" CON PROTECTOR DE TUBO SECCIÓN CIRCULAR DE HIERRO GALVANIZADO (INCL. EXCAVACION)	C/U	7.00	10,898.46	76,289.22
03070	CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO DE 2,500 PSI REF.+CONCRETO DE 3,000 PSI DE Ancho=1.00m,Largo=2.00 m,Alt.=0.50m CON REPELLO y FINO	C/U	3.00	17,605.22	52,815.66
92170	BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO PARA ACCESORIOS MENORES A 6"	C/U	72.00	329.60	23,731.20
93514	TAPON HEMBRA LISO DE PVC Diám.=1½" (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	6.00	87.21	523.26
94006	TEE LISA DE PVC Diám.=2" (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	8.00	384.03	3,072.24
94008	VALVULA REGULADORA DE PRESION DE HIERRO FUNDIDO Diám.=2"	C/U	3.00	67,255.76	201,767.28
94294	CODO DE HIERRO GALVANIZADO DE 1 ½" X 45°	C/U	24.00	704.82	16,915.68

94960	TEE REDUCTORA LISA DE PVC DE 2" a 1½" (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	4.00	513.95	2,055.80
95104	MANOMETRO HIDRÁULICO TUBO BOURDON ¼"(Carcasa de ACERO INOXIDABLE) Presión de trabajo=De 0 a 100 PSI con dial circular Diám.=2",lectura en doble escala	C/U	6.00	2,710.65	16,263.90
95850	TUBERIA SECCIÓN CIRCULAR DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=1½" (NO INCL. EXCAVACION)	ML	12.00	1,113.55	13,362.60
96060	TAPON HEMBRA LISO DE PVC Diám.=2" (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	6.00	155.53	933.18
96199	VALVULA DE LIMPIEZA DE HIERRO FUNDIDO Diám.=1½"	C/U	2.00	23,514.84	47,029.68
96394	CODO LISO DE PVC Diám.=2", 45° (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	24.00	270.73	6,497.52
96984	TEE LISA DE PVC Diám.=1½" (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	8.00	258.96	2,071.68
96999	CODO LISO DE PVC Diám.=1½", 45° (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	3.00	198.95	596.85
33026	CRUCE EN ALCANTARILLA	C/U			
03945	CRUCE DE ALCANTARILLA CON TUBERIA SECCIÓN CIRCULAR DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=2"(INCL. PINT. ANTICORROSIVA) (NO INCL. EXC.)	ML	27.00	2,683.66	72,458.82
335	TANQUE DE ALMACENAMIENTO				1,798,232.73
33501	MOVIMIENTO DE TIERRA PARA TANQUE DE	M3			

	ALMACENAMIENTO				
92226	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL	M3	33.21	160.71	5,337.18
92287	CORTE MANUAL DE TERRENO	M3	19.58	228.91	4,482.06
93285	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO MATERIAL MIXTO	M3	65.22	542.75	35,398.16
	(ARCILLAS, LIMOS Y BOLONES)				
93398	EXPLOTACIÓN O CORTE (MANUAL) EN BANCO DE	M3	74.60	228.91	17,076.69
	PRÉSTAMO				
95268	MEZCLA MANUAL DE SUELO-CEMENTO PROPORCION 1:10	M3	33.21	2,762.46	91,741.30
	(C:S) (1 DE CEMENTO y 10 DE SUELO)				
95399	COMPACTACION DE TERRENO (CON VIBRO	M2	464.94	68.75	31,964.63
	COMPACTADORA MANUAL, PLANCHA DE 11"X13", PESO				
	DEL EQUIPO 145 LBS)				
95433	ACARREO (CON CAMION VOLQUETE) DE MAT.SELECTO A 1	M3	96.98	288.71	27,999.10
	KM,CARGA MANUAL (INCL.DERECHO DE EXPLOTACIÓN				
96129	RELLENO MANUAL CON MATERIAL SELECTO DEBAJO DE	M3	33.21	504.50	16,754.45
	FUNDACIONES (INCL. COSTO DE MATERIAL)				
33506	CASETA DE VIGILANCIA	M2			
04275	CASETA DE MAMPOSTERIA CONFINADA DE PARED DE	C/U	1.00	390,607.53	390,607.53
	BLOQUE DE MORTERO+CUBIERTA DE TECHO DE				
	ZINC+PUERTA DE TUBO, Área=3.95 mx2.85m P/CLORACION Y				
	CONTROLES ELECT				
33508	CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES	M2			

02737	CERCO (A) DE POSTES DE CONCRETO PRETENSADO	ML	76.00	2,122.20	161,287.20
	Alt.=2.55m CON 6 HILADAS DE ALAMBRE DE PÚAS Cal.#13½				
	(INCL. BASES DE CONCRETO DE 2,500 PSI)				
03586	PORTÓN DE POSTES DE MADERA DE PINO	C/U	1.00	6,532.41	6,532.41
	Diám.=0.25m(10") Alt.=2.00m y POSTES DE MADERA PINO				
	Diám.=0.125m(5")CON FORRO DE ALAMBRE DE PÚAS				
	L=4.25m,Alt.=1.40m				
33511	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	M3			
02418	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=3" (NO INCL. EXCAVACION) (INCL. BLOQUE DE REACCION)	ML	6.00	3,779.41	22,676.46
03327	CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO DE 2,500 PSI	C/U	2.00	7,399.43	14,798.86
	REF.+CONCRETO DE 3,000 PSI+PARED DE LADRILLO				
	CUARTERON DE Ancho 1=0.75m,Ancho 2=0.75m, Alt.=0.65m(INCL. EXC				
03855	CAJA DE CONCRETO DE 2,500 PSI REF.+PARED DE LADRILLO CUARTERON SOLIDO DE BARRO	C/U	1.00	15,397.97	15,397.97
	Ancho=0.90m, Largo=1.30m,Alt.=0.60m (NO INCL. TUBERIAS)				
04721	MAMPOSTERIA DE PIEDRA BOLÓN CLASIFICADA (CONS. COMPRA DE P. BOLÓN) CON MORTERO PROPORCIÓN 1:3 ,	M3	38.38	8,017.88	307,726.23
	INCL. FUNDIDA DE CONCRETO (NO INCL. EXC				

04917	PELDAÑO DE VARILLA DE HIERRO CORRUGADO GRADO	C/U	14.00	274.76	3,846.64
	40, Diám.=3/4", Ancho de peldaño=0.20m, Desarrollo=0.80m				
	(INCL. PINTURA ANTICORROSIVA)				
40207	ELABORACION DE PRUEBAS DE CONTROL DE	C/U	2.00	1,358.50	2,717.00
	COMPACTACION USANDO MÉTODO DEL CONO				
40211	ELABORACION DE PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA	C/U	3.00	679.24	2,037.72
	RUPTURA DE CILINDRO DE CONCRETO				
92005	CONCRETO DE 3,000 PSI (CON MEZCLADORA) (NO INCL.	M3	14.24	8,170.90	116,353.62
	FUNDIDA)				
92140	REPELLO CORRIENTE (USANDO MADERA BLANCA)	M2	66.82	260.68	17,418.64
92282	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M3	52.62	549.54	28,916.79
92345	FORMALETA DE MADERA DE PINO PARA VIGAS	M2	4.70	1,384.20	6,505.74
92371	FORMALETA DE MADERA DE PINO PARA MUROS	M2	44.04	752.36	33,133.93
92388	FORMALETA DE MADERA DE PINO PARA FUNDACIONES	M2	5.36	988.86	5,300.29
92848	VALVULA DE COMPUERTA DE HIERRO FUNDIDO Diám.=2"	C/U	2.00	12,518.28	25,036.56
	CON 2 BRIDAS (o FLANGES) DE HIERRO FUNDIDO Diám.=2"				
92853	TUBERIA SECCIÓN CIRCULAR DE HIERRO GALVANIZADO	ML	8.00	1,639.74	13,117.92
	Diám.=2" (NO INCL. EXCAVACION)				
93353	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 40) Diám. <=	LBS	1,632.30	63.33	103,373.56
	AL No. 4+TACOS SEPARADORES				

93383	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 40) Diám. >	LBS	8.19	70.62	578.38
	AL No. 4+TACOS SEPARADORES				
93411	PINTURA EPOXICA BLANCA (INCL. CATALIZADOR EPÓXICO	M2	64.00	1,415.56	90,595.84
	BLANCO) SOBRE PAREDES DE TANQUES DE AGUA				
	POTABLE				
93413	SELLADOR EN PAREDES DE CONCRETO EN TANQUE DE	M2	64.00	223.27	14,289.28
	AGUA POTABLE				
93847	CODO DE HIERRO GALVANIZADO DE 3" X 90°	C/U	4.00	2,118.76	8,475.04
93848	CODO DE HIERRO GALVANIZADO DE 2" X 90°	C/U	5.00	1,157.03	5,785.15
93873	RESPIRADERO DE TUBO DE Ho. Go. Diám. = 3"	C/U	1.00	4,048.65	4,048.65
94567	UNION DRESSER DE HIERRO FUNDIDO Diám.=2"	C/U	1.00	4,303.14	4,303.14
94976	MEDIDOR MAESTRO DE HIERRO FUNDIDO Diám.=2" PARA	C/U	1.00	16,833.72	16,833.72
	AGUA POTABLE (INCL. BRIDAS)				
95518	FORMALETA DE MADERA DE PINO PARA LOSA AEREA @	M2	18.08	1,619.84	29,286.71
	Alt.=2.40m (INCL. BARULES DE PINO DE 4" x 4")				
96077	VALVULA DE COMPUERTA DE HIERRO FUNDIDO Diám.=3"	C/U	1.00	45,525.43	45,525.43
	CON BRIDA (o FLANGE) DE PVC (2 C/U) + PERNOS				
	+TUERCAS				
96221	IMPERMEABILIZANTE (MORTERO CEMENTICIO CON BASE	M2	64.00	602.72	38,574.08
	AGUA) PARA REC. TIPO SIKA-101 O SIMILAR				
96624	CONCRETO CICLÓPEO:70%	M3	5.00	6,479.74	32,398.70

	CONCRETO DE 3,000 PSI+30%				
	PIEDRA BOLÓN (CONSIDERANDO PIEDRA BOLÓN DEL				
	SITIO) MAYOR A 2", HECHURA CON MEZCLADORA (NO INCL.				
	FUNDIDA)				
340	FUENTE Y OBRAS DE TOMA				1,224,696.15
34008	CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES	M2			
02737	CERCO (A) DE POSTES DE CONCRETO PRETENSADO	ML	76.00	2,122.20	161,287.20
	Alt.=2.55m CON 6 HILADAS DE ALAMBRE DE PÚAS Cal.#13½				
	(INCL. BASES DE CONCRETO DE 2,500 PSI)				
03586	PORTÓN DE POSTES DE MADERA DE PINO	C/U	1.00	6,532.41	6,532.41
	Diám.=0.25m(10")Alt.=2.00 m y POSTES DE MADERA PINO				
	Diám.=0.125m(5")CON FORRO DE ALAMBRE DE PÚAS				
	L=4.25m,Alt.=1.40m				
34011	PREFILTROS	C/U			
92179	TUBERIA DE PVC Diám.=6" (SDR-26) (ASTM D2241) (JUNTA	ML	75.50	3,515.67	265,433.09
	CEMENTADA) (NO INCL. EXCAVACIÓN)				
92226	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL	M3	119.93	160.71	19,273.95
92227	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NATURAL	M3	118.20	179.11	21,170.80
93395	EXCAVACIÓN (CON RETRO-EXCAVADORA + MARTILLO	M3	214.86	295.90	63,577.07
	HIDRAULICO) A CIELO ABIERTO EN TERRENO ROCA				
93594	GEOTEXTIL TEJIDO DE POLIPROPILENO T-2400 Espesor=1	M2	119.58	334.78	40,032.99
	mm				

93619	GRAVILLA DE RIO (CANTO RODADO DE 15 a 30 mm) (CONS. COMPRA)	M3	47.23	1,984.77	93,740.69
94511	GAVIÓN CAJA DE MALLA ABERTURA HEXAGONAL A DOBLE TORSIÓN TIPO 8x10mm DE Ancho=1.00m,Long.=1.50m ,Alto=1.00m +PIEDRA BOLÓN (INCL.ACARREO DE P.BOLÓN @8 KM	M3	66.90	4,914.49	328,779.38
95547	BOTAR (CON CAMION PLATAFORMA) TIERRA SOBRANTE DE EXCAVACION A 1 KM (CARGA MANUAL)	M3	94.92	134.41	12,758.20
95951	TUBERIA DE PVC Diám.=12" (SDR-41) (ASTM D2665) JUNTA CEMENTADA PARA DWV(Drain-Waste-Vent) DREN CON 4 HILADAS DE PERFORACIONES Diám.=½"(12.71mm)@0.10 m	ML	5.00	9,267.46	46,337.30
96267	PIEDRA BOLÓN CLASIFICADA Diám.=MAYOR DE 0.05m SELECCIONADA (CONSIDER. DERECHO DE EXPLOTACIÓN y COLOCACIÓN MANUAL)	M3	45.98	508.79	23,394.16
96334	REDUCTOR LISO DE PVC DE 12" x 6" (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	1.00	56,759.66	56,759.66
96479	GRAVILLA DE RIO (CANTO RODADO DE 5 a 20 mm) (CONS.COMPRA)	M3	24.60	1,984.77	48,825.34
96521	GRAVILLA DE RIO (CANTO RODADO DE 50 a 100 mm) (CONS. COMPRA)	M3	9.84	1,984.77	19,530.14
96994	CODO LISO DE PVC Diám.=6", 90° (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	1.00	4,043.70	4,043.70

34020	ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA	C/U			
40020	ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO(20	C/U	1.00	6,735.55	6,735.55
	PARÁMETROS: Color,olor,durez,turbieda+C IANUROS y GASES				
	DISUELTOS: NITROG.y Comp.),AMONÍACO y METANO)DE				
	1(UNA) MUESTRA DE AGUA				
40021	ANÁLISIS BIOLÓGICOS- BACTERIOLÓGICO	C/U	1.00	3,974.38	3,974.38
	COMPLETO(Bacterias coliformes fecales y totales, Escherichia				
	Coli) DE 1(UNA) MUESTRA DE AGUA PARA AGUA POTABLE				
40089	ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA (ARSÉNICO) DE 1(UNA)	C/U	1.00	2,510.14	2,510.14
	MUESTRA DE AGUA PARA AGUA POTABLE				
345	ESTACIÓN DE BOMBEO - AGUA POTABLE				1,416,973.49
34502	POZOS HÚMEDO DE SUCCIÓN	C/U			
92007	CONCRETO DE 3,500 PSI (CON MEZCLADORA) (NO INCL.	M3	11.47	8,978.79	102,986.72
	FUNDIDA)				
92137	REPELLO Y FINO CORRIENTE	M2	37.84	640.01	24,217.98
92227	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NATURAL	M3	5.31	179.11	951.07
92282	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M3	11.47	549.54	6,303.22
92371	FORMALETA DE MADERA DE PINO PARA MUROS	M2	37.82	752.36	28,454.26
93353	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 40) Diám. <=	LBS	1,414.90	63.33	89,605.62
	AL No. 4+TACOS SEPARADORES				
95547	BOTAR (CON CAMION PLATAFORMA) TIERRA SOBRANTE	M3	28.25	134.41	3,797.08
	DE EXCAVACION A 1 KM (CARGA MANUAL)				
96527	EXCAVACIÓN (CON CHICHARRA o MARTILLO	M3	27.87	5,642.78	157,264.28

