

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**



**TRABAJO DE GRADO  
DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN  
CASERÍOS EL PITAL Y LAS TABLAS, CANTÓN LA MAGDALENA, MUNICIPIO  
DE CHALCHUAPA, DEPARTAMENTO DE SANTA ANA, EL SALVADOR**

**PARA OPTAR AL GRADO DE  
INGENIERO CIVÍL**

**PRESENTADO POR  
JAIME LUIS RAMÍREZ ZARCEÑO  
WALTER ISMAEL ESPINOZA GUARDADO**

**DOCENTE ASESOR  
INGENIERO RAÚL ERNESTO MARTÍNEZ BERMÚDEZ**

**OCTUBRE, 2021  
SANTA ANA, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**AUTORIDADES**



**M. Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO**  
RECTOR

**DR. RAÚL ERNESTO AZCÚNAGA LÓPEZ**  
VICERRECTOR ACADÉMICO

**ING. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA**  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

**ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL**  
SECRETARIO GENERAL

**LICDO. LUÍS ANTONIO MEJÍA LIPE**  
DEFENSOR DE LOS DERECHOS UNIVERSITARIOS

**LICDO. RAFAEL HUMBERTO PEÑA MARÍN**  
FISCAL GENERAL

**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE**  
**AUTORIDADES**



**M. Ed. ROBERTO CARLOS SIGÜENZA CAMPOS**  
DECANO

**M. Ed. RINA CLARIBEL BOLAÑOS DE ZOMETA**  
VICEDECANA

**LICDO. JAIME ERNESTO SERMEÑO DE LA PEÑA**  
SECRETARIO

**ING. DOUGLAS GARCIA RODEZNO**  
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	x
CAPÍTULO I: GENERALIDADES .....	11
1.1 Antecedentes .....	12
1.2 Planteamiento del problema.....	15
1.3 Objetivos .....	16
1.3.1 General.....	16
1.3.2 Específicos .....	16
1.4 Alcances globales .....	17
1.5 Limitaciones .....	17
1.6 Justificaciones.....	19
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	20
2.1 Sistema de agua potable.....	21
2.2 Componentes de un sistema de abastecimiento.....	21
2.2.1 Fuente .....	21
2.2.2 Obra de captación .....	21
2.2.3 Línea de aducción o impulsión .....	21
2.2.4 Planta de tratamiento.....	22
2.2.5 Tanque de almacenamiento .....	22
2.2.6 Red de distribución .....	22
2.2.7 Acometida domiciliar.....	22
2.3 Estudios necesarios para llevar a cabo el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable .....	23
2.3.1 Levantamiento topográfico.....	23
2.3.2 Estudios de las fuentes de abastecimiento de la zona .....	23
2.3.3 Demografía local y regional .....	24
2.4 Proceso del diseño.....	24
2.4.1 Período de diseño.....	24
2.4.2 Proyección de la población .....	25
2.4.3 Dotación del proyecto .....	26
2.4.4 Definición de caudales de diseño .....	27
2.4.4.1 Caudal medio diario.....	27
2.4.4.2 Variaciones de consumos .....	27

2.4.5	Cálculo de volumen de almacenamiento .....	27
2.4.5.1	Volúmenes de almacenamiento .....	27
2.4.5.2	Volumen de variaciones horarias .....	28
2.4.6	Cálculo de potencia del equipo de bombeo .....	28
2.4.7	Método de diseño de redes de abastecimiento de agua potable.....	31
2.4.7.1	Sistema de línea de tubería en serie .....	31
2.4.7.2	Sistema de línea de tubería paralela .....	33
2.4.7.3	Red de distribución de agua potable abierta o ramificada.....	35
2.4.7.4	Red de distribución de agua potable cerrada o mallada.....	36
2.4.7.5	Ventajas y desventajas de cada tipo de red .....	37
2.5	Generalidades del software a utilizar para el modelaje hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable .....	38
2.5.1	Bentley WaterCAD CONNECT Edition 10.00.00.50 .....	38
CAPÍTULO III: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.....		40
3.1	Generalidades .....	41
3.2	Análisis de la población.....	41
3.2.1	Cálculo de la población futura.....	42
3.2.1.1	Población futura: habitantes domiciliarios .....	43
3.2.1.2	Población futura: alumnos .....	43
3.3	Cálculo de caudales de diseño.....	43
3.3.1	Dotaciones.....	43
3.3.2	Cálculo de caudales de diseño .....	43
3.3.2.1	Caudal medio diario (Qmd) .....	43
3.3.2.2	Caudal máximo diario (Qmaxd).....	44
3.3.2.3	Caudal máximo horario (Qmaxh).....	45
3.3.2.4	Caudal mínimo horario (Qminh) .....	45
3.3.2.5	Caudal de diseño para aducción (caudal de bombeo (Qb)) .....	46
3.3.2.6	Caudal de diseño para red de distribución .....	46
3.4	Obra de captación.....	46
3.4.1	Análisis de resultados de estudio hidrogeológico .....	46
3.4.2	Caudal de producción.....	48
3.4.3	Estructura de pozo.....	49
3.5	Tratamiento .....	49

3.6	Tanque de almacenamiento .....	49
3.6.1	Cálculo de volumen de almacenamiento .....	49
3.6.1.1	Generalidades .....	49
3.6.1.2	Volumen de variaciones horarias .....	50
3.6.1.3	Volumen por incendio.....	50
3.6.1.4	Volumen por reparaciones .....	51
3.6.1.5	Volumen total .....	51
3.6.1.6	Dimensionamiento del tanque .....	52
3.7	Topología y modelado del sistema de abastecimiento de agua potable ..	52
3.7.1	Topología de la línea de impelencia .....	52
3.7.2	Topología de la red de distribución.....	55
3.7.3	Configuración del archivo de WaterCAD .....	58
3.7.4	Escenarios del archivo de WaterCAD.....	62
3.7.5	Exportación del modelo desde AutoCAD Civil 3D hacia WaterCAD..	63
3.7.5.1	AutoCAD Civil 3D .....	63
3.7.5.2	WaterCAD .....	63
3.8	Diseño de línea de impelencia .....	66
3.8.1	Cálculo de diámetro económico.....	66
3.8.2	Cálculo de velocidades.....	67
3.8.3	Cálculo de carga dinámica total (CDT) .....	68
3.8.3.1	Altura topográfica que debe ser vencida por la bomba (Ht) .....	69
3.8.3.2	Pérdida por fricción en tuberías de impelencia (hf) .....	69
3.8.3.3	Pérdidas menores (hm).....	71
3.8.3.3.1	Cálculo de números de Reynolds.....	73
3.8.3.3.2	Cálculo de coeficiente de fricción.....	74
3.8.3.3.3	Cálculo de coeficientes de pérdidas menores (k).....	75
3.8.3.4	Pérdidas por carga de velocidad (hv) .....	79
3.8.3.5	Pérdidas por imprevistos .....	80
3.8.4	Cálculo de la potencia requerida de la bomba.....	80
3.8.5	Cálculo de la potencia requerida para el motor .....	81
3.8.6	Escenario: “Análisis del sistema (línea de impelencia)” .....	81
3.8.6.1	Propiedades de los elementos .....	81

3.8.6.1.1	Tuberías .....	81
3.8.6.1.2	Pozo .....	82
3.8.6.1.3	Bomba .....	83
3.8.6.1.4	Tanque .....	84
3.8.6.2	Resultados .....	86
3.8.6.3	Curva característica del sistema según WaterCAD .....	90
3.8.7	Curva característica del sistema .....	92
3.8.7.1	Ecuación de la curva característica del sistema .....	92
3.8.7.1.1	Pérdidas por fricción.....	92
3.8.7.1.2	Pérdidas menores .....	94
3.8.7.2	Gráfica de curva característica del sistema.....	95
3.8.8	Selección de bomba .....	96
3.8.8.1	Ecuación de la curva de la bomba.....	97
3.8.8.2	Curva característica del sistema vs curva de la bomba.....	99
3.8.9	Escenario: “Diseño del sistema (línea de impelencia)” .....	101
3.8.9.1	Propiedades de los elementos .....	101
3.8.9.1.1	Bomba .....	101
3.8.9.2	Resultados .....	102
3.8.10	Línea piezométrica en línea de impelencia.....	107
3.8.11	Golpe de ariete en línea de impelencia .....	107
3.8.11.1	Cálculo de la celeridad (a).....	108
3.8.11.2	Celeridades de cada segmento .....	109
3.8.11.2.1	Tiempos parciales .....	109
3.8.11.2.2	Tiempo total .....	110
3.8.11.3	Cálculo de tiempo de parada (Tc) .....	110
3.8.11.3.1	Determinación del coeficiente “C” .....	111
3.8.11.3.2	Determinación del coeficiente “K” .....	112
3.8.11.4	Tiempo de cierre.....	113
3.8.11.4.1	Longitud crítica (Lc) y tipo de impulsión .....	113
3.8.11.5	Cálculo de la sobrepresión producida por el golpe de ariete .....	114
3.8.11.6	Ubicación de punto crítico .....	115
3.8.11.6.1	Carga total por golpe de ariete (H total) .....	115