	DEMOLEDOR+COMPRESOR) EN TERRENO ROCA				
	BASALTICA				
34503	EQUIPOS, TUBERÍA Y ACCESORIOS	GLB			
02394	SARTA DE TUBERIA DE HIERRO FUNDIDO Diám.=2"(INCL. 1	C/U	1.00	192,472.43	192,472.43
	VALVULA DE ALIVIO DE Ho.Fo.Diám.=2"+2 VALVULAS DE				
	COMPUERTA DE Ho.Fo.+MEDIDOR MAESTRO Ho.Diám=2")				
93509	TAPA DE ACERO (A-36) PARA BOCA DE VISITA (INCLUYE 2	C/U	1.00	26,682.70	26,682.70
	CANDADOS MEDIANO) (NO INCL. PINTURA ANTICORROSIV				
95792	VALVULA DE AIRE Y VACIO DE BRONCE Diám.=2"	C/U	1.00	17,465.35	17,465.35
	CONEXION CON ROSCA (NO INCL. EXCAVACION)				
95849	TUBERIA SECCIÓN CIRCULAR DE HIERRO GALVANIZADO	ML	8.00	1,830.42	14,643.36
	Diám.=2" PARA COLUMNA DE DESCARGA				
95863	PANEL (o TABLERO) DE CONTROL DE BOMBA PARA MOTOR	C/U	1.00	26,020.14	26,020.14
	DE ARRANQUE DE 5 HP, MONOFASICO 230 V, 60 HZ				
95894	PLATINA (EN FORMA DE ANILLO) DE HIERRO FUNDIDO	C/U	1.00	19,209.34	19,209.34
	Diám. ext.=16", Diám. int.=4¼" PARA SOPORTE DE EQUIPO				
	DE BOMBEO				
96447	CAMISA CILINDRICA DE ACERO INOXIDABLE Diám.=8",	C/U	1.00	11,877.82	11,877.82
	L=1.44m PARA REFRIGERAR MOTOR SUMERGIBLE DE				
	BOMBA				

96455	TEE DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=2"x 2" x 2"	C/U	1.00	1,511.50	1,511.50
95580	BOMBA C/MOTOR SUMERGIBLE DE 3 HP, Q=16 GPM,	C/U	2.00	76,213.91	152,427.82
	CTD=460', 1/60/230 v				
95862	BOMBA C/MOTOR SUMERGIBLE DE 5 HP, Q=25 GPM,	C/U	2.00	75,237.64	150,475.27
	CTD=500', 1/60/230 v				
34505	CASETA DEL OPERADOR	M2			
04275	CASETA DE MAMPOSTERIA CONFINADA DE PARED DE	C/U	1.00	390,607.53	390,607.53
	BLOQUE DE MORTERO+CUBIERTA DE TECHO DE				
	ZINC+PUERTA DE TUBO,Área=3.95 mx2.85m P/CLORACION Y				
	CONTROLES ELECT				
360	PLANTA DE PURIFICACIÓN				2,233,049.46
36016	PLANTA DE TRATAMIENTO	C/U			
40608	SUM. E INST. DE PLANTA PRESURIZADA DE TRATAMIENTO	C/U	1.00	1,395,717.33	1,395,717.33
	DE AGUA POTABLE Cap.=4.32 m3/h (7 TANQUE DE ACERO				
	Diam=16" CON MEDIA FILTRANTE)+ SULFATO DE AL Y CL				
40609	CAPACITACION A TRES(3)PERSONAS POR TREINTA(30)HRS	C/U	1.00	25,875.31	25,875.31
	PARA MANEJO DE PLANTA COMPACTA				
	PRESURIZADA(PTAP) Q=4.32m3/h, Dist.=MANAG-MUY				
	MUY/EL CHAPARRAL, 176KM				
40610	TRANSPORTE TERRESTRE DE PLANTA PRESURIZADA DE	C/U	1.00	73,313.39	73,313.39
	TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE(PTAP)				

	COMPACTA, CAUDAL=4.3 2 m ³ /h, Dist DE MANAG- MUY				
	MUY/EL CHAPARRAL 176Km				
36017	COBERTIZO PARA PLANTA DE TRATAMIENTO	M2			
02137	VALVULA DE PASE DE MARIPOSA DE BRONCE Diám.=2"	C/U	2.00	3536.29	7072.58
	CON PROTECTOR DE TUBO SECCIÓN CIRCULAR DE HIERRO GALVANIZADO (INCL. EXCAVACION)				
03106	ANDEN DE CONCRETO DE 2,500 PSI SIN	M2	10.15	695.97	7064.0955
	REF., Espesor=0.075m				
03339	BORDILLO DE BLOQUE DE MORTERO DE 6"x8"x16" CON	ML	9.56	349.56	3341.7936
	HUECOS RELLENO DE MORTERO PROPORCIÓN 1:4, Ancho=0.15m, Alt.=0.20 m PARA ACERAS				
04614	CANAL DE DRENAJE EN FORMA DE MEDIA CAÑA	ML	6.00	538.54	3231.24
	PREFABRICADA DE CONCRETO Diám.=14" C/BORDILLO				
	CONCRETO DE 2,000 PSI (INCL. EXC.)				
40207	ELABORACION DE PRUEBAS DE CONTROL DE	C/U	2.00	31,050.38	62,100.76
	COMPACTACION USANDO MÉTODO DEL CONO				
40211	ELABORACION DE PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA	C/U	2.00	6,900.08	13,800.16
	RUPTURA DE CILINDRO DE CONCRETO				
92009	CONCRETO DE 3,000 PSI (MEZCLADO A MANO) (NO INCL.	M3	6.73	6,468.83	43,535.23
	FUNDIDA)				
92119	CUBIERTA DE TECHO DE LÁMINA ONDULADA DE ZINC	M2	56.24	409.69	23,040.97
	CAL.26 SOBRE ESTRUCTURA METÁLICA				

92121	ESTRUCTURAS DE ACERO (A-36) (NO INCL. PINTURA ANTICORROSIVA)	LBS	3,280.00	94.32	309,369.60
92152	PUERTA DE MARCO DE TUBO SECCIÓN CIRCULAR DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=1½" CON FORRO DE MALLA	M2	2.10	6,783.64	14,245.64
	CICLÓN DE ALAMBRE DE ACERO GALVANIZA CAL.#12 SIN HERRAJES				
92226	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL	M3	33.26	172.50	5,737.35
92227	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NATURAL	M3	33.26	258.75	8,606.03
92282	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M3	6.73	1,293.77	8,707.07
93353	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 40)	LBS	358.78	28.75	10,314.93
	Diám. <= AL No. 4+TACOS SEPARADORES				
93385	CERRAMIENTO DE MALLA CICLÓN DE ALAMBRE DE ACERO GALVANIZADO CAL.#12(Diám. del alambre=2.5908mm(INCL. VARILLAS DE HIERRO SOLDADAS A ESQUELETO(NO INCL.ESQ	M2	74.85	1,403.74	105,069.94
93398	EXPLOTACIÓN O CORTE (MANUAL) EN BANCO DE PRÉSTAMO	M3	33.26	172.50	5,737.35
93399	MALLA ELECTROSOLDADA DE VARILLAS DE HIERRO EN CUADROS DE 0.15m(6") x 0.15m(6"), Diám.=4.88 mm	M2	44.20	215.63	9,530.85
95399	COMPACTACION DE TERRENO (CON VIBRO COMPACTADORA MANUAL, PLANCHA DE 11"X13", PESO DEL EQUIPO 145 LBS)	M2	302.40	258.75	78,246.00

95923	ACARREO (CON CAMION VOLQUETE) DE MAT.SELECTO A	M3	43.24	433.71	18,753.62
	24 KMS, CARGA CON EQUIPO (INCL. DERECHO DE EXPLOTACIÓN				
96165	TUBERIA DE PVC Diám.=2" (SDR-26) (ASTM D2241) (JUNTA CEMENTADA) (NO INCL. EXCAVACIÓN)	ML	4.00	159.56	638.24
350	CONEXIONES				1,250,606.13
35001	CONEXIONES DOMICILIARES	C/U			
03931	CONEXIÓN DOMICILIAR DE PATIO CON ABRAZADE TUBO DE PVC Diám.=½"(SDR-13.5)(NO INCL. MEDIDOR)(INCL.EXC)+VÁLVULA(ó LLAVE) DE BRONCE Diám.=½"+VÁLVULA CHORR	C/U	116.00	8,100.26	939,630.16
05053	BASE DE CONCRETO DE 2,500 PSI SIN REF. DE Ancho 1=0.60m, Ancho 2=0.60m, Alto=0.80m (NO INCL. FORMALETA) (NO INCL. EXC.)	C/U	6.09	2,572.52	15,666.65
35009	MEDIDORES DE AGUA POTABLE	C/U			
94191	CAJA PREFABRICADA DE CONCRETO PARA MEDIDOR DE AGUA POTABLE PARA USO DOMICILIAR	C/U	116.00	1,837.65	213,167.40
96206	INSTALACION DE MEDIDOR DE AGUA POTABLE Diám.=½" (SOLO MANO DE OBRA)(INCL. EL COSTO DE 2 ADAPTADORES)	C/U	116.00	708.12	82,141.92
370	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA				19,277.78
37003	PLACA CONMEMORATIVA	C/U			
03392	PEDESTAL DE CONCRETO DE 2,500 PSI REF. CON	C/U	1.00	6,098.96	6,098.96

	REPELLO y FINO CORRIENTE (INCL. EXC.) PARA PLACA				
	CONMEMORATIVA				
04189	PLACA CONMEMORATIVA DE ALUMINIO DE 0.65m x 0.42m	C/U	1.00	13,178.82	13,178.82
TOTAL:					14,419,040.83

CONCLUSIONES

Según los datos arrojados en el estudio socioeconómico, se logrando caracterizar los datos más relevantes de la zona. Según el estudio socioeconómico se logra determinar por medio del método geométrico una tasa de crecimiento 2.22%, por cuestiones de diseño se utilizará una tasa de crecimiento de 2.5%.

Los datos recolectados del censo muestran una población neta 467 pobladores donde van incluidos niños, jóvenes, adultos y ancianos del a tercera edad. La proyección de población se realizó satisfactoriamente siendo estimada 785 habitantes en 20 años.

Los resultados de calidad físico química y bacteriológico del agua del Río Tapasle indican que puede ser clasificada como agua del tipo 1B; por tanto, tiene potencial para ser utilizado como fuente de abastecimiento de agua, pero para su potabilización se requiere de un tren de tratamiento que garantice que los valores de Turbidez, Color, Hierro y Coliformes cumplan con los requerimientos que la normativa nacional requiere para aguas de consumo humano.

El caudal de estiaje que conduce estas dos fuentes unidas en época de verano es de 44.38 L/s (703.45 Gpm). El caudal obtenido es 34.67 veces superior a la demanda de agua de los próximos 20 años de los pobladores de esta comunidad de 1.28 L/s (CMD), siempre y cuando, se mantengan las mismas condiciones hidrológicas y climáticas de la cuenca en estudio.

En Civil 3D se realizó el trazado de la línea de conducción de acuerdo a los datos de los puntos proporcionados del levantamiento topográfico. Se determinó una altura en el tanque de almacenamiento de 422.73 msnm y una altura en el pozo de bombeo de 302.75 msnm, existiendo una diferencia en altura de 119.98 m, esta diferencia nos permite una distribución por gravedad en la red de distribución.

El análisis hidráulico se realizó con hojas de cálculo reflejando los accesorios del sistema de bombeo, logrando así determinar el total de pérdidas, por lo cual se

concluyó que la potencia requerida de la bomba para poder lograr superar la impulsión del agua desde el pozo hacía el tanque es de 3 HP para 10 años y 5 HP para 20 años.

El análisis hidráulico se realizó con hojas de cálculo y corroborando con la modelación en EPANET dando como resultado satisfactorio en la mayoría del sistema de red de distribución exceptuando pocos puntos en los sectores de más bajo de la zona; basándose en la normativa rural y citando en algunos casos la normativa urbana.

Los planos constructivos, fueron la base para el cálculo de las cantidades de obra y el correspondiente presupuesto que ronda los C\$14,419,040.83.

RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta los valores de hierro presentes en el agua (según el estudio de calidad) arrojando valores superiores a los normado, se recomienda aparte de un pre filtro horizontal la inclusión de un sistema de tratamiento presurizado capaz de reducir dichos valores.

Según las condiciones sociales para conexiones domiciliarias, deberá realizarse una campaña educativa a la comunidad en cuanto al uso y ahorro.

Antes de poner en explotación el pozo, es recomendable realizar desinfección del mismo con hipoclorito de sodio y/o calcio.

Se debe dar mantenimiento periódico a los sistemas para cumplir con un funcionamiento eficiente durante el periodo de diseño.

Se recomienda el uso de válvulas de limpieza en las zonas más bajas de la red.

BIBLIOGRAFÍA

CAPRE. (1993). *Normas de Calidad del Agua para Consumo Humano*. Managua.

CENEPRED. (2016). *Guía metodológica para elaborar el estudio socioeconómico, cultural y ambiental para el reasentamiento*. Lima.

CONAGUA. (2015). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. México.

INAA. (1999). *NTON 09 003-99: Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización del Agua*. Managua.

INAA. (1999). *NTON 09-001-99: Normas de Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural*. Managua.

López, P. A. (2010). *Topografía*. Medellín.

Márquez, F. G. (1994). *Curso Básico de Topografía*. México, D.F.: Árbol Editorial.

MIFIC. (2020). *NTON 09 007 - 19 Diseño de sistemas de abastecimiento. Agua potable*. Managua.

Nickisch, M. B. (2008). *Aforadores de Corriente de Agua*. Santiago del Estero.

Paul R. Wolf y Charles D. Ghilani. (2016). *Topografía*. México, D.F.: Alfaomeg.

Rossman, L. A. (2000). *Epanet 2. Users Manual*. Cincinnati. Ohio: US: Environmental Protection Agency.

UNI. (2021). *Manual de Costo y Presupuestos de Obras Verticales*. Estelí.

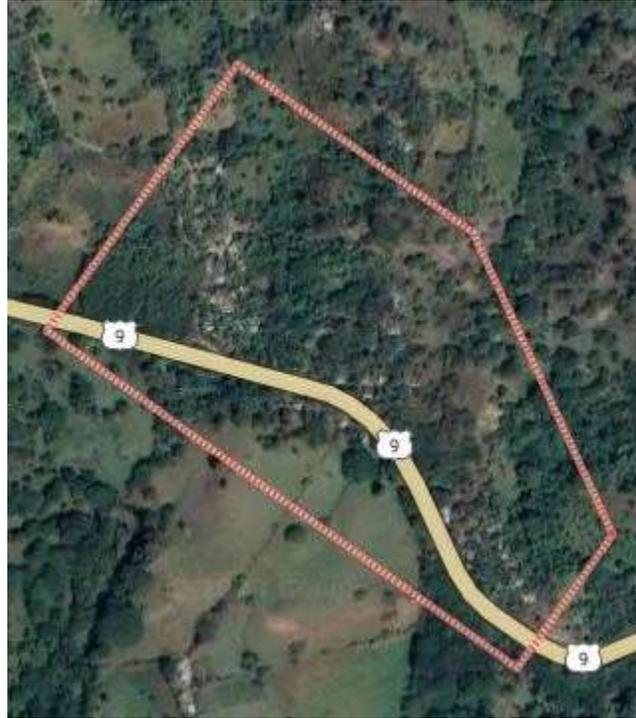
UNI-Norte. (2008). *Topografía II*. Estelí.

ANEXOS

Anexo 1

Ubicación del proyecto

Micro localización



Macro localización



ENCUESTA SOCIOECONÓMICA Y DE HIGIENE A NIVEL COMUNITARIO

(N; ninguno; P: Primaria; S: Secundaria; T: Técnico; U: Universitario)

Síntesis composición familiar:

Número de familias que viven en la vivienda:		Número de integrantes de las familias:	
Número de hombres:		Número de mujeres:	
Número de niños y niñas de 0 a 18 años:			

1. ¿Existen en el hogar personas con capacidades diferentes? Sí _____ No _____

Hombres: _____ Edad: _____ Niños: _____ Edad _____

Mujeres: _____ Edad: _____ Niñas: _____ Edad _____

III. SITUACIÓN ECONÓMICA DE LA FAMILIA

- ¿Cuántos de los miembros de la familia realizan trabajo remunerado? Hombres _____ Mujeres _____
- ¿Cuál es el ingreso económico total de todos los miembros de la familia que trabajan y aportan a los gastos del hogar al mes? C\$ _____
- ¿Cuánto es el gasto promedio mensual en pago por energía eléctrica del hogar? C\$ _____
- ¿Cuánto es el gasto promedio mensual en pago por telefonía celular del hogar? C\$ _____
- ¿Cuánto es el gasto mensual estimado al mes en el hogar? C\$ _____

IV. CONDICIONES DE LA VIVIENDA

¿Qué material de construcción predomina en la vivienda?