3.8.11.6.2	Cota de punto crítico .....	116
3.8.11.6.3	Estacionamiento de punto crítico .....	116
3.9	Subestación e instalaciones eléctricas .....	122
3.9.1	Instalaciones eléctricas de motores .....	122
3.9.1.1	Cálculo del conductor alimentador .....	122
3.9.1.2	Protección principal del alimentador de la planta de bombeo .....	123
3.9.1.3	Circuitos derivados .....	123
3.9.1.4	Protección del circuito derivado .....	124
3.9.1.5	Protección del motor .....	124
3.9.2	Determinación de la capacidad de la subestación .....	125
3.9.3	Cálculo de la corriente de subestación a estación de bombeo .....	125
3.10	Diseño de red de distribución .....	126
3.10.1	Escenario: “Análisis del sistema (red de distribución)” .....	126
3.10.1.1	Asignación de las demandas nodales .....	126
3.10.1.1.1	Caudal de consumo por acometidas .....	126
3.10.1.1.2	ArcGIS .....	126
3.10.1.1.3	WaterCAD .....	140
3.10.1.2	Propiedades de los elementos .....	146
3.10.1.2.1	Tuberías .....	146
3.10.1.2.2	Tanque .....	146
3.10.1.2.3	Resultados .....	146
3.10.1.3	Escenario: “Aislamiento total” .....	160
3.10.1.3.1	Resultados .....	166
3.10.1.4	Escenario: “Aislamiento sector este” .....	170
3.10.1.4.1	Resultados .....	173
3.10.1.5	Escenario: “Aislamiento sector sur” .....	183
3.10.1.5.1	Resultados .....	186
3.10.1.6	Escenario: “Aislamiento sector oeste” .....	197
3.10.1.6.1	Resultados .....	200
3.10.2	Escenario: “Diseño del sistema (red de distribución)” .....	209
3.10.2.1	Propiedades de los elementos .....	209
3.10.2.1.1	Válvulas reductoras de presión .....	210



3.10.2.2	Resultados .....	217
3.10.2.3	Resultados escenario: “Aislamiento total” .....	223
3.10.2.4	Resultados escenario: “Aislamiento este” .....	225
3.10.2.5	Resultados escenario: “Aislamiento sur” .....	233
3.10.2.6	Resultados escenario: “Aislamiento oeste” .....	241
CAPÍTULO IV: PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA .....		247
4.1	Presupuesto .....	248
4.1.1	Costo directo.....	248
4.1.2	Costo indirecto.....	248
4.1.3	Plan de oferta .....	249
4.1.3.1	Análisis de costo directo de bomba sumergible .....	256
4.2	Cronograma .....	257
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		259
5.1	Conclusiones.....	260
5.2	Recomendaciones.....	261
Referencias bibliográficas .....		262
ANEXOS .....		264

## INTRODUCCIÓN

Las historias de los primeros asentamientos poblaciones alrededor del mundo, nos ha enseñado que disponer con agua apta para consumo humano es una de las principales necesidades básicas que el ser humano debe de satisfacer para poder empezar a establecer condiciones que permitan el desarrollo de la sociedad a la que pertenece. Las condiciones de vida de las sociedades actuales no solamente requieren que se pueda disponer de una fuente de agua potable, sino que, ese vital líquido esté a disposición inmediata en cada uno de los hogares, locales comerciales, industriales, etc.

Este documento propone un diseño para el sistema de abastecimiento de agua potable en caseríos Las Tablas y El Pital, cantón La Magdalena, municipio de Chalchuapa, departamento de Santa Ana, El Salvador.