- Paredes: a) Bloque _____ b) Ladrillo _____ c) Madera _____ d) Otros _____
- El piso: a) Madera _____ b) Tierra _____ c) Ladrillo _____ d) Otros _____
- El techo: a) Zinc _____ b) Teja _____ d) Palma _____ e) Otros _____
- ¿La vivienda cuenta con servicio de energía eléctrica? Sí _____ No _____
- ¿La vivienda cuenta con servicio de agua potable? Sí _____ No _____
- Tenencia de la vivienda:
a) Propia _____ b) Alquilada _____ c) Prestada/En cuidado _____

V. ABASTECIMIENTO DE AGUA DE CONSUMO

13. ¿Cómo se abastece de agua para consumo del hogar?
- a) Red pública dentro de la vivienda ____
 - b) Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de propiedad ____
 - c) Pozo público ____
 - d) Pozo privado ____
 - e) Fuente natural ____
 - f) Cosecha de agua ____
 - g) Otro ¿Cuál?: _____
14. Quien acarrea el agua
- a) Niños/as ____
 - b) Mujeres ____
 - c) Hombres ____
 - d) Todos ____
15. Tiempo a la fuente de agua (ida y vuelta): _____ minutos
16. ¿Dispone de suficiente agua para atender las necesidades del hogar? Sí ____ No ____
17. ¿Tiene menos disponibilidad de agua en el verano? Sí ____ No ____
18. ¿Cuánto es el gasto estimado mensual en pago por el agua que recibe del hogar? C\$ _____
19. ¿Qué condiciones tiene el agua que consumen (¿se puede marcar varias situaciones)?
- a) Tiene mal sabor ____
 - b) Tiene mal olor ____
 - c) Tiene mal color ____

VI. SANEAMIENTO E HIGIENE AMBIENTAL DE LA VIVIENDA (Observar, verificar)

20. ¿Cuál es la opción de saneamiento que posee en su vivienda?
- a) Letrina ____
 - b) Inodoro ____
 - c) Ninguna ____
 - d) Otros (mencionar) _____
21. ¿Usa la letrina? a) Si ____ b) NO ____
22. ¿En qué estado se encuentra su opción de saneamiento? a) Buena ____ b) Mala ____
23. ¿Dónde está instalada su opción de saneamiento?
- a) Dentro de la vivienda ____
 - b) Fuera de la vivienda? ____

ENCUESTA SOCIOECONÓMICA Y DE HIGIENE A NIVEL COMUNITARIO

24. ¿Su opción de saneamiento es de uso exclusivo del hogar?
a) Si, exclusivo _____ b) No, compartido con otras familias _____
25. ¿Cuántas familias comparten la opción de saneamiento? _____
26. ¿Están satisfechos con la opción de saneamiento que utilizan actualmente? a) Si ___ b) No ___ Por qué?

27. De no tener opción de saneamiento, ¿Estaría dispuesto/a apoyar la construcción de estas?
a) Si ___ b) No ___
28. ¿Cuánto estaría dispuesto(a) pagar para mejorar su opción de saneamiento? C\$ _____
29. ¿Qué hacen con las aguas de la cocina y/o el lavadero de la casa?
a) La riegan _____ b) La dejan correr _____ c) La infiltran _____
30. ¿Qué hacen con desecho sólidos (basura del hogar)?
a) La queman _____ b) La botan _____ c) Recolección domiciliar _____ d) La entierran _____

Nombre y Apellido del Encuestado _____ (Parentesco) _____

Nombre y Apellido del encuestador _____ (institución) _____

➤ **Encuesta socioeconómica aplicada a los puestos de salud**

**ENCUESTA SOCIOECONOMICA
APLICADA A LOS PUESTOS DE SALUD
FISE**

Departamento: _____ Municipio: _____

Comunidad: _____ Fecha: _____

Tipo de Proyecto: _____

Nombre del Puesto de Salud: _____

Director/a: _____

Subdirector/a: _____

Personal:

Cantidad de médicos:

Mujeres _____ Hombres _____ Total _____

Cantidad de enfermeras:

Mujeres _____ Hombres _____ Total _____

De que comunidades vienen los médicos y enfermeras: _____

De que comunidades vienen los pacientes: _____

Cantidad de población que atienden: Mujeres _____ Hombres _____ Total _____

Horario de atención: _____

I. INFRAESTRUCTURA

Cantidad de clínicas existentes: _____

Explique cuales son los programas de atención que tiene el puesto de salud: _____

Cuales son las especialidades médicas que tiene el centro de salud: _____

EL CENTRO CUENTA CON:

- a) Oficina para la Direccion. Si _____ No _____
b) Sala de espera. Si _____ No _____
c) Biblioteca. Si _____ No _____
d) Bodega. Si _____ No _____
e) Cafetin. Si _____ No _____

1. Las paredes son: a) Bloque ___ b) Ladrillo ___ c) Madera ___ d) Otros ___
2. El piso es : a) Madera ___ b) Tierra ___ c) Ladrillo ___ d) Otros ___
3. El techo es : a) Zinc ___ b) Teja ___ c) Madera ___ d) Palma ___ e) Otros ___
4. Resumen del estado del centro: a) Bueno ___ b) Regular ___ c) Malo ___
6. De cuanto fue el último pago de energía eléctrica, realizado por el Centro? _____

II. COBERTURA

- a) Cuantas niñas asisten a consulta? _____
b) Cuantos niños asisten a consulta? _____
c) Cuantas adolescentes mujeres asisten a consulta? _____
d) Cuantos adolescentes hombres asisten a consulta? _____
e) Cuantas mujeres adultas asisten a consulta? _____
f) Cuantos hombres adultos asisten a consulta? _____
g) Explique como colaboran los padres y madres de familia con el centro? _____

III. SANEAMIENTO E HIGIENE AMBIENTAL DEL CENTRO (Observar, verificar)

1. Tienen Letrina?

Si _____ Cuantas? _____

Las letrinas cubren la necesidad del Centro según el numero de pacientes y personal?

Si _____ No _____ Cuantas letrinas faltan? _____

2. En que estado se encuentran? a) Buena ___ b) Regular ___ c) Mala ___ (verificar)

Estarían dispuesto/a en construir su letrina Si _____ No _____

3. La letrina está construida en suelo? a) Rocoso ___ b) Arenoso ___ c) Arcilloso _____

4. Tienen unidad para lavado de manos: Si _____ No _____ Cuantas _____

5. Que hacen con las aguas servidas de la escuela? a))La riegan ___ b) La dejan correr _____ c) Tienen zanja de drenaje _____ d) Tiene filtro para drenaje _____ No generan aguas servidas _____

6. Existen charcas en el patio? a) Si _____ b) No _____

7. Como eliminan las charcas? a) Drenando _____ b) Aterrando _____ c) Otros _____

IV. RECURSOS Y SERVICIOS DE AGUA:

1. Cuentan con servicio de agua?

a) Si _____ Cual: _____

b) No _____ Como se abastecen: _____

c) Cuanto pagan de agua al mes? _____

d) Quién busca o acarrea el agua?: _____

e) Cuantos viajes realizan diario para buscar el agua que utilizan ? _____

f) En qué almacena el agua? a) Barriles _____ b) Bidones _____ c) Pilas _____

g) Los recipientes en que se almacena el agua los mantienen:

Tapados _____ Destapados _____ Como _____ (verificar)

h) Como almacenan el agua que toman los pacientes? _____

i) La calidad del agua que consumen en el Centro, la considera:

a) Buena _____ b) Regular _____ c) Mala _____

j) Que condiciones tiene el agua que consumen (se puede marcar varias situaciones)

Tiene mal sabor _____ Tiene mal olor _____ Tiene mal color _____

V. ORGANIZACIÓN:

1. Como estan organizados los trabajadores del centro?: _____

2. Como esta organizada la comunidad alrededor del Centro? _____

3. Quienes participan mas en la actividades del centro los hombres o las mujeres?

Explique porque en cualquiera de los casos. _____

VI. SITUACION DE SALUD EN LA COMUNIDAD

1. Enfermedades padecidas por los estudiantes durante el pasado año (cuantos).

Enfermedades	Grupos de edad				Observaciones
	0- 5	6-12	13-18	19+	
Diarrea					
Tos					
Resfriados					
Malaria					
Dengue					
Parasitosis					
Infección renal					
Tifoidea					
Hepatitis					
Infecciones dérmicas(piel)					
Otras					

2. Están vacunados los niños y niñas? a) Si _____, cuantos? _____ b) No _____, cuantos? _____ Por qué? _____

3. Explique los buenos hábitos de higiene que se practican en la comunidad:

4. Explique cuales son los malos habitos de higiene que hay en la comunidad: _____

Observaciones sobre el estado de salud en general en la comunidad: _____

Tienen un plan de capacitaciones relacionado con temas de Salud para impartir en las escuelas de las comunidades rurales. Explique que temas.

Como miden los resultados de las capacitaciones en temas de de Salud.

Nombre del Encuestador(a)

Nombre de Funcionario MINSA

➤ **Encuesta socioeconómica aplicada a escuelas**

**ENCUESTA SOCIOECONOMICA
APLICADA A LAS ESCUELAS**

Región: _____ Municipio: _____

Comunidad: _____ Fecha: _____

Nombre de la Escuela:

Director/a:

Subdirector/a: No tiene

Personal Docente: Mujeres: Hombres: Total

De que comunidades vienen los docentes:

De que comunidades vienen los estudiantes:

Cantidad de estudiantes: Mujeres: Varones: Total:

Turno: Matutino: Vespertino: Nocturno: _____

Cantidad de estudiantes por turno.

Matutino: Mujeres: Hombres: Total:

Vespertino: Mujeres: Hombres: Total _____

Nocturno: Mujeres: _____ Hombres: _____ Total _____

Cantidad de estudiantes por nivel escolar.

Prescolar: Turno: Maestros: Mujeres: Hombres _____

Cantidad de estudiantes: Mujeres: Hombres Total:

Primaria: Turno: Maestros: Mujeres: Hombres:

Cantidad de estudiantes: Mujeres: Hombres: Total:

Secundaria: Turno: Vespertino Maestros: Mujeres: Hombres:

Cantidad de estudiantes: Mujeres Hombres: Total:

I. INFRAESTRUCTURA

Cantidad de aulas:

1. La escuela cuenta con:

- a) Oficina para la Dirección de la Escuela. Si _____ No _____
- b) Sala de profesores. Si _____ No _____
- c) Biblioteca. Si _____ No _____
- d) Bodega. Si _____ No _____
- e) Cafetín. Si _____ No _____
- f) Comedor infantil. Si _____ No _____
- g) Cancha deportiva. Si _____ No _____
- h) Huerto: Si _____ No _____
- i) Vivero: Si _____ No _____
- j) Banda Musical. Si _____ No _____
- k) Grupo Cultural. Si _____ No _____

Si la respuesta es Si, explicar la actividad del grupo: Grupo de danza

- 2. La escuela es: a) Estatal _____ b) Comunal _____ c) Privada _____
- 3. Las paredes son: a) Bloque _____ b) Ladrillo _____ c) Madera _____ d) Otros _____
- 4. El piso es : a) Madera _____ b) Tierra _____ c) Ladrillo _____ d) Otros _____
- 5. El techo es : a) Zinc _____ b) Teja _____ c) Madera _____ d) Palma _____ e) Otros _____
- 6. Resumen del estado de la escuela: a) Buena _____ b) Regular _____ c) Mala _____

II. COBERTURA

- a) Cuantas niñas no asisten a la escuela? _____ Porque? _____

b) Cuantos niños no asisten a la escuela? _____ Porque? _____

c) Cuantas adolescentes mujeres no asisten a la escuela? _____ Porque? _____

d) Cuantos adolescentes hombres no asisten a la escuela? _____ Porque? _____

- e) De cuanto fue el último pago de energía eléctrica, realizado por la escuela? No tiene energía eléctrica.

- f) Explique como colaboran los padres y madres de familia con la escuela?

g) _____

- h) Cuantos estudiantes mujeres, por nivel escolar han desertado en el primer trimestre del año. Explique porque:

i) Cuantos estudiantes hombres, por nivel escolar han desertado en el primer trimestre del año. Explique porque. _____

III. SANEAMIENTO E HIGIENE AMBIENTAL DE LA ESCUELA (Observar, verificar)

1. La escuela tienen Letrina?

Si _____ Cuantas? _____ Cubren la necesidad de la escuela según el número de alumno? Si _____ No _____ Cuantas letrinas faltan? _____

2. En que estado se encuentran? a) Buena _____ b) Regular _____ c) Mala _____ (verificar)

No _____ Estarían dispuesto/a en construir su letrina Si _____ No _____

3. Quienes usan la Letrina? a) Maestros _____ b) Niños/as _____ c) Vecinos _____

4. La letrina está construida en suelo? a) Rocoso _____ b) Arenoso _____ c) Arcilloso _____

5. Tienen unidades para el lavado de manos? Si _____ No _____ Cuantas? _____

6. Que hacen con las aguas servidas de la escuela? a) La riegan _____ b) La dejan correr _____ c) Tienen zanja de drenaje _____ d) Tiene filtro para drenaje _____ No generan aguas servidas _____

7. Existen charcas en el patio? a) Si _____ (pasar a la No. 7) b) No _____

8. Como eliminan las charcas? a) Drenando _____ b) Aterrando _____ c) Otros _____

IV. RECURSOS Y SERVICIOS DE AGUA

1. Cuentan con servicio de agua?

a) Si _____ Cual: _____

b) No _____ Como se abastecen:

c) Cuanto pagan de agua al mes? _____

d) Quién busca o acarrea el agua?

e) Cuantos viajes realizan diario para buscar el agua que utilizan?

f) En qué almacena el agua? a) Barriles _____ b) Bidones _____ c) Pilas _____

g) Los recipientes en que se almacena el agua los mantienen:

Tapados _____ Destapados _____ (verificar)

h) Como almacenan el agua que toman los niños y niñas? _____

i) La calidad del agua que consumen en la escuela, la considera:

a) Buena _____ b) Regular _____ c) Mala _____

j) Que condiciones tiene el agua que consumen (se puede marcar varias situaciones)

Tiene mal sabor _____ Tiene mal olor _____ Tiene mal color _____

V. ORGANIZACIÓN:

1. Como estan organizados los estudiantes?
2. Como estan organizados los padres y madres de familia?
 2. Como esta organizada la comunidad alrededor de la Escuela?
4. Quienes participan mas en la actividades de la escuela, los hombres?, las mujeres?
Explique porque en cualquiera de los casos.

VI. SITUACION DE SALUD EN LA ESCUELA

1. Enfermedades padecidas por los estudiantes durante el pasado año (cuantos).

Enfermedades	Cantidad por Grupos de edad				Observaciones/recibieron atención medica
	0- 5	6-12	13-18	+ 19	
Diarrea					
Tos					
Resfriados					
Malaria					
Dengue					
Parasitosis					
Infección renal					
Tifoidea					
Hepatitis					
Infecciones dérmicas(piel)					
Otras					

2. Están vacunados los niños y niñas? a) Si _____, cuantos? _____ b) No _____, cuantos? Por qué? _____

3. Los estudiantes practican hábitos de higiene como:

Lavado de manos a) Si _____ b) No _____ c) Porque? _____

Usan vaso para tomar Agua a) Si _____ b) No _____ c) Por qué? _____

Hacer buen uso de la letrina a) Si _____ b) No _____ c) Por qué? _____

Capacitacion de Profesores en temas de Salud

Que temas relacionados con la Salud imparten a los niños como parte del PENSUM Académico.

Imparten charlas con relacionadas con el Lavado de Manos.

Imparten charlas con relacion al uso y manejo del agua.

Imparten charlas con relacion al uso y manejo de la letrina.

Explique brevemente como ustedes miden los resultados de estas charlas relacionadas con los temas anteriores.

Los Centros o Puestos de Salud realizan actividades en la escuela relacionadas con los niños en temas de Salud e Higiene.

En temas de higiene ambiental que temas desarrollan con los niños.

Nombre y Firma del Encuestador(a)

Nombre y Firma de Maestro/a

Anexo 3

Proyección de población y demanda

PERIODO	AÑO	POBLACIÓN LOCAL (HAB)	Consumo doméstico (Lpd)	Público o institucional	Consumo Promedio Diario (CPD)		Pérdidas		CMD(LPS)	CMH(LPS)
					Lpd	Lps	Lpd	Lps		
0	2024	479	38320	2682.4	41002.4	0.474564815	6150.36	0.07118472	0.783031944	1.257596759
1	2025	491	39280	2749.6	42029.6	0.486453704	6304.44	0.07296806	0.802648611	1.289102315
2	2026	503	40240	2816.8	43056.8	0.498342593	6458.52	0.07475139	0.822265278	1.32060787
3	2027	516	41280	2889.6	44169.6	0.511222222	6625.44	0.07668333	0.843516667	1.354738889
4	2028	529	42320	2962.4	45282.4	0.524101852	6792.36	0.07861528	0.864768056	1.388869907
5	2029	542	43360	3035.2	46395.2	0.536981481	6959.28	0.08054722	0.886019444	1.423000926
6	2030	556	44480	3113.6	47593.6	0.550851852	7139.04	0.08262778	0.908905556	1.459757407
7	2031	569	45520	3186.4	48706.4	0.563731481	7305.96	0.08455972	0.930156944	1.493888426
8	2032	584	46720	3270.4	49990.4	0.578592593	7498.56	0.08678889	0.954677778	1.53327037
9	2033	598	47840	3348.8	51188.8	0.592462963	7678.32	0.08886944	0.977563889	1.570026852
10	2034	613	49040	3432.8	52472.8	0.607324074	7870.92	0.09109861	1.002084722	1.609408796
11	2035	629	50320	3522.4	53842.4	0.623175926	8076.36	0.09347639	1.028240278	1.651416204
12	2036	644	51520	3606.4	55126.4	0.638037037	8268.96	0.09570556	1.052761111	1.690798148
13	2037	660	52800	3696	56496	0.653888889	8474.4	0.09808333	1.078916667	1.732805556
14	2038	677	54160	3791.2	57951.2	0.670731481	8692.68	0.10060972	1.106706944	1.777438426
15	2039	694	55520	3886.4	59406.4	0.687574074	8910.96	0.10313611	1.134497222	1.822071296
16	2040	711	56880	3981.6	60861.6	0.704416667	9129.24	0.1056625	1.1622875	1.866704167
17	2041	729	58320	4082.4	62402.4	0.72225	9360.36	0.1083375	1.1917125	1.9139625
18	2042	747	59760	4183.2	63943.2	0.740083333	9591.48	0.1110125	1.2211375	1.961220833
19	2043	766	61280	4289.6	65569.6	0.758907407	9835.44	0.11383611	1.252197222	2.01110463
20	2044	785	62800	4396	67196	0.777731481	10079.4	0.11665972	1.283256944	2.060988426

Anexo 4

Pruebas de calidad de agua



Universidad Nacional de Ingeniería
Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo
Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente
Managua, Nicaragua



LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS				FQAN1708-0134	
EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN		TELÉFONO	
Manuel Salinas		NI*		NI*	
ATENCIÓN		CARGO		CELULAR	
Ing. Manuel Salinas		Consultor		84639762	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO		FECHA DE EMISIÓN DE CERTIFICADO DE ANÁLISIS		CADENA CUSTODIA	
INICIO DE ANÁLISIS		FINAL DE ANÁLISIS		KUMERO DE MUESTRAS	
11/08/2022		24/08/2022		25/08/2022	
15/08/2022		2871		Tres (03)	
Fecha y Hora de Muestreo		10/08/2022 04:09 pm		Rango o valor máximo permisible o recomendado	
Muestreado por		María Laura Salinas			
Supervisor de Muestreo en Campo		Ing. Manuel Salinas			
Fuente		Río Tapaste			
Tipo de muestra		Agua Superficial			
Observaciones de Ubicación		El Chaparral, Muy Muy, Matagalpa			
Coordenadas		X: 646269, Y: 1417735			
Certificación PIENSA		LA-1708-0638		Norma CAPRE*	
METODO SM / EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad	VALOR DE CONCENTRACION	PUNTO DE MUESTREO 2	
Visual	Aspecto	NE	Turbia	NE	
4500-B	Potencial de Hidrógeno	pH	7.38	6.5 - 8.5**	
2510-B	Conductividad Eléctrica	µS/cm	136.20	400**	
2130-B	Turbiedad	NTU	142.00	5	
2120-C	Color Verdadero	UC	490.00	15	
2320-B	Alcalinidad	mg/L	49.80	NE	
2320-B	Carbonatos	mg/L	< 0.10	NE	
2320-B	Bicarbonatos	mg/L	49.80	NE	
4500-B	Nitratos	mg/L	13.81	50	
4500-B	Nitritos	mg/L	0.15	0.1	
4500-D	Cloruro	mg/L	7.53	250	
3500-B	Hierro Total	mg/L	2.53	0.3	
4500-E	Sulfatos	mg/L	4.27	250	
2340-C	Dureza total	mg/L	47.68	400**	
2340-C	Dureza Cálcica	mg/L	30.34	NE	
3500-B	Calcio	mg/L	12.12	100**	
3500-B	Magnesio	mg/L	4.24	50	
3500-B	Manganeso	mg/L	0.206	0.5	
3500-X	Sodio	mg/L	10.00	200	
3500-C	Potasio	mg/L	1.23	10	
4500-C	Fluor	mg/L	0.093	0.7	

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva < para el Límite de Detección que se especifica por parámetro, NE= No especificada en la Norma, NR= No Reporta, PMS=Poca Materia en Suspensión. Métodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods, 21^a.2005 EPA = Environmental Protection Agency

* Norma regional de calidad del agua para consumo humano; ** Valor recomendado

Los resultados reportados corresponden a los ensayos realizados

COORDINACIÓN TÉCNICA
P. Leandro Arango
Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el receptor de los servicios y la confidencialidad e integridad del informe.

0006344

Telefax Dirección: (505) 2278-1462 • Teléfonos: Área Académica 2270-5613 y 8666-6702 (M), Atención al Cliente Laboratorios Tel.: 2270-1517 5847-8823 (C) y 8152-7314 (M), Coordinación de Laboratorios 8100-0421 (M) • e-mail: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

LABORATORIO AMBIENTAL

CERTIFICADO DE ENSAYOS				LA-MB-1708-0130-2	
EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN:		TELÉFONO	
Ing. Manuel Salinas		NR		NER	
ATENCIÓN:		CARGO:	EMAIL:	CELULAR	
Ing. Manuel Salinas		Consultor	prosa@ymail.com	84639762	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO			FECHA DE EMISIÓN DE CERTIFICADO DE ANÁLISIS	CADENA CUSTODIA	NÚMERO DE MUESTRAS
INGRESO:	INICIO DE ANÁLISIS:	FINAL DE ANÁLISIS:			
11/06/2022	11/06/2022	15/06/2022	21/06/2022	2571	Tres(3)
Fecha y Hora de Muestreo			10/06/2022 4:00pm		
Supervisor y muestreo de campo			Ing. Manuel Salinas		
Muestreado por			María Laura Salinas		
Fuente			Río Tapasón		
Tipo de muestra			Agua Superficial		
Coordenadas			X: 846299, Y: 1417735		
Observaciones de Ubicación			El Chaparral Munuy Matagalpa		
Codificación PIENSA			LA-1708-0628		
METODO SM / EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad	VALOR DE CONCENTRACION PUNTO DE MUESTREO J		
9221B	Coliforme total	NUP/100ml	1.7*10 ⁶		
9221E	Coliforme fecal	NUP/100ml	1.7*10 ⁶		
9221F	E.coli	NUP/100ml	2.1*10 ⁶		

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.
 < menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro. NE= No especificada en la Norma. NR= No Reporta. Neg= Negativo
 Métodos, Normas y/o Decretos aplicados: SM = Standard Methods, 21th 2009. EPA = Environmental Protection Agency

* Norma regional de calidad del agua para consumo humano

Los resultados de este ensayo corresponden a los solicitados por el cliente

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, al abonarse se reserva los derechos de confidencialidad e integridad del informe.

0006347

LABORATORIOS AMBIENTALES

EMPRESA / PROYECTO / PERSONA					CERTIFICADO DE ENSAYOS		MP1708-101
Manual Salinas		Dirección			Calle de Independencia No. 90		TELÉFONO
							101
ATENCIÓN		CARGO		EMAIL		CELULAR	
Ing. Manuel Salinas		Consultor		piensa@unin.edu.ni		8403-0792	
FECHA DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO				FECHA DE EMISIÓN DE CERTIFICADO DE ANÁLISIS	CADUCEO CUESTIONARIO	NÚMERO DE MUESTRAS	
INGRESO	PROCESAMIENTO	FIN DE PROCESAMIENTO					
10/08/22	23/08/22	23/08/22		26/08/22	2671	Tres (3)	
Fecha y Hora de Muestreo				10/08/2022 04:09 pm		Rango o valor máximo permisible	
Muestreado por				María Laura Salinas			
Supervisor de Muestreo en Campo				Ing. Manuel Salinas			
Fuente				Rio Tapaste			
Tipo de muestra				Agua Superficial			
Observaciones de Ubicación				El Chaparral-Muy Muy, Malagaipa			
Coordenadas				X: 646276 Y: 141735			
Cualificación PIENSA				LA-1708-1028			
METODO	EMBAUDO REALIZADO	UNIDAD	VALOR DE CONCENTRACION		Norma		
SM / EPA	PARAMETRO		PUNTO DE MUESTREO		CAPRE*		
GH	Arsénico	mg/l	40.001		0.01		

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por porcentaje de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.
 * menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro. NE= No especificado en la Norma, NR= No Reporte.
 Métodos, Normas y/o Decretos aplicados: SM = Standard Methods, 21P-2005 EPA = Environmental Protection Agency.
 *Norma Regional de Calidad del Agua para Consumo Humano Norma Regional CAPRE.
 G.H. Generador de Hitos, Laboratorio ARSENATOR

Los resultados reportados en este informe son válidos para el uso que se indica en el presente

COORDINADOR TAREAS LAB. INVESTIGACIÓN AMBIENTAL PIENSA UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo de la persona o entidad que solicita la confiabilidad e imparcialidad del informe.

0006352

Anexo 5

Equipo de bombeo

CURVA DE RENDIMIENTO

TRI-SEAL DE 20 GPM

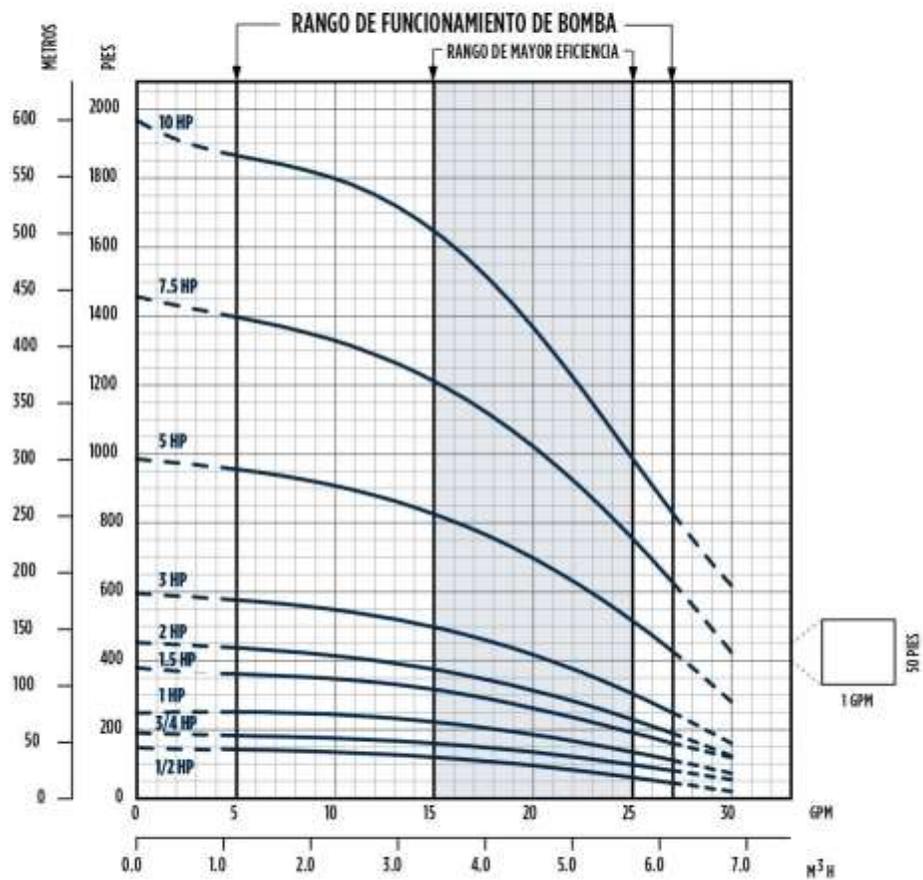




TABLA DE RENDIMIENTO

GPM	HP	FLUJO (CAUDAL)											MODELO
		LPM	11.4	19	26.6	38	57	76	95	114	152	190	
		GPM	3	5	7	10	15	20	25	30	40	50	
CARGA EN METROS													
20	0.5	-	-	50	47	43	38	33	28	-	-	-	20FA05
	0.75	-	-	60	56	53	47	42	30	-	-	-	20FA07
	1	-	-	85	80	75	68	58	34	-	-	-	20FA1
	1.5	-	-	120	110	106	94	78	38	-	-	-	20FA5
	2	-	-	135	130	123	112	93	70	-	-	-	20FA2
	3	-	-	176	170	167	152	123	90	-	-	-	20FA3
	5	-	-	289	280	274	254	213	140	-	-	-	20FA5
	7.5	-	-	425	420	405	360	310	240	-	-	-	20FA7
	10	-	-	560	555	550	510	420	300	-	-	-	20FA10

Notas:

1. El rendimiento mostrado no incluye pérdida por fricción en la tubería de descarga.
2. Los datos de rendimiento están basados en el voltaje nominal de la placa de identificación del motor.

CURVA DE RENDIMIENTO

TRI-SEAL DE 25 GPM

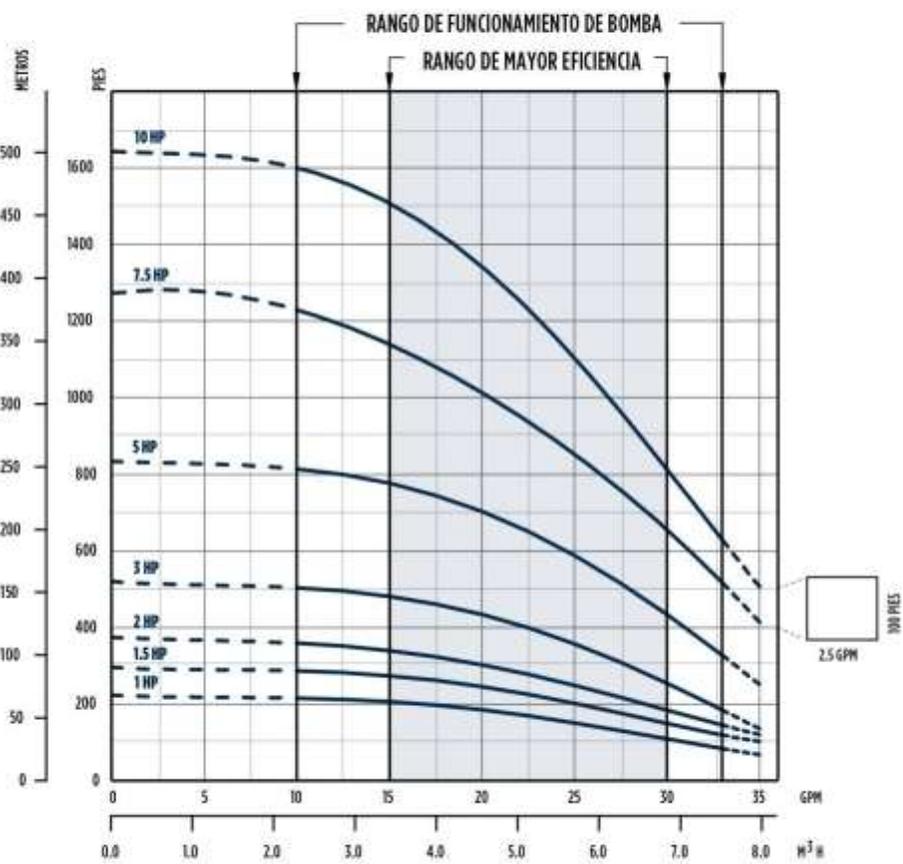




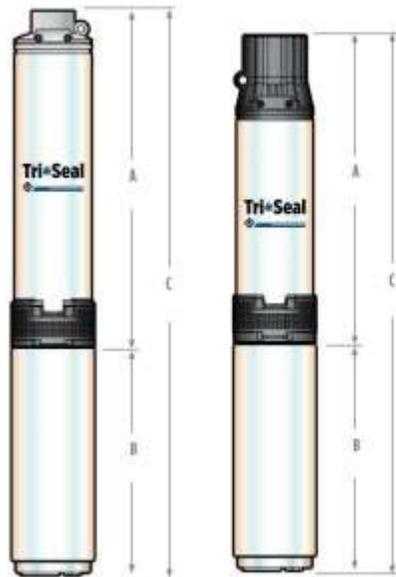
TABLA DE RENDIMIENTO

GPM	HP	FLUJO (CAUDAL)											MODELO
		LPM	11.4	19	26.6	38	57	76	95	114	152	190	
		GPM	3	5	7	10	15	20	25	30	40	50	
CARGA EN METROS													
25	1	-	-	-	-	65	60	58	46	30	-	-	25FA1
	1.5	-	-	-	-	90	85	73	61	49	-	-	25FA5
	2	-	-	-	-	112	100	91	67	52	-	-	25FA2
	3	-	-	-	-	155	149	128	76	70	-	-	25FA3
	5	-	-	-	-	245	240	213	114	128	-	-	25FA5
	7.5	-	-	-	-	371	347	305	201	197	-	-	25FA7
	10	-	-	-	-	490	460	420	340	250	-	-	25FA10

Notas:

1. El movimiento mostrado no incluye pérdida por fricción en la tubería de descarga.
2. Los datos de rendimiento están basados en el voltaje nominal de la placa de identificación del motor.