En el capítulo I, se menciona los aspectos que describe la condición actual de las comunidades que se beneficiarán con esta propuesta. Se expone la gestión que las comunidades han realizado ante instituciones nacionales e internacionales en busca de apoyo para la implementación de un sistema de abastecimiento de agua potable que satisfaga la demanda de las comunidades; se plantea la problemática con el sistema de abastecimiento existente y por último se establecen los objetivos, alcances y limitaciones de esta propuesta de diseño.

El capítulo II contiene el marco teórico en el que se basa el diseño de abastecimiento. En el capítulo III se plantean los parámetros a considerar en el diseño y los detalles de todos los elementos que conforman el sistema de abastecimiento.

Posteriormente en el capítulo IV se presenta el presupuesto para la construcción y el programa de ejecución de las partidas del sistema de abastecimiento. Finalmente, el capítulo V brinda las recomendaciones y documentación anexa relevante para el proyecto.

# **CAPÍTULO I: GENERALIDADES**

## 1.1 Antecedentes

Este proyecto involucra los Caseríos El Pital y Las Tablas que pertenecen al cantón La Magdalena, del municipio de Chalchuapa, ubicado en el departamento de Santa Ana. (Centro Nacional de Registros)



Ilustración 1 - Mapa del departamento de Santa Ana en el que se indica la ubicación del municipio de Chalchuapa y del cantón La Magdalena.

Fuente: Propia

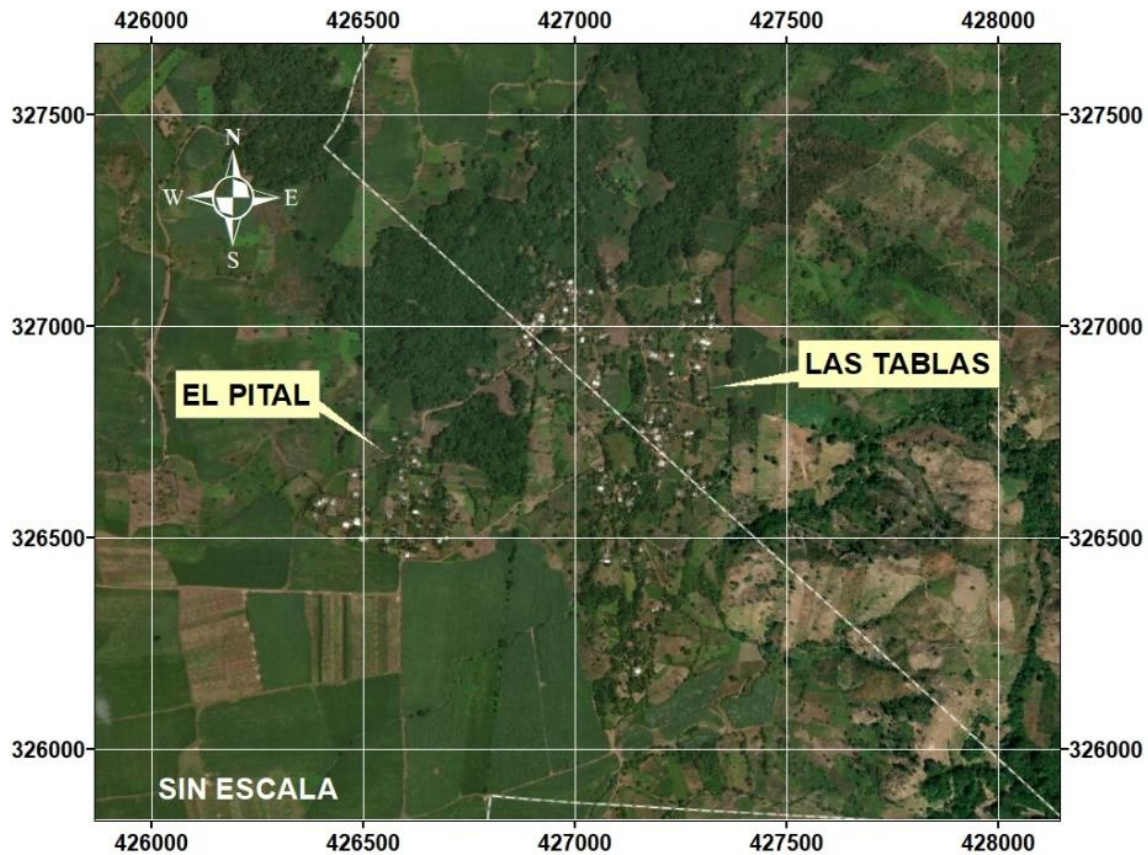


Ilustración 2 - Mapa de los caseríos El Pital y Las Tablas.

Fuente: Propia

En marzo de 2018 la ADESCO de Las Tablas contactó con CSU Rams Without Borders (RWB) solicitando ayuda para el diseño, financiamiento y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable en dicho caserío. En el año académico 2018 a 2019 un grupo de estudiantes de la Universidad Estatal de Colorado (Colorado State University, CSU) realizaron el diseño del sistema solicitado como parte de su trabajo de grado.

En marzo de 2019 este grupo de estudiantes de CSU realizaron una visita a la comunidad del caserío Las Tablas y durante esta visita identificaron dos aspectos importantes:

1. Las ADESCOS de ambas comunidades habían acordado que el sistema de abastecimiento debía beneficiar a ambas comunidades. Por lo tanto, el sistema que se había diseñado no era apto para suplir las necesidades para ambas comunidades, por lo cual se determinó que había que diseñarse un nuevo sistema de abastecimiento que pudiera cumplir con la demanda de ambos caseríos.
2. El grupo de estudiantes de CSU que habían realizado el diseño del proyecto no podría llevar a cabo este nuevo diseño, debido a que ellos habían realizado ese proyecto como su trabajo de grado.

En esa visita de marzo de 2019 se estableció una relación de cooperación entre la organización de estudiantes de RWB y la Universidad de El Salvador Facultad Multidisciplinaria de Occidente, en la cual se realizaría un trabajo en conjunto para hacer posible el diseño y posterior construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable que beneficie a ambas comunidades.

RWB se encarga de la gestión de financiamiento con diversos entes como: la Embajada de Japón, los residentes de ambas comunidades y otras instituciones para asegurar la construcción de este proyecto. En paralelo, la Universidad de El Salvador desde la sede central desarrolló el estudio hidrogeológico ejecutado como trabajo de grado para la carrera de Licenciatura en Geofísica, con el propósito de establecer la mejor ubicación de un pozo para la captación de agua.

## **1.2 Planteamiento del problema**

La comunidad de Las Tablas y El Pital han estado haciendo gestiones desde hace aproximadamente cuatro años para lograr contar con un sistema de abastecimiento de agua potable que sea confiable y capaz de dotar a cada hogar con una cantidad digna de agua. La comunidad actualmente cuenta con un sistema de abastecimiento que es incapaz de suministrar una cantidad de agua suficiente para el pleno desarrollo de sus actividades diarias.

Las casas ubicadas en la región norte de la comunidad están más próximas a la fuente actual de agua, una captación en ladera que recoge el agua y la envía por gravedad a unos tanques de almacenamiento y posteriormente se dirige a una distribución por gravedad hacia cada casa. El problema es que la disponibilidad del agua se da cada dos días, por una o dos horas.

Siendo esta captación en ladera, la única fuente de agua disponible localmente para la comunidad, todos son dependientes de ella para el agua de consumo, cocina y aseo. La región sur de la comunidad, referida como caserío Las Tablas, frecuentemente carece de acceso al agua, incluso durante esa hora cada dos días a la que se refirió anteriormente. Este sistema no cumple con los requerimientos de los pobladores lo cual, sigue significando que las personas deben desplazarse hasta algún punto fuera de su casa para conseguir el agua que necesitan para su día a día.

Para poder establecer una propuesta de solución, es necesario realizar el levantamiento topográfico de ambos caseríos y recopilar la información referente a la población y equipamiento existente. Posteriormente se debe proponer una captación de agua adecuada en base a otros estudios externos a esta investigación y también se debe diseñar el sistema de tuberías y obras complementarias que lleven el agua desde este sitio hasta cada una de las casas a través de un sistema por gravedad.

Para poder abordar este problema se han planteado las siguientes interrogantes:

- ¿Cuál es la estructura de pozo más adecuada?