DIMENSIONES



NOTA:
Todas las longitudes están en pulgadas.
Todos los pesos están en libras.
El diámetro máximo con guarnición es de .530"

DESCARGA DE TERMOPLÁSTICO CON MOTOR DE 2-HILOS

GPM	HP	ETAPAS	A	B	C	PESO PE	PESO PMA
10	1/2	6	12.93	9.51	22.48	7	25
	3/4	8	14.69	10.64	25.33	8	29
	1	11	17.44	11.73	29.17	9	33
	1.5	15	21.06	15.30	36.36	10	41
15	1/2	4	11.45	9.51	20.96	6	24
	3/4	6	12.93	10.64	23.61	7	28
	1	8	14.69	11.73	26.42	8	32
	1.5	11	17.44	15.30	32.54	9	40
20	3/4	5	13.65	10.64	24.29	6	28
	1	7	16.30	11.73	26.42	8	32
	1.5	9	19.77	15.30	34.87	8	39
25	1	6	14.68	11.73	26.61	7	31
	1.5	8	17.32	15.30	32.42	8	39

NOTA:
PE - Solo bomba
PMA - Ensamble de bomba y motor

DESCARGA DE TERMOPLÁSTICO CON MOTOR DE 3-HILOS

GPM	HP	ETAPAS	A	B	C	PESO PE	PESO PMA
10	1/2	6	12.39	9.51	21.90	9	28
	3/4	8	14.14	10.64	24.78	10	31
	1	11	16.85	11.73	28.58	11	35
	1.5	15	20.48	15.60	34.08	14	42
	2	18	25.26	15.30	40.36	5	-
	3	19	26.17	19.04	45.21	16	-
15	5	39	44.20	2919	73.39	27	-
	1/2	4	10.64	9.51	20.15	7	26
	3/4	6	12.39	10.64	23.05	9	30
	1	8	14.14	11.73	25.87	10	34
	1.5	11	16.85	15.60	30.45	11	39
	2	14	19.57	15.10	34.67	13	-
20	3	19	26.17	19.04	45.21	16	-
	5	39	44.20	2919	73.39	27	-
	3/4	5	13.50	10.64	23.74	8	29
	1	7	15.95	11.73	27.28	9	33
	1.5	10	19.22	15.60	32.82	11	39
	2	12	21.66	15.30	36.76	12	-
25	3	16	26.55	19.04	45.59	14	-
	5	26	40.86	2919	70.05	20	-
	7.5	39	60.77	2960	90.37	27	-
	10	52	76.66	3260	109.26	35	-
	1	6	14.33	11.73	26.06	9	33
	1.5	8	16.77	15.60	30.37	10	38
25	2	10	19.22	15.10	34.32	11	-
	3	14	24.11	19.04	43.15	13	-
	5	23	37.19	2819	66.30	18	-
	7.5	35	55.88	29.60	85.48	25	-
10	44	66.88	32.60	99.48	30	-	

NOTA:
PE - Solo bomba
PMA - Ensamble de bomba y motor

Anexo 6

Cálculo de curva resistente del sistema

Cálculo de curva resistente del sistema (10 años)

	0	1/3Qd	2/3Qd	Qd	4/3Qd	5/3Qd	2Qd	
Q =	0	0.000334028	0.000668056	0.001002085	0.001336113	0.001670141	0.002004169	m3/s
Línea de impulsión								
V =	0	0.150212747	0.300425493	0.45063824	0.600850986	0.751063733	0.901276479	m/s
f_{prueba} =	0	0.03289603	0.027464863	0.024875778	0.023251461	0.02209802	0.021218303	adim
f =	0	0.03289603	0.027464863	0.024875778	0.023251461	0.02209802	0.021218303	adim
Error =	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
h_r =	0	0.005581288	0.018639248	0.037984826	0.063119159	0.093731233	0.129599736	m
h_m =	0	0.000356514	0.001426055	0.003208624	0.00570422	0.008912843	0.012834494	m
h_L =	0	0.005937802	0.020065303	0.04119345	0.068823379	0.102644076	0.14243423	m
Sarta								
V =	0	0.154303117	0.308606233	0.46290935	0.617212466	0.771515583	0.9258187	m/s
f_{prueba} =	0	0.032777045	0.027373628	0.024797162	0.023180579	0.022032554	0.021156937	adim
f =	0	0.032777045	0.027373628	0.024797162	0.023180579	0.022032554	0.021156937	adim
Error =	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
h_r =	0	0.007576365	0.025309493	0.051586443	0.085730498	0.1273198	0.176054195	m
h_m =	0	0.006601601	0.026406405	0.059414412	0.105625621	0.165040033	0.237657647	m
h_L =	0	0.014177966	0.051715898	0.111000855	0.191356119	0.292359832	0.413711843	m
Línea de conducción								
V =	0	0.150212747	0.300425493	0.45063824	0.600850986	0.751063733	0.901276479	m/s
f_{prueba} =	0	0.03289603	0.027464863	0.024875778	0.023251461	0.02209802	0.021218303	adim
f =	0	0.03289603	0.027464863	0.024875778	0.023251461	0.02209802	0.021218303	adim
Error =	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
h_r =	0	1.580983461	5.279846036	10.75977057	17.87944664	26.55077473	36.71106511	m
h_m =	0	0.006612755	0.026451019	0.059514793	0.105804076	0.165318869	0.238059171	m
h_L =	0	1.587596216	5.306297055	10.81928536	17.98525072	26.71609359	36.94912428	m
Pérdida de energía total								
h_L =	0	1.607711984	5.378078256	10.97147966	18.24543022	27.1110975	37.50527035	m
h_A =	128.834	130.442862	134.2166784	139.8158301	147.0978309	155.9738486	166.3806719	m
Q =	0	0.334028241	0.668056481	1.002084722	1.336112963	1.670141204	2.004169444	L/s

Cálculo de la curva de resistencia (20 años)

	0	1/3Qd	2/3Qd	Qd	4/3Qd	5/3Qd	2Qd	
Q =	0	0.000427752	0.000855505	0.001283257	0.001711009	0.002138762	0.002566514	m ³ /s
Línea de impulsión								
V =	0	0.192360532	0.384721064	0.577081596	0.769442127	0.961802659	1.154163191	m/s
f_{prueba} =	0	0.030792449	0.025841138	0.023469691	0.021978237	0.020917482	0.020107585	adim
f =	0	0.030792449	0.025841138	0.023469691	0.021978237	0.020917482	0.020107585	adim
Error =	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
h_i =	0	0.008567489	0.028759475	0.058770476	0.09784129	0.145498578	0.201405692	m
h_m =	0	0.000584648	0.002338593	0.005261834	0.009354371	0.014616205	0.021047336	m
h_L =	0	0.009152137	0.031098068	0.06403231	0.107195661	0.160114783	0.222453028	m
Sarta								
V =	0	0.197598608	0.395197215	0.592795823	0.790394431	0.987993039	1.185591646	m/s
f_{prueba} =	0	0.030684421	0.025757862	0.023397777	0.021913331	0.020857513	0.020051367	adim
f =	0	0.030684421	0.025757862	0.023397777	0.021913331	0.020857513	0.020051367	adim
Error =	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
h_i =	0	0.011631277	0.039055234	0.079822726	0.132903936	0.197656898	0.273625107	m
h_m =	0	0.010825991	0.043303964	0.097433918	0.173215854	0.270649772	0.389735672	m
h_L =	0	0.022457268	0.082359198	0.177256644	0.30611979	0.46830667	0.663360779	m
Línea de conducción								
V =	0	0.192360532	0.384721064	0.577081596	0.769442127	0.961802659	1.154163191	m/s
f_{prueba} =	0	0.030792449	0.025841138	0.023469691	0.021978237	0.020917482	0.020107585	adim
f =	0	0.030792449	0.025841138	0.023469691	0.021978237	0.020917482	0.020107585	adim
Error =	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
h_i =	0	2.426869521	8.146551811	16.64761708	27.71500983	41.21464993	57.05117702	m
h_m =	0	0.010844281	0.043377126	0.097598533	0.173508503	0.271107036	0.390394132	m
h_L =	0	2.437713803	8.189928937	16.74521561	27.88851833	41.48575697	57.44157115	m
Pérdida de energía total								
h_L =	0	2.469323208	8.303386203	16.98650457	28.30183378	42.11417842	58.32738496	m
h_A =	128.834	131.3052092	137.1449301	145.8374782	157.1660092	170.9953275	187.2292796	m
Q =	0	0.427752315	0.85550463	1.283256944	1.711009259	2.138761574	2.566513889	L/s

Anexo 7

Tablas de resultados de EPANET

Velocidades en las tuberías, sistema Fuente – Tanque – Red (CMH)

Tabla de Red - Líneas				
ID Línea	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad
	m	mm	LPS	m/s
Tubería Tubo Fuente - Tanque	3.74	56.39	1.2	0.48
Tubería T2	34.56	56.39	1.2	0.48
Tubería T3	60.01	56.39	1.2	0.48
Tubería T4	66.5	56.39	1.2	0.48
Tubería T5	78.36	56.39	1.2	0.48
Tubería T6	19.18	56.39	1.2	0.48
Tubería T7	53.46	56.39	1.2	0.48
Tubería T8	55.9	56.39	1.2	0.48
Tubería T9	55.91	56.39	1.2	0.48
Tubería T10	65.39	56.39	1.2	0.48
Tubería T11	63.67	53.21	1.2	0.54
Tubería T12	41.61	53.21	1.2	0.54
Tubería T13	16.32	53.21	1.2	0.54
Tubería T14	38.46	53.21	1.2	0.54
Tubería T15	50.59	53.21	1.2	0.54
Tubería T16	19.61	53.21	1.2	0.54
Tubería T17	25.8	53.21	1.2	0.54
Tubería T18	19.61	53.21	1.2	0.54
Tubería T19	7.69	53.21	1.2	0.54
Tubería T20	20.71	53.21	1.2	0.54
Tubería T21	24.63	53.21	1.2	0.54
Tubería T22	19.23	53.21	1.2	0.54
Tubería T23	24.63	53.21	1.2	0.54
Tubería T24	12.16	53.21	1.2	0.54
Tubería T25	12.16	53.21	1.2	0.54
Tubería T26	42.31	53.21	1.2	0.54
Tubería T27	19.61	53.21	1.2	0.54
Tubería T28	31.01	53.21	1.2	0.54
Tubería T29	15.86	53.21	1.2	0.54
Tubería T30	28	53.21	1.2	0.54

Tubería T31	15.86	53.21	1.2	0.54
Tubería T32	7.69	53.21	1.2	0.54
Tubería T33	8.6	53.21	1.2	0.54
Tubería T34	10.9	53.21	1.2	0.54
Tubería T35	12.13	53.21	1.2	0.54
Tubería T36	27.75	53.21	1.2	0.54
Tubería T37	31.01	53.21	1.2	0.54
Tubería T38	19.23	53.21	1.2	0.54
Tubería T39	19.23	53.21	1.2	0.54
Tubería T40	10.88	53.21	1.2	0.54
Tubería T41	32.84	53.21	1.2	0.54
Tubería T42	37.88	53.21	1.2	0.54
Tubería T43	36.28	53.21	1.2	0.54
Tubería T44	48.19	53.21	1.2	0.54
Tubería T45	29.29	53.21	1.2	0.54
Tubería T46	34.4	53.21	1.2	0.54
Tubería T47	27.74	53.21	1.2	0.54
Tubería T48	43.52	53.21	1.2	0.54
Tubería T49	43.52	53.21	1.2	0.54
Tubería T50	22.36	53.21	1.2	0.54
Tubería T51	62.09	53.21	1.2	0.54
Tubería T52	52.31	53.21	1.2	0.54
Tubería T53	34.5	53.21	1.2	0.54
Tubería T54	24.47	53.21	1.2	0.54
Tubería T55	11.17	53.21	1.2	0.54
Tubería T56	25.78	53.21	1.2	0.54
Tubería T57	11.66	53.21	1.2	0.54
Tubería T58	7.75	53.21	1.2	0.54
Tubería T59	5.5	53.21	1.2	0.54
Tubería T60	17.12	53.21	1.2	0.54
Tubería T61	10.88	53.21	1.2	0.54
Tubería T62	12.26	53.21	1.2	0.54
Tubería T63	22.99	53.21	1.2	0.54
Tubería T64	7.69	53.21	1.2	0.54
Tubería T65	3.85	53.21	1.2	0.54
Tubería T66	12.17	53.21	1.2	0.54
Tubería T67	10.88	53.21	1.2	0.54
Tubería T68	10.91	53.21	1.2	0.54
Tubería T69	8.52	53.21	1.2	0.54
Tubería T70	23.03	53.21	1.2	0.54

Tubería T71	1.35	53.21	1.2	0.54
Tubería T72	5.45	53.21	1.2	0.54
Tubería T73	3.85	53.21	1.2	0.54
Tubería T74	10.88	53.21	1.2	0.54
Tubería T75	5.45	53.21	1.2	0.54
Tubería T76	3.79	53.21	1.2	0.54
Tubería Tubo Tanque - Red	3.67	55.7	2.02	0.83
Tubería T78	5.33	55.7	2.02	0.83
Tubería T79	4.99	55.7	2.02	0.83
Tubería T80	5.38	55.7	2.02	0.83
Tubería T81	1.61	55.7	2.02	0.83
Tubería T82	23.11	55.7	2.02	0.83
Tubería T83	8.32	55.7	2	0.82
Tubería T84	10.76	55.7	2	0.82
Tubería T85	10.73	55.7	2	0.82
Tubería T86	11.5	55.7	1.99	0.81
Tubería T87	3.73	55.7	1.99	0.81
Tubería T88	7.72	55.7	1.99	0.81
Tubería T89	23.12	55.7	1.99	0.81
Tubería T90	12.62	55.7	1.99	0.81
Tubería T91	11.66	55.7	1.99	0.81
Tubería T92	17.26	55.7	1.93	0.79
Tubería T93	4.37	55.7	1.89	0.78
Tubería T94	7.32	55.7	1.89	0.78
Tubería T95	7.98	55.7	1.86	0.76
Tubería T96	3.94	55.7	1.86	0.76
Tubería T97	23.19	55.7	1.86	0.76
Tubería T98	12.68	55.7	1.86	0.76
Tubería T99	24.83	55.7	1.86	0.76
Tubería T100	36.43	55.7	1.84	0.76
Tubería T101	57.55	55.7	0.07	0.03
Tubería T102	43.14	55.7	0.04	0.01
Tubería T103	5.4	55.7	1.77	0.73
Tubería T104	29.33	55.7	1.75	0.72
Tubería T105	21.8	55.7	1.75	0.72
Tubería T106	40.8	55.7	1.75	0.72
Tubería T107	24.63	55.7	1.73	0.71
Tubería T108	38.49	55.7	1.7	0.7
Tubería T109	19.21	55.7	1.68	0.69