- ¿Cuál debe ser la especificación de la línea de impelencia que conducirá el agua desde el pozo hasta la estructura de almacenamiento?
- ¿Cuál debe ser la capacidad del tanque de almacenamiento a emplear?
- ¿Cuál es el caudal que satisface la demanda?
- ¿Cuál sería el costo de esta obra?

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 General**

Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable en los caseríos Las Tablas y El Pital, cantón La Magdalena, municipio de Chalchuapa, departamento de Santa Ana, El Salvador.

#### **1.3.2 Específicos**

- Proponer un prediseño para la estructura de pozo en base a los resultados del estudio hidrogeológico.
- Seleccionar el conjunto bomba-motor que se adecúe a las necesidades del proyecto, en base a catálogos de proveedores locales.
- Determinar las especificaciones de la tubería de impelencia que transportará el caudal de agua requerido desde la captación hasta el tanque de almacenamiento.
- Establecer la capacidad del tanque de almacenamiento.
- Proponer una red de distribución por gravedad para el abastecimiento de agua potable a cada hogar beneficiado por el proyecto.
- Estimar el presupuesto de ejecución del proyecto.



#### **1.4 Alcances globales**

Se aplicarán los fundamentos de la mecánica de fluidos e hidráulica para los cálculos y consideraciones necesarias para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.

Se realizará una propuesta de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para los caseríos de El Pital y Las Tablas. El sistema comprenderá desde la captación de agua mediante un pozo perforado, pasando por el conjunto bomba-motor, línea de impelencia y tanque, hasta concluir en el sistema de distribución a cada hogar beneficiado.

Los datos de la población, configuración del terreno y estudio hidrogeológico (realizado en paralelo por el equipo de geofísica) servirán para proponer un sistema de abastecimiento de agua potable desde su captación hasta su distribución cumpliendo con las normas establecidas en los respectivos reglamentos vigentes aplicables a la realidad salvadoreña.

#### **1.5 Limitaciones**

Este trabajo comprenderá únicamente al sistema para agua potable, dejando fuera el diseño de una red de alcantarillado del tipo sanitario y de aguas lluvias.

La propuesta de diseño se limita al abastecimiento de agua potable y más precisamente a los siguientes componentes:

- Pozo: definir la ubicación y profundidad a partir de un informe hidrogeológico; y la estructura mínima que ANDA estipula en su Normativa para la Perforación de Pozo Profundos.
- Línea de impelencia: definir materiales, diámetros y accesorios para la tubería. Además de seleccionar el sistema de bombeo.
- Tanque de almacenamiento: cálculo de volumen requerido para el almacenamiento.

- Red de distribución por gravedad: definir materiales, diámetros y accesorios para la tubería.

Este diseño será únicamente para la población de los caseríos El Pital y Las Tablas.

La investigación comprenderá el levantamiento topográfico y datos estadísticos del crecimiento poblacional a lo largo de un período de diseño y no discute la realización del estudio hidrogeológico necesario para determinar la ubicación óptima para la perforación del pozo. Asimismo, al no contar con un informe de prueba de bombeo (debido a que es un pozo al que se le está proyectando su ubicación) que proporcione la información de caudal de producción de este pozo, estos datos se adoptan y ajustan de una prueba de bombeo realizada en un cantón aledaño al cantón La Magdalena. De igual manera, este trabajo no contempla un análisis de calidad de agua.

Para la formulación del presupuesto del proyecto se tomará como base los costos directos que el FSDL reporta en su base de costos de septiembre de 2019, por lo que en este documento no se contempla el desglose o análisis de costos unitarios. Así mismo este documento no presenta especificaciones técnicas para el desarrollo del proyecto ya que se adoptan las especificaciones técnicas que ANDA estipula en el documento “Especificaciones Técnicas para Obras Civiles, Hidráulicas y para Pozo” publicado en septiembre 2015.

La investigación analiza ciertas variables de diseño que dependen de las características propias del proyecto, pero acepta y no discute aquellos datos y valores utilizados para efectos de cálculos que estén en la bibliografía de hidráulica a emplear y que ya han sido demostrados mediante la investigación científica por parte de sus autores.

## **1.6 Justificaciones**

El acceso al agua potable es de vital importancia para el desarrollo de la actividad humana. Este recurso es empleado en distintas actividades que van desde consumo, preparación de alimentos, limpieza y aseo personal, regadíos, entre otros; es por ello por lo que se debería dotar a todas las personas de este recurso tan indispensable.

Los caseríos El Pital y Las Tablas, han carecido de un suministro de agua potable adecuado y los pozos adicionales que la misma comunidad ha excavado, han sido empleados únicamente para el riego. La gestión por parte de la población de ambos caseríos para obtener un mejor sistema de agua potable viene desde hace aproximadamente cuatro años y aún continúan luchando por conseguir dicho objetivo.

Los profesionales de la ingeniería civil son los responsables del diseño de aquellas obras necesarias para llevar el recurso hídrico a los asentamientos humanos, mejorando así la calidad de vida de la población beneficiada. Es por lo que se ha optado por abordar este tipo de problemática, aplicando los conocimientos de topografía, mecánica de fluidos e hidráulica y formulación de proyectos, adquiridos durante todo el desarrollo de la carrera de ingeniería civil.

Para resolver el problema de la falta de agua potable para la comunidad, es necesario determinar inicialmente una fuente de agua, la cual se proyectará mediante la propuesta de un pozo perforado en una ubicación señalada por el respectivo estudio hidrogeológico de la zona, y a partir de acá el agua se conducirá a presión hasta un tanque de almacenamiento que contendrá suficiente agua para dotar a todos los habitantes beneficiados con el vital recurso mediante un sistema de distribución por gravedad construido en la vía pública.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

## **2.1 Sistema de agua potable**

Es el conjunto de tuberías, instalaciones y accesorios destinados a conducir las aguas requeridas por una población y determinada con el fin de satisfacer sus necesidades, desde su lugar de existencia natural o fuente hasta el hogar de los usuarios. (Saraemor, 2008)

## **2.2 Componentes de un sistema de abastecimiento**

### **2.2.1 Fuente**

Es el espacio natural desde el cual se derivan los caudales demandados por la población a ser abastecida. Deben ser básicamente permanentes y suficientes, pudiendo ser superficiales y subterráneas, suministrando el agua por gravedad o por bombeo. (Saraemor, 2008)

### **2.2.2 Obra de captación**

Son estructuras y/o dispositivos ubicados en la fuente y destinados a facilitar la derivación de los caudales demandados por la población. Las tomas son orificios protegidos a través de los cuales el agua entra a una tanquilla y luego a un canal o tubo que la transporta, por gravedad o mediante bombeo, al sitio de consumo. Estas obras deben ser estables, para que en todo tiempo puedan suministrar el caudal estipulado en el diseño. (Saraemor, 2008)

### **2.2.3 Línea de aducción o impulsión**

Son tuberías usadas para transportar el caudal desde la obra de captación hasta el tanque de almacenamiento o la planta de tratamiento y consta de una serie de dispositivos necesarios para su buen funcionamiento, tales como: ventosas, limpiezas, desarenador, tanquillas rompe carga, válvulas, codos, etc. La mayoría de las veces el agua es conducida en tuberías a presión, bien por gravedad o con la ayuda de bombas. Algunas veces, a lo largo de canales abiertos, puentes-canales

y túneles. El tipo de conducto que se adopta depende de la topografía general del terreno a través del cual se tienden los conductos. (Saraemor, 2008)

#### **2.2.4 Planta de tratamiento**

Es el conjunto de estructuras y/o dispositivos destinados a dotar el agua de la fuente de la calidad necesaria para el consumo humano, es decir potabilizarla a través de diferentes procesos como: mezcla rápida, floculación, sedimentación, filtración, desinfección, etc. (Saraemor, 2008)

#### **2.2.5 Tanque de almacenamiento**

Son depósitos para almacenar agua con el propósito de compensar variaciones de consumo, atender situaciones de emergencias como incendios, atender interrupciones de servicio y para prever diseños más económicos del sistema. Es necesario situar estos estanques, con relación al sistema de distribución a fin de asegurar un servicio eficiente. (Saraemor, 2008)

#### **2.2.6 Red de distribución**

Es el conjunto de tuberías y accesorios destinadas a conducir las aguas a todos y cada uno de los usuarios a través de las calles. (Saraemor, 2008)

#### **2.2.7 Acometida domiciliar**

Es el tramo de tubería que conduce las aguas desde la red de distribución hasta el interior de la vivienda. En este tramo de tubería se colocan los contadores o medidores que son equipos destinados a medir la cantidad de agua que utiliza cada usuario. (Saraemor, 2008)

## **2.3 Estudios necesarios para llevar a cabo el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable**

### **2.3.1 Levantamiento topográfico**

Para dar inicio al diseño del sistema de abastecimiento se debe tener información sobre la configuración del terreno mediante la caracterización planimétrica y altimétrica del mismo, que incluya tanto la ubicación geográfica de puntos del terreno como su elevación respecto a un marco de referencia que deberá ser el nivel medio del mar.