Tubería T110	21.79	55.7	1.68	0.69
Tubería T111	21.71	55.7	1.63	0.67
Tubería T112	22.45	55.7	1.63	0.67
Tubería T113	22.47	55.7	1.63	0.67
Tubería T114	22.4	55.7	1.63	0.67
Tubería T115	24.33	55.7	1.61	0.66
Tubería T116	11.54	55.7	1.61	0.66
Tubería T117	46.26	55.7	1.61	0.66
Tubería T118	42.53	55.7	1.59	0.65
Tubería T119	24.32	55.7	1.59	0.65
Tubería T120	11.48	55.7	1.59	0.65
Tubería T121	17.27	55.7	1.59	0.65
Tubería T122	46.9	55.7	1.59	0.65
Tubería T123	24.71	55.7	1.59	0.65
Tubería T124	27.55	55.7	1.59	0.65
Tubería T125	24.79	55.7	1.59	0.65
Tubería T126	30.87	55.7	1.59	0.65
Tubería T127	39.45	55.7	1.59	0.65
Tubería T128	23.4	55.7	1.56	0.64
Tubería T129	15.91	55.7	1.56	0.64
Tubería T130	23.09	55.7	1.56	0.64
Tubería T131	23.92	55.7	1.56	0.64
Tubería T132	38.23	55.7	1.56	0.64
Tubería T133	11.53	55.7	1.56	0.64
Tubería T134	19.62	55.7	1.56	0.64
Tubería T135	5.45	55.7	1.56	0.64
Tubería T136	2.84	55.7	1.56	0.64
Tubería T137	16.3	55.7	0.71	0.29
Tubería T138	24.51	55.7	0.71	0.29
Tubería T139	27.35	55.7	0.71	0.29
Tubería T140	27.7	55.7	0.71	0.29
Tubería T141	19.19	55.7	0.71	0.29
Tubería T142	19.43	55.7	0.71	0.29
Tubería T143	19.97	55.7	0.71	0.29
Tubería T144	15.3	55.7	0.71	0.29
Tubería T145	15.37	55.7	0.71	0.29
Tubería T146	35.27	55.7	0.71	0.29
Tubería T147	51.22	55.7	0.71	0.29
Tubería T148	71.75	55.7	0.71	0.29
Tubería T149	60.99	55.7	0.71	0.29

Tubería T150	31.88	55.7	0.71	0.29
Tubería T151	7.81	55.7	0.71	0.29
Tubería T152	19.09	55.7	0.71	0.29
Tubería T153	58.87	55.7	0.71	0.29
Tubería T154	50.58	55.7	0.71	0.29
Tubería T155	27.35	55.7	0.71	0.29
Tubería T156	50.31	55.7	0.71	0.29
Tubería T157	31.2	55.7	0.71	0.29
Tubería T158	38.59	55.7	0.71	0.29
Tubería T159	38.65	55.7	0.67	0.28
Tubería T160	57.81	55.7	0.66	0.27
Tubería T161	56.49	55.7	0.61	0.25
Tubería T162	32.26	55.7	0.61	0.25
Tubería T163	78.18	55.7	0.61	0.25
Tubería T164	85.3	55.7	0.61	0.25
Tubería T165	15.56	55.7	0.61	0.25
Tubería T166	7.68	55.7	0.61	0.25
Tubería T167	11.61	55.7	0.23	0.1
Tubería T168	66.43	55.7	0.23	0.1
Tubería T169	61.9	55.7	0.2	0.08
Tubería T170	34.64	55.7	0.2	0.08
Tubería T171	47.17	55.7	0.2	0.08
Tubería T172	27.18	55.7	0.2	0.08
Tubería T173	42.57	55.7	0.2	0.08
Tubería T174	35.06	55.7	0.2	0.08
Tubería T175	30.87	55.7	0.2	0.08
Tubería T176	34.65	55.7	0.18	0.07
Tubería T177	38.45	55.7	0.18	0.07
Tubería T178	15.67	55.7	0.18	0.07
Tubería T179	21.94	55.7	0.18	0.07
Tubería T180	20.19	55.7	0.18	0.07
Tubería T181	1.74	55.7	0.18	0.07
Tubería T182	2.28	55.7	0.18	0.07
Tubería T183	35.39	55.7	0.18	0.07
Tubería T184	14.71	55.7	0.18	0.07
Tubería T185	44.99	55.7	0.18	0.07
Tubería T186	26.97	55.7	0.18	0.07
Tubería T187	28.52	55.7	0.18	0.07
Tubería T188	36.91	55.7	0.18	0.07
Tubería T189	5	55.7	0.18	0.07

Tubería T190	7.31	55.7	0.18	0.07
Tubería T191	27.14	55.7	0.18	0.07
Tubería T192	31.03	55.7	0.18	0.07
Tubería T193	27.02	55.7	0.18	0.07
Tubería T194	9.36	55.7	0.18	0.07
Tubería T195	11.74	55.7	0.18	0.07
Tubería T196	65.57	55.7	0.18	0.07
Tubería T197	7.54	55.7	0.18	0.07
Tubería T198	8.64	55.7	0.18	0.07
Tubería T199	17.73	55.7	0.18	0.07
Tubería T200	6.54	55.7	0.15	0.06
Tubería T201	9.13	55.7	0.15	0.06
Tubería T202	6.3	55.7	0.15	0.06
Tubería T203	18.67	55.7	0.15	0.06
Tubería T204	7.71	55.7	0.15	0.06
Tubería T205	35.31	55.7	0.15	0.06
Tubería T206	8.44	55.7	0.09	0.04
Tubería T207	3.08	55.7	0.09	0.04
Tubería T208	76.99	55.7	0.04	0.01
Tubería T209	88.67	55.7	0.04	0.01
Tubería T210	53.88	55.7	0.04	0.01
Tubería T211	42.1	55.7	0.04	0.01
Tubería T212	23.15	55.7	0.04	0.01
Tubería T213	47.5	55.7	0.04	0.01
Tubería T214	44.61	55.7	0.02	0.01
Tubería T215	24.32	55.7	0.02	0.01
Tubería T216	56.46	55.7	0.02	0.01
Tubería T217	24.81	55.7	0.02	0.01
Tubería T218	12.45	55.7	0.05	0.02
Tubería T219	80.75	55.7	0.05	0.02
Tubería T220	27.98	55.7	0.05	0.02
Tubería T221	32.38	55.7	0.02	0.01
Tubería T222	22.37	55.7	0.02	0.01
Tubería T223	59.82	55.7	0.02	0.01
Tubería T224	18.96	55.7	0.38	0.16
Tubería T225	20.11	55.7	0.36	0.15
Tubería T226	19.12	55.7	0.36	0.15
Tubería T227	20.34	55.7	0.36	0.15
Tubería T228	15.93	55.7	0.33	0.13
Tubería T229	25.21	55.7	0.33	0.13

Tubería T230	27.17	55.7	0.28	0.11
Tubería T231	24.38	55.7	0.26	0.11
Tubería T232	24.63	55.7	0.26	0.11
Tubería T233	25.3	55.7	0.26	0.11
Tubería T234	19.79	55.7	0.26	0.11
Tubería T235	19.51	55.7	0.26	0.11
Tubería T236	20.73	55.7	0.26	0.11
Tubería T237	12.13	55.7	0.23	0.09
Tubería T238	73.45	55.7	0.21	0.09
Tubería T239	35.43	55.7	0.21	0.09
Tubería T240	23.33	55.7	0.17	0.07
Tubería T241	24.04	55.7	0.17	0.07
Tubería T242	40.58	55.7	0.17	0.07
Tubería T243	27.37	55.7	0.14	0.06
Tubería T244	19.95	55.7	0.14	0.06
Tubería T245	31.05	55.7	0.14	0.06
Tubería T246	121.88	55.7	0.14	0.06
Tubería T247	16.5	44.55	0.05	0.03
Tubería T248	38.35	44.55	0.05	0.03
Tubería T249	12.11	44.55	0.04	0.02
Tubería T250	21.28	44.55	0.04	0.02
Tubería T251	86.56	44.55	0.04	0.02
Tubería T252	30.39	44.55	0.02	0.01
Tubería T253	26.94	44.55	0.02	0.01
Tubería T255	14.31	55.7	0.85	0.35
Tubería T256	29.27	55.7	0.85	0.35
Tubería T257	19.6	55.7	0.85	0.35
Tubería T258	22.1	55.7	0.85	0.35
Tubería T259	39.31	55.7	0.85	0.35
Tubería T261	19.29	55.7	0.85	0.35
Tubería T262	19.62	55.7	0.85	0.35
Tubería T263	138.51	55.7	0.85	0.35
Tubería T264	32.06	55.7	0.85	0.35
Tubería T265	36.18	55.7	0.85	0.35
Tubería T266	25.72	55.7	0.85	0.35
Tubería T267	36.61	55.7	0.85	0.35
Tubería T268	8.6	55.7	0.85	0.35
Tubería T269	17.25	55.7	0.85	0.35
Tubería T270	8.49	55.7	0.85	0.35
Tubería T271	20.73	55.7	0.85	0.35

Tubería T272	24.42	55.7	0.85	0.35
Tubería T273	17.15	55.7	0.85	0.35
Tubería T274	33.15	55.7	0.85	0.35
Tubería T275	21.74	55.7	0.85	0.35
Tubería T276	24.54	55.7	0.85	0.35
Tubería T277	11.59	55.7	0.85	0.35
Tubería T278	15.64	55.7	0.85	0.35
Tubería T279	8.21	55.7	0.85	0.35
Tubería T280	10.81	55.7	0.85	0.35
Tubería T281	10.89	55.7	0.85	0.35
Tubería T282	17.21	55.7	0.85	0.35
Tubería T283	17.13	55.7	0.85	0.35
Tubería T284	12.08	55.7	0.81	0.33
Tubería T285	8.84	55.7	0.81	0.33
Tubería T286	10.91	55.7	0.81	0.33
Tubería T287	12.17	55.7	0.81	0.33
Tubería T288	15.33	55.7	0.81	0.33
Tubería T289	27.23	55.7	0.81	0.33
Tubería T290	73.01	55.7	0.81	0.33
Tubería T291	31.2	55.7	0.81	0.33
Tubería T292	19.34	55.7	0.81	0.33
Tubería T293	55.08	55.7	0.81	0.33
Tubería T294	21.2	55.7	0.81	0.33
Tubería T295	29.2	55.7	0.81	0.33
Tubería T296	41.36	55.7	0.81	0.33
Tubería T297	57.24	55.7	0.81	0.33
Tubería T298	4.25	55.7	0.81	0.33
Tubería T299	4.37	55.7	0.81	0.33
Tubería T300	58.57	55.7	0.81	0.33
Tubería T301	34.19	55.7	0.81	0.33
Tubería T302	19.77	55.7	0.81	0.33
Tubería T303	27	55.7	0.81	0.33
Tubería T304	19.67	55.7	0.81	0.33
Tubería T305	18.23	55.7	0.81	0.33
Tubería T306	5.61	55.7	0.81	0.33
Tubería T307	64.63	44.55	0.04	0.02
Tubería T308	23.55	55.7	0.76	0.31
Tubería T309	15.49	55.7	0.76	0.31
Tubería T310	10.81	55.7	0.76	0.31
Tubería T311	22.36	55.7	0.76	0.31

Tubería T312	19.34	55.7	0.76	0.31
Tubería T313	17.13	55.7	0.76	0.31
Tubería T314	13.96	55.7	0.76	0.31
Tubería T315	4.08	55.7	0.76	0.31
Tubería T316	15.8	44.55	0.05	0.03
Tubería T317	96.46	44.55	0.05	0.03
Tubería T318	2.29	55.7	0.71	0.29
Tubería T319	3.18	55.7	0.71	0.29
Tubería T320	60.83	44.55	0.04	0.02
Tubería T321	3.93	55.7	0.68	0.28
Tubería T322	12.08	55.7	0.68	0.28
Tubería T323	7.58	55.7	0.68	0.28
Tubería T324	15.84	55.7	0.68	0.28
Tubería T260	6.81	55.7	0.68	0.28
Tubería T325	13.07	55.7	0.68	0.28
Tubería T326	12.04	55.7	0.68	0.28
Tubería T327	10.92	55.7	0.68	0.28
Tubería T328	16.8	55.7	0.68	0.28
Tubería T329	15.48	55.7	0.68	0.28
Tubería T330	5.74	55.7	0.68	0.28
Tubería T331	27.14	55.7	0.32	0.13
Tubería T332	27.24	55.7	0.32	0.13
Tubería T333	60.75	55.7	0.3	0.12
Tubería T334	84.85	55.7	0.28	0.12
Tubería T335	40.18	55.7	0.22	0.09
Tubería T336	18.74	55.7	0.22	0.09
Tubería T337	7.69	55.7	0.36	0.15
Tubería T338	15.44	55.7	0.36	0.15
Tubería T339	16.29	55.7	0.36	0.15
Tubería T340	31.72	55.7	0.36	0.15
Tubería T341	34.34	55.7	0.36	0.15
Tubería T342	11.05	55.7	0.32	0.13
Tubería T343	30.1	55.7	0.32	0.13
Tubería T344	29.65	55.7	0.27	0.11
Tubería T345	15.86	55.7	0.17	0.07
Tubería T346	55.95	55.7	0.17	0.07
Tubería T347	13.94	55.7	0.17	0.07
Tubería T348	8.71	55.7	0.17	0.07
Tubería T349	13.83	55.7	0.05	0.02
Tubería T350	24.69	55.7	0.05	0.02

Tubería T351	8.48	55.7	0.12	0.05
Tubería T352	13.88	55.7	0.12	0.05
Tubería T353	7.86	55.7	0.12	0.05
Tubería T354	38.52	55.7	0.12	0.05
Tubería T355	19.58	55.7	0.07	0.03
Tubería T356	15.71	55.7	0.07	0.03
Tubería T357	17.61	55.7	0.07	0.03
Tubería T358	31.87	55.7	0.11	0.04
Tubería T359	29.28	55.7	0.11	0.04
Tubería T360	21.81	55.7	0.11	0.04
Tubería T361	36.09	55.7	0.29	0.12
Tubería T362	54.61	55.7	0.29	0.12
Tubería T363	19.08	55.7	0.29	0.12
Tubería T364	19.34	55.7	0.29	0.12
Tubería T365	58.21	55.7	0.29	0.12
Tubería T366	39.75	55.7	0.29	0.12
Tubería T367	98.76	55.7	0.2	0.08
Bomba Bomba1	No Disponible	No Disponible	1.2	0
Válvula Valvul1	No Disponible	55.7	1.2	0.49
Válvula Valvul2	No Disponible	55.7	1.59	0.65
Válvula Valvul3	No Disponible	55.7	0.71	0.29
Válvula Valvul4	No Disponible	55.7	0.81	0.33

Presiones en los nodos, sistema Fuente – Tanque – Red (CMH)

Tabla de Red - Nodos				
	Cota	Demanda	Altura	Presión
ID Nodo	m	LPS	m	m
Conexión Nodo1	302.78	0	484.65	181.87
Conexión Nodo2	302.97	0	484.62	181.65
Conexión Nodo3	303.35	0	484.41	181.06
Conexión Nodo4	303.17	0	484.05	180.88
Conexión Nodo5	304.42	0	483.64	179.22
Conexión Nodo6	306.12	0	483.17	177.05
Conexión Nodo7	307.06	0	483.05	175.99
Conexión Nodo8	311.23	0	482.73	171.5
Conexión Nodo9	320.25	0	482.39	162.14
Conexión Nodo10	330.78	0	482.12	151.34
Conexión Nodo11	340.7	0	481.82	141.12
Conexión Nodo12	350.49	0	481.43	130.94
Conexión Nodo13	359.38	0	481.17	121.79
Conexión Nodo14	359.54	0	481.07	121.53
Conexión Nodo15	366.6	0	480.83	114.23
Conexión Nodo16	372.23	0	480.52	108.29
Conexión Nodo17	373.77	0	480.39	106.62
Conexión Nodo18	377.21	0	480.23	103.02
Conexión Nodo19	379.54	0	480.11	100.57
Conexión Nodo20	380.47	0	480.07	99.6
Conexión Nodo21	381.6	0	479.94	98.34
Conexión Nodo22	383.47	0	479.79	96.32
Conexión Nodo23	385.99	0	479.67	93.68
Conexión Nodo24	388.53	0	479.51	90.98
Conexión Nodo25	390.51	0	479.44	88.93
Conexión Nodo26	391.79	0	479.36	87.57
Conexión Nodo27	395.44	0	479.1	83.66
Conexión Nodo28	395.53	0	478.98	83.45
Conexión Nodo29	395.12	0	478.79	83.67
Conexión Nodo30	395.2	0	478.69	83.49
Conexión Nodo31	394.98	0	478.52	83.54
Conexión Nodo32	394.57	0	478.42	83.85
Conexión Nodo33	394.16	0	478.37	84.21
Conexión Nodo34	394.51	0	478.32	83.81
Conexión Nodo35	394.33	0	478.25	83.92
Conexión Nodo36	393.89	0	478.18	84.29

Conexión Nodo37	396.55	0	478	81.45
Conexión Nodo38	399.71	0	477.81	78.1
Conexión Nodo39	400.98	0	477.69	76.71
Conexión Nodo40	401.58	0	477.57	75.99
Conexión Nodo41	401.66	0	477.51	75.85
Conexión Nodo42	400.73	0	477.3	76.57
Conexión Nodo43	398.35	0	477.07	78.72
Conexión Nodo44	398.39	0	476.84	78.45
Conexión Nodo45	399.24	0	476.55	77.31
Conexión Nodo46	398.13	0	476.36	78.23
Conexión Nodo47	397.11	0	476.15	79.04
Conexión Nodo48	398.85	0	475.98	77.13
Conexión Nodo49	401.89	0	475.71	73.82
Conexión Nodo50	405.98	0	475.44	69.46
Conexión Nodo51	407.87	0	475.3	67.43
Conexión Nodo52	411.25	0	474.92	63.67
Conexión Nodo53	404.71	0	474.6	69.89
Conexión Nodo54	406.93	0	474.38	67.45
Conexión Nodo55	408.3	0	474.23	65.93
Conexión Nodo56	408.75	0	474.16	65.41
Conexión Nodo57	408.25	0	474	65.75
Conexión Nodo58	409.62	0	473.93	64.31
Conexión Nodo59	410.47	0	473.88	63.41
Conexión Nodo60	410.22	0	473.85	63.63
Conexión Nodo61	411.35	0	473.74	62.39
Conexión Nodo62	412.28	0	473.67	61.39
Conexión Nodo63	413.28	0	473.6	60.32
Conexión Nodo64	414.03	0	473.46	59.43
Conexión Nodo65	414.44	0	473.41	58.97
Conexión Nodo66	415.04	0	473.38	58.34
Conexión Nodo67	415.75	0	473.31	57.56
Conexión Nodo68	416.99	0	473.24	56.25
Conexión Nodo69	418.66	0	473.17	54.51
Conexión Nodo70	420.04	0	473.12	53.08
Conexión Nodo71	422.69	0	472.98	50.29
Conexión Nodo72	422.7	0	472.97	50.27
Conexión Nodo73	423.1	0	472.94	49.84
Conexión Nodo74	423.08	0	472.91	49.83
Conexión Nodo75	423.83	0	472.85	49.02
Conexión Nodo76	423.75	0	472.81	49.06

Conexión Nodo77	423.7	0	424.27	0.57
Conexión Nodo78	423.36	0	424.2	0.84
Conexión Nodo79	423.13	0	424.13	1
Conexión Nodo80	423.07	0	424.07	1
Conexión Nodo81	422.67	0	424	1.33
Conexión Nodo82	422.61	0	423.98	1.37
Conexión Nodo83	420.11	0.02	423.67	3.56
Conexión Nodo84	418.71	0	423.57	4.86
Conexión Nodo85	417.29	0	423.43	6.14
Conexión Nodo86	416.13	0.02	423.29	7.16
Conexión Nodo87	415.27	0	423.14	7.87
Conexión Nodo88	414.88	0	423.1	8.22
Conexión Nodo89	414.23	0	423	8.77
Conexión Nodo90	413.39	0	422.71	9.32
Conexión Nodo91	412.42	0	422.55	10.13
Conexión Nodo92	411.58	0.05	422.4	10.82
Conexión Nodo93	410.46	0.04	422.19	11.73
Conexión Nodo94	410.67	0	422.14	11.47
Conexión Nodo95	410.03	0.04	422.06	12.03
Conexión Nodo96	408.69	0	421.97	13.28
Conexión Nodo97	408.67	0	421.92	13.25
Conexión Nodo98	408.94	0	421.66	12.72
Conexión Nodo99	408.41	0	421.52	13.11
Conexión Nodo100	406.91	0.02	421.24	14.33
Conexión Nodo101	404.61	0	420.84	16.23
Conexión Nodo102	411.34	0.04	420.84	9.5
Conexión Nodo103	409.7	0.04	420.84	11.14
Conexión Nodo104	404.31	0.02	420.79	16.48
Conexión Nodo105	401.83	0	420.49	18.66
Conexión Nodo106	400.37	0	420.28	19.91
Conexión Nodo107	399.03	0.02	419.87	20.84
Conexión Nodo108	398.12	0.04	419.62	21.5
Conexión Nodo109	396.04	0.02	419.26	23.22
Conexión Nodo110	393.25	0	419.08	25.83
Conexión Nodo111	390.35	0.05	418.88	28.53
Conexión Nodo112	387.96	0	418.69	30.73
Conexión Nodo113	385.66	0	418.49	32.83
Conexión Nodo114	384.92	0	418.29	33.37
Conexión Nodo115	384.63	0.02	418.1	33.47
Conexión Nodo116	383.59	0	417.89	34.3

Conexión Nodo117	382.83	0	417.79	34.96
Conexión Nodo118	378.68	0.02	417.39	38.71
Conexión Nodo119	376.89	0	417.03	40.14
Conexión Nodo120	377.15	0	416.82	39.67
Conexión Nodo121	376.48	0	416.73	40.25
Conexión Nodo122	374.68	0	416.58	41.9
Conexión Valv2	374.68	0	390.68	16
Conexión Nodo123	370	0	390.28	20.28
Conexión Nodo124	366.49	0	390.08	23.59
Conexión Nodo125	363.08	0	389.84	26.76
Conexión Nodo126	358.65	0	389.63	30.98
Conexión Nodo127	354.4	0	389.37	34.97
Conexión Nodo128	348.21	0.04	389.04	40.83
Conexión Nodo129	345.18	0	388.85	43.67
Conexión Nodo130	342.83	0	388.72	45.89
Conexión Nodo131	339.8	0	388.53	48.73
Conexión Nodo132	337.48	0	388.34	50.86
Conexión Nodo133	335.01	0	388.03	53.02
Conexión Nodo134	333.04	0	387.94	54.9
Conexión Nodo135	334.68	0	387.78	53.1
Conexión Nodo136	334.69	0	387.73	53.04
Conexión Nodo137	334.63	0	387.71	53.08
Conexión Valv3	334.63	0	348.63	14
Conexión Nodo138	334.3	0	348.6	14.3
Conexión Nodo139	334.01	0	348.55	14.54
Conexión Nodo140	334.05	0	348.5	14.45
Conexión Nodo141	334.6	0	348.45	13.85
Conexión Nodo142	335.31	0	348.41	13.1
Conexión Nodo143	335.34	0	348.38	13.04
Conexión Nodo144	334.41	0	348.34	13.93
Conexión Nodo145	333.63	0	348.31	14.68
Conexión Nodo146	333.5	0	348.28	14.78
Conexión Nodo147	332.2	0	348.21	16.01
Conexión Nodo148	329.64	0	348.12	18.48
Conexión Nodo149	328.28	0	347.98	19.7
Conexión Nodo150	330.93	0	347.87	16.94
Conexión Nodo151	332.64	0	347.81	15.17
Conexión Nodo152	332.77	0	347.79	15.02
Conexión Nodo153	331.47	0	347.76	16.29
Conexión Nodo154	326.56	0	347.65	21.09

Conexión Nodo155	323.52	0	347.55	24.03
Conexión Nodo156	321.65	0	347.5	25.85
Conexión Nodo157	319.56	0	347.4	27.84
Conexión Nodo158	319.43	0	347.35	27.92
Conexión Nodo159	321.06	0.04	347.27	26.21
Conexión Nodo160	318.55	0.02	347.21	28.66
Conexión Nodo161	315.07	0.04	347.11	32.04
Conexión Nodo162	313.32	0	347.03	33.71
Conexión Nodo163	312.69	0	346.98	34.29
Conexión Nodo164	316.33	0	346.87	30.54
Conexión Nodo165	320.8	0	346.75	25.95
Conexión Nodo166	321.73	0	346.72	24.99
Conexión Nodo167	322.23	0	346.71	24.48
Conexión Nodo168	322.05	0	346.71	24.66
Conexión Nodo169	321.1	0.04	346.69	25.59
Conexión Nodo170	317.95	0	346.68	28.73
Conexión Nodo171	315.92	0	346.68	30.76
Conexión Nodo172	314.07	0	346.67	32.6
Conexión Nodo173	313.21	0	346.66	33.45
Conexión Nodo174	311.87	0	346.66	34.79
Conexión Nodo175	310.88	0	346.65	35.77
Conexión Nodo176	310.03	0.02	346.64	36.61
Conexión Nodo177	308.81	0	346.64	37.83
Conexión Nodo178	307.44	0	346.63	39.19
Conexión Nodo179	307.18	0	346.63	39.45
Conexión Nodo180	305.92	0	346.63	40.71
Conexión Nodo181	305.9	0	346.62	40.72
Conexión Nodo182	305.41	0	346.62	41.21
Conexión Nodo183	306.71	0	346.62	39.91
Conexión Nodo184	307.57	0	346.62	39.05
Conexión Nodo185	307.87	0	346.62	38.75
Conexión Nodo186	309.19	0	346.61	37.42
Conexión Nodo187	310.24	0	346.61	36.37
Conexión Nodo188	311.23	0	346.6	35.37
Conexión Nodo189	312.48	0	346.6	34.12
Conexión Nodo190	312.68	0	346.59	33.91
Conexión Nodo191	312.96	0	346.59	33.63
Conexión Nodo192	313.7	0	346.59	32.89
Conexión Nodo193	314.74	0	346.58	31.84
Conexión Nodo194	315.69	0	346.58	30.89

Conexión Nodo195	316.15	0	346.58	30.43
Conexión Nodo196	316.71	0	346.58	29.87
Conexión Nodo197	319.99	0	346.57	26.58
Conexión Nodo198	320.31	0	346.57	26.26
Conexión Nodo199	320.57	0	346.56	25.99
Conexión Nodo200	321.32	0.03	346.56	25.24
Conexión Nodo201	321.37	0	346.56	25.19
Conexión Nodo202	321.55	0	346.56	25.01
Conexión Nodo203	321.67	0	346.56	24.89
Conexión Nodo204	322.08	0	346.56	24.48
Conexión Nodo205	322.15	0	346.56	24.41
Conexión Nodo206	322.53	0.06	346.55	24.02
Conexión Nodo207	322.54	0	346.55	24.01
Conexión Nodo208	322.46	0	346.55	24.09
Conexión Nodo209	321.48	0	346.55	25.07
Conexión Nodo210	320.44	0	346.55	26.11
Conexión Nodo211	320.75	0	346.55	25.8
Conexión Nodo212	321.58	0	346.55	24.97
Conexión Nodo213	322.15	0	346.55	24.4
Conexión Nodo214	322.51	0.02	346.55	24.04
Conexión Nodo215	322.29	0	346.55	24.26
Conexión Nodo216	322.37	0	346.55	24.18
Conexión Nodo217	323.25	0	346.55	23.3
Conexión Nodo218	323.57	0.02	346.55	22.98
Conexión Nodo219	322.79	0	346.55	23.76
Conexión Nodo220	322.73	0	346.55	23.82
Conexión Nodo221	321.62	0.04	346.55	24.93
Conexión Nodo222	320.62	0	346.55	25.93
Conexión Nodo223	320.15	0	346.55	26.4
Conexión Nodo224	316.81	0.02	346.55	29.74
Conexión Nodo225	322.83	0.02	346.7	23.87
Conexión Nodo226	323.15	0	346.69	23.54
Conexión Nodo227	323.3	0	346.68	23.38
Conexión Nodo228	322.84	0.04	346.67	23.83
Conexión Nodo229	322.81	0	346.66	23.85
Conexión Nodo230	322.6	0.05	346.65	24.05
Conexión Nodo231	321.91	0.02	346.64	24.73
Conexión Nodo232	321.2	0	346.64	25.44
Conexión Nodo233	320.25	0	346.63	26.38
Conexión Nodo234	318.87	0	346.62	27.75

Conexión Nodo235	317.94	0	346.61	28.67
Conexión Nodo236	316.44	0	346.61	30.17
Conexión Nodo237	316.89	0.04	346.6	29.71
Conexión Nodo238	317.72	0.02	346.6	28.88
Conexión Nodo239	313.32	0	346.59	33.27
Conexión Nodo240	316.8	0.04	346.58	29.78
Conexión Nodo241	311.27	0	346.58	35.31
Conexión Nodo242	300.49	0	346.57	46.08
Conexión Nodo243	299.59	0.04	346.57	46.98
Conexión Nodo244	302.03	0	346.56	44.53
Conexión Nodo245	301.39	0	346.56	45.17
Conexión Nodo246	307.65	0	346.56	38.91
Conexión Nodo247	326.16	0.07	346.55	20.39
Conexión Nodo248	328.92	0	346.55	17.63
Conexión Nodo249	320.19	0.02	346.55	26.36
Conexión Nodo250	321.06	0	346.55	25.49
Conexión Nodo251	322.35	0	346.55	24.2
Conexión Nodo252	327.68	0.04	346.54	18.86
Conexión Nodo253	329.16	0	346.55	17.39
Conexión Nodo254	339.42	0.02	346.55	7.13
Conexión Nodo256	334.91	0	387.67	52.76
Conexión Nodo257	336.33	0	387.6	51.27
Conexión Nodo258	337.5	0	387.55	50.05
Conexión Nodo259	339.53	0	387.49	47.96
Conexión Nodo260	346.45	0	387.38	40.93
Conexión Nodo261	349.97	0	387.33	37.36
Conexión Nodo262	353.7	0	387.28	33.58
Conexión Nodo263	380.28	0	386.92	6.64
Conexión Nodo264	376.56	0	386.83	10.27
Conexión Nodo265	374.05	0	386.74	12.69
Conexión Nodo266	371.29	0	386.67	15.38
Conexión Nodo267	367.29	0	386.57	19.28
Conexión Nodo268	367.21	0	386.55	19.34
Conexión Nodo269	368.6	0	386.51	17.91
Conexión Nodo270	368.8	0	386.48	17.68
Conexión Nodo271	367.41	0	386.43	19.02
Conexión Nodo272	366.7	0	386.36	19.66
Conexión Nodo273	365.72	0	386.32	20.6
Conexión Nodo274	362.84	0	386.23	23.39
Conexión Nodo275	359.59	0	386.18	26.59

Conexión Nodo276	354.94	0	386.11	31.17
Conexión Nodo277	352.4	0	386.08	33.68
Conexión Nodo278	349.17	0	386.04	36.87
Conexión Nodo279	349.08	0	386.02	36.94
Conexión Nodo280	350.54	0	385.99	35.45
Conexión Nodo281	353.85	0	385.96	32.11
Conexión Nodo282	359.2	0	385.91	26.71
Conexión Nodo283	361.5	0.04	385.87	24.37
Conexión Nodo284	362.61	0	385.84	23.23
Conexión Nodo285	363.82	0	385.82	22
Conexión Nodo286	365.04	0	385.79	20.75
Conexión Nodo287	365.94	0	385.76	19.82
Conexión Nodo288	366.35	0	385.73	19.38
Conexión Nodo289	366.91	0	385.66	18.75
Conexión Nodo290	366.4	0	385.48	19.08
Conexión Nodo291	367.33	0	385.41	18.08
Conexión Nodo292	364.83	0	385.36	20.53
Conexión Nodo293	361.42	0	385.22	23.8
Conexión Nodo294	357.48	0	385.17	27.69
Conexión Nodo295	341.25	0	385.1	43.85
Conexión Nodo296	336.73	0	385	48.27
Conexión Nodo297	339.47	0	384.86	45.39
Conexión Nodo298	339.58	0	384.85	45.27
Conexión Nodo299	339.61	0	384.84	45.23
Conexión Valv4	339.61	0	359.61	20
Conexión Nodo300	328.95	0	359.47	30.52
Conexión Nodo301	333.93	0	359.38	25.45
Conexión Nodo302	336.95	0	359.34	22.39
Conexión Nodo303	340.24	0	359.27	19.03
Conexión Nodo304	341.46	0	359.22	17.76
Conexión Nodo305	339.79	0	359.18	19.39
Conexión Nodo306	339.25	0.02	359.16	19.91
Conexión Nodo307	350.77	0.04	359.16	8.39
Conexión Nodo308	338.09	0	359.11	21.02
Conexión Nodo309	337.06	0	359.08	22.02
Conexión Nodo310	335.1	0	359.06	23.96
Conexión Nodo311	332.72	0	359.01	26.29
Conexión Nodo312	329.13	0	358.97	29.84
Conexión Nodo313	325.76	0	358.93	33.17
Conexión Nodo314	326.44	0	358.9	32.46