La obtención de esta información se hará mediante el levantamiento topográfico del terreno con el uso de estación total. Para ello se inicia a partir de dos puntos con coordenadas conocidas, que han sido determinadas anteriormente con el uso de GPS, permitiendo así referenciar el aparato para comenzar a tomar puntos con el uso del prisma.

Los puntos por tomar serán en el eje de la calle, en ambas cunetas aproximadamente a cada 10 mts y en cambios de dirección, logrando así obtener la información de la red vial existente en la comunidad. Esto es necesario puesto que la tubería para la red de distribución se ubicará por debajo de las calles, enterrada a profundidades según establece las normas técnicas de ANDA; asimismo, se tomará las ubicaciones de las acometidas domiciliarias.

### **2.3.2 Estudios de las fuentes de abastecimiento de la zona**

En esta etapa se incluyen los estudios hidrogeológicos para determinar la ubicación idónea de un pozo, estudio de recursos hídricos en donde se evalúa la calidad y la cantidad de agua que puede aportar una fuente de agua superficial y el clima de la zona.

### **2.3.3 Demografía local y regional**

El estudio de la población consistirá en la determinación de la población de diseño. La población de diseño será igual según el caso, al 100% de la población futura (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), 2014)

Para ello se debe tener un censo actualizado de la población beneficiaria del proyecto y mediante información estadística se determina la tasa de crecimiento y finalmente se determina la población futura para un período de diseño de 20 años.

## **2.4 Proceso del diseño**

### **2.4.1 Período de diseño**

El periodo de diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable o de sus componentes, es el lapso que media entre la puesta en servicio y el momento en el que su uso sobrepase las condiciones establecidas en el diseño por falta de capacidad para prestar un buen servicio.

Tomando en cuenta las características de la demanda y la producción, el periodo de diseño de un proyecto de abastecimiento de agua potable deberá ser de 20 años como máximo. (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), 2014)

Los periodos de diseño para los diferentes componentes de un sistema serán los siguientes:

- a) Fuentes superficiales, ríos, manantiales, etc. Deberán tener un caudal mínimo suficiente para atender las necesidades de la población futura al final de 20 años.
- b) Fuentes subterráneas, pozos, galerías, etc. Deberán tener un caudal mínimo suficiente para atender las necesidades de la población futura al final de 10 años, con facilidad de ampliar dicha fuente por etapas a fin de satisfacer la demanda de agua al final de 20 años.
- c) Obras de captación de fuentes superficiales. Deberán ser dimensionadas para un periodo de diseño de 20-30 años.



d) Líneas de aducción. Serán dimensionadas para 20 años sean por gravedad o por bombeo.

e) Tanque de Almacenamiento metálicos. De 10 a 15 años.

f) Tanques de Almacenamiento de concreto o de ladrillo armado. Deberán ser dimensionados para 20 años.

g) Tuberías principales de la red de Distribución o mayores de 12". Deberán dimensionarse para un periodo de 20 a 25 años.

h) Tubería de la red de distribución o menores de 12". Deberán dimensionarse para un periodo de 10 a 20 años, previniendo desarrollos futuros mediante etapas. (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), 2014)

#### **2.4.2 Proyección de la población**

La población futura se constituye como la población beneficiada que se considerará en el diseño, esta se determina en base a la población inicial y un crecimiento poblacional para un periodo considerado, por lo tanto, se utilizan diferentes métodos que son recomendados por La Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), para la proyección de la población futura. Entre estos métodos están:

- Crecimiento lineal o Aritmético.
- Progresión geométrica o Geométrico.
- Logística de Verhulst o Logístico.
- Extensión gráfica de la curva de crecimiento o Comparativo.
- Proporción de crecimiento curvilíneo.

Cuando los proyectos son de urbanizaciones la población futura