Conexión Nodo315	327.4	0	358.89	31.49
Conexión Nodo316	328.58	0	358.89	30.31
Conexión Nodo317	341.48	0.05	358.89	17.41
Conexión Nodo318	328.17	0	358.89	30.72
Conexión Nodo319	328.37	0	358.88	30.51
Conexión Nodo320	346	0.04	358.88	12.88
Conexión Nodo321	327.79	0	358.87	31.08
Conexión Nodo322	325.33	0	358.85	33.52
Conexión Nodo323	328.49	0	358.84	30.35
Conexión Nodo324	331.37	0	358.81	27.44
Conexión Nodo325	333.34	0	358.8	25.46
Conexión Nodo326	337.2	0	358.78	21.58
Conexión Nodo327	339.39	0	358.76	19.37
Conexión Nodo328	340.2	0	358.74	18.54
Conexión Nodo329	336.98	0	358.71	21.73
Conexión Nodo330	335.47	0	358.68	23.21
Conexión Nodo331	334.69	0	358.67	23.98
Conexión Nodo332	344.24	0	358.66	14.42
Conexión Nodo333	350.82	0.02	358.65	7.83
Conexión Nodo334	342.85	0.02	358.63	15.78
Conexión Nodo335	330.64	0.07	358.6	27.96
Conexión Nodo336	325.47	0	358.59	33.12
Conexión Nodo337	320.96	0.04	358.59	37.63
Conexión Nodo338	333.88	0	358.67	24.79
Conexión Nodo339	332.53	0	358.66	26.13
Conexión Nodo340	330.37	0	358.65	28.28
Conexión Nodo341	326.19	0	358.64	32.45
Conexión Nodo342	325.9	0.04	358.62	32.72
Conexión Nodo343	325.08	0	358.61	33.53
Conexión Nodo344	320.44	0.05	358.6	38.16
Conexión Nodo345	317.44	0	358.59	41.15
Conexión Nodo346	316.91	0	358.59	41.68
Conexión Nodo347	315.38	0	358.58	43.2
Conexión Nodo348	316.81	0	358.58	41.77
Conexión Nodo349	318.09	0	358.58	40.49
Conexión Nodo350	320.43	0	358.58	38.15
Conexión Nodo351	325.65	0.05	358.58	32.93
Conexión Nodo352	319.5	0	358.58	39.08
Conexión Nodo353	322.92	0	358.58	35.66
Conexión Nodo354	324.07	0	358.58	34.51

Conexión Nodo355	330.57	0.05	358.57	28
Conexión Nodo356	334.63	0	358.57	23.94
Conexión Nodo357	337.96	0	358.57	20.61
Conexión Nodo358	342.74	0.07	358.57	15.83
Conexión Nodo359	318.6	0	358.59	39.99
Conexión Nodo360	319.58	0	358.59	39.01
Conexión Nodo361	318.85	0	358.57	39.72
Conexión Nodo362	315.32	0	358.55	43.23
Conexión Nodo363	314.73	0	358.55	43.82
Conexión Nodo364	315.28	0	358.54	43.26
Conexión Nodo365	315.55	0	358.52	42.97
Conexión Nodo366	322.73	0.09	358.5	35.77
Conexión Nodo367	322.73	0.2	358.49	35.76
Embalse Galeri1	298.25	-1.2	298.25	0
Depósito Tanque1	423.5	-0.82	424.25	0.75

Presiones en los nodos, sistema Fuente – Tanque – Red (sin consumo)

Tabla de Red - Nodos	
	Presión
ID Nudo	m
Embalse Galeri1	0
Conexión Nodo77	0.57
Depósito Tanque1	0.75
Conexión Nodo78	0.89
Conexión Nodo79	1.12
Conexión Nodo80	1.18
Conexión Nodo81	1.58
Conexión Nodo82	1.64
Conexión Nodo83	4.14
Conexión Nodo84	5.54
Conexión Nodo85	6.96
Conexión Nodo86	8.12
Conexión Nodo333	8.79
Conexión Nodo307	8.84
Conexión Nodo87	8.98
Conexión Nodo254	9.21
Conexión Nodo88	9.37
Conexión Nodo89	10.02
Conexión Nodo263	10.4
Conexión Nodo90	10.86

Conexión Nodo91	11.83
Conexión Nodo92	12.67
Conexión Nodo102	12.91
Conexión Nodo143	13.29
Conexión Nodo142	13.32
Conexión Nodo94	13.58
Conexión Nodo320	13.61
Conexión Nodo93	13.79
Conexión Valv3	14
Conexión Nodo141	14.03
Conexión Nodo264	14.12
Conexión Nodo144	14.22
Conexión Nodo95	14.22
Conexión Nodo138	14.33
Conexión Nodo103	14.55
Conexión Nodo140	14.58
Conexión Nodo139	14.62
Conexión Nodo145	15
Conexión Nodo146	15.13
Conexión Nodo98	15.31
Conexión Nodo332	15.37
Conexión Nodo96	15.56
Conexión Nodo97	15.58
Conexión Nodo99	15.84
Conexión Nodo152	15.86
Conexión Nodo151	15.99
Conexión Valv2	16
Conexión Nodo147	16.43
Conexión Nodo265	16.63
Conexión Nodo334	16.76
Conexión Nodo358	16.87
Conexión Nodo153	17.16
Conexión Nodo100	17.34
Conexión Nodo150	17.7
Conexión Nodo317	18.13
Conexión Nodo304	18.15
Conexión Nodo148	18.99
Conexión Nodo303	19.37
Conexión Nodo266	19.39
Conexión Nodo328	19.41
Conexión Nodo253	19.47
Conexión Nodo101	19.64

Conexión Nodo248	19.71
Conexión Nodo305	19.82
Conexión Nodo104	19.94
Conexión Valv4	20
Conexión Nodo327	20.22
Conexión Nodo149	20.35
Conexión Nodo306	20.36
Conexión Nodo123	20.68
Conexión Nodo252	20.95
Conexión Nodo308	21.52
Conexión Nodo357	21.65
Conexión Nodo270	21.88
Conexión Nodo154	22.07
Conexión Nodo269	22.08
Conexión Nodo326	22.41
Conexión Nodo105	22.42
Conexión Nodo247	22.47
Conexión Nodo309	22.55
Conexión Nodo329	22.63
Conexión Nodo302	22.66
Conexión Nodo271	23.27
Conexión Nodo291	23.35
Conexión Nodo267	23.39
Conexión Nodo268	23.47
Conexión Nodo289	23.77
Conexión Nodo106	23.88
Conexión Nodo272	23.98
Conexión Nodo330	24.14
Conexión Nodo124	24.19
Conexión Nodo290	24.28
Conexión Nodo288	24.33
Conexión Nodo310	24.51
Conexión Nodo287	24.74
Conexión Nodo331	24.92
Conexión Nodo273	24.96
Conexión Nodo356	24.98
Conexión Nodo218	25.06
Conexión Nodo155	25.11
Conexión Nodo107	25.22
Conexión Nodo227	25.33
Conexión Nodo217	25.38
Conexión Nodo226	25.48

Conexión Nodo286	25.64
Conexión Nodo301	25.68
Conexión Nodo338	25.73
Conexión Nodo228	25.79
Conexión Nodo225	25.8
Conexión Nodo229	25.82
Conexión Nodo219	25.84
Conexión Nodo292	25.85
Conexión Nodo220	25.9
Conexión Nodo230	26.03
Conexión Nodo207	26.09
Conexión Nodo206	26.1
Conexión Nodo214	26.12
Conexión Nodo108	26.13
Conexión Nodo208	26.17
Conexión Nodo216	26.26
Conexión Nodo325	26.27
Conexión Nodo251	26.28
Conexión Nodo215	26.34
Conexión Nodo167	26.4
Conexión Nodo205	26.48
Conexión Nodo213	26.48
Conexión Nodo204	26.55
Conexión Nodo168	26.58
Conexión Nodo231	26.72
Conexión Nodo285	26.86
Conexión Nodo311	26.89
Conexión Nodo166	26.9
Conexión Nodo203	26.96
Conexión Nodo156	26.98
Conexión Nodo221	27.01
Conexión Nodo212	27.05
Conexión Nodo202	27.08
Conexión Nodo339	27.08
Conexión Nodo209	27.15
Conexión Nodo201	27.26
Conexión Nodo200	27.31
Conexión Nodo232	27.43
Conexión Nodo169	27.53
Conexión Nodo159	27.57
Conexión Nodo250	27.57
Conexión Nodo125	27.6

Conexión Nodo165	27.83
Conexión Nodo274	27.84
Conexión Nodo211	27.88
Conexión Nodo222	28.01
Conexión Nodo199	28.06
Conexión Nodo284	28.07
Conexión Nodo210	28.19
Conexión Nodo109	28.21
Conexión Nodo324	28.24
Conexión Nodo198	28.32
Conexión Nodo233	28.38
Conexión Nodo249	28.44
Conexión Nodo223	28.48
Conexión Nodo197	28.64
Conexión Nodo335	28.97
Conexión Nodo355	29.04
Conexión Nodo157	29.07
Conexión Nodo283	29.18
Conexión Nodo158	29.2
Conexión Nodo340	29.24
Conexión Nodo293	29.26
Conexión Nodo234	29.76
Conexión Nodo160	30.08
Conexión Nodo312	30.48
Conexión Nodo300	30.66
Conexión Nodo170	30.68
Conexión Nodo235	30.69
Conexión Nodo238	30.91
Conexión Nodo110	31
Conexión Nodo316	31.03
Conexión Nodo275	31.09
Conexión Nodo323	31.12
Conexión Nodo319	31.24
Conexión Nodo318	31.44
Conexión Nodo282	31.48
Conexión Nodo237	31.74
Conexión Nodo224	31.82
Conexión Nodo321	31.82
Conexión Nodo240	31.83
Conexión Nodo196	31.92
Conexión Nodo126	32.03
Conexión Nodo236	32.19

Conexión Nodo315	32.21
Conexión Nodo164	32.3
Conexión Nodo195	32.48
Conexión Nodo171	32.71
Conexión Nodo194	32.94
Conexión Nodo314	33.17
Conexión Nodo294	33.2
Conexión Nodo341	33.42
Conexión Nodo161	33.56
Conexión Nodo342	33.71
Conexión Nodo313	33.85
Conexión Nodo193	33.89
Conexión Nodo111	33.9
Conexión Nodo351	33.96
Conexión Nodo336	34.14
Conexión Nodo322	34.28
Conexión Nodo343	34.53
Conexión Nodo172	34.56
Conexión Nodo192	34.93
Conexión Nodo162	35.31
Conexión Nodo239	35.31
Conexión Nodo173	35.42
Conexión Nodo354	35.54
Conexión Nodo191	35.67
Conexión Nodo276	35.74
Conexión Nodo163	35.94
Conexión Nodo190	35.95
Conexión Nodo189	36.15
Conexión Nodo127	36.28
Conexión Nodo112	36.29
Conexión Nodo353	36.69
Conexión Nodo174	36.76
Conexión Nodo281	36.83
Conexión Nodo366	36.88
Conexión Nodo367	36.88
Conexión Nodo262	36.98
Conexión Nodo241	37.36
Conexión Nodo188	37.4
Conexión Nodo175	37.75
Conexión Nodo277	38.28
Conexión Nodo187	38.39
Conexión Nodo113	38.59

Conexión Nodo176	38.6
Conexión Nodo337	38.65
Conexión Nodo344	39.17
Conexión Nodo350	39.18
Conexión Nodo114	39.33
Conexión Nodo186	39.44
Conexión Nodo115	39.62
Conexión Nodo177	39.82
Conexión Nodo360	40.03
Conexión Nodo352	40.11
Conexión Nodo280	40.14
Conexión Nodo116	40.66
Conexión Nodo261	40.71
Conexión Nodo185	40.76
Conexión Nodo361	40.76
Conexión Nodo246	40.98
Conexión Nodo359	41.01
Conexión Nodo184	41.06
Conexión Nodo178	41.19
Conexión Nodo117	41.42
Conexión Nodo179	41.45
Conexión Nodo278	41.51
Conexión Nodo349	41.52
Conexión Nodo279	41.6
Conexión Nodo183	41.92
Conexión Nodo345	42.17
Conexión Nodo128	42.47
Conexión Nodo346	42.7
Conexión Nodo180	42.71
Conexión Nodo181	42.73
Conexión Nodo348	42.8
Conexión Nodo182	43.22
Conexión Nodo365	44.06
Conexión Nodo260	44.23
Conexión Nodo347	44.23
Conexión Nodo362	44.29
Conexión Nodo364	44.33
Conexión Nodo363	44.88
Conexión Nodo129	45.5
Conexión Nodo118	45.57
Conexión Nodo244	46.6
Conexión Nodo120	47.1

Conexión Nodo245	47.24
Conexión Nodo119	47.36
Conexión Nodo121	47.77
Conexión Nodo130	47.85
Conexión Nodo242	48.14
Conexión Nodo75	49.02
Conexión Nodo243	49.04
Conexión Nodo76	49.06
Conexión Nodo295	49.43
Conexión Nodo122	49.57
Conexión Nodo74	49.83
Conexión Nodo73	49.84
Conexión Nodo72	50.27
Conexión Nodo71	50.29
Conexión Nodo131	50.88
Conexión Nodo299	51.07
Conexión Nodo298	51.1
Conexión Nodo259	51.15
Conexión Nodo297	51.21
Conexión Nodo70	53.08
Conexión Nodo258	53.18
Conexión Nodo132	53.2
Conexión Nodo296	53.95
Conexión Nodo257	54.35
Conexión Nodo69	54.51
Conexión Nodo133	55.67
Conexión Nodo256	55.77
Conexión Nodo136	55.99
Conexión Nodo135	56
Conexión Nodo137	56.05
Conexión Nodo68	56.25
Conexión Nodo67	57.56
Conexión Nodo134	57.64
Conexión Nodo66	58.34
Conexión Nodo65	58.97
Conexión Nodo64	59.43
Conexión Nodo63	60.32
Conexión Nodo62	61.39
Conexión Nodo61	62.39
Conexión Nodo59	63.41
Conexión Nodo60	63.63
Conexión Nodo52	63.67

Conexión Nodo58	64.31
Conexión Nodo56	65.41
Conexión Nodo57	65.75
Conexión Nodo55	65.93
Conexión Nodo51	67.43
Conexión Nodo54	67.45
Conexión Nodo50	69.46
Conexión Nodo53	69.89
Conexión Nodo49	73.82
Conexión Nodo41	75.85
Conexión Nodo40	75.99
Conexión Nodo42	76.57
Conexión Nodo39	76.71
Conexión Nodo48	77.13
Conexión Nodo45	77.31
Conexión Nodo38	78.1
Conexión Nodo46	78.23
Conexión Nodo44	78.45
Conexión Nodo43	78.72
Conexión Nodo47	79.04
Conexión Nodo37	81.45
Conexión Nodo28	83.45
Conexión Nodo30	83.49
Conexión Nodo31	83.54
Conexión Nodo27	83.66
Conexión Nodo29	83.67
Conexión Nodo34	83.81
Conexión Nodo32	83.85
Conexión Nodo35	83.92
Conexión Nodo33	84.21
Conexión Nodo36	84.29
Conexión Nodo26	87.57
Conexión Nodo25	88.93
Conexión Nodo24	90.98
Conexión Nodo23	93.68
Conexión Nodo22	96.32
Conexión Nodo21	98.34
Conexión Nodo20	99.6
Conexión Nodo19	100.57
Conexión Nodo18	103.02
Conexión Nodo17	106.62
Conexión Nodo16	108.29

Conexión Nodo15	114.23
Conexión Nodo14	121.53
Conexión Nodo13	121.79
Conexión Nodo12	130.94
Conexión Nodo11	141.12
Conexión Nodo10	151.34
Conexión Nodo9	162.14
Conexión Nodo8	171.5
Conexión Nodo7	175.99
Conexión Nodo6	177.05
Conexión Nodo5	179.22
Conexión Nodo4	180.88
Conexión Nodo3	181.06
Conexión Nodo2	181.65
Conexión Nodo1	181.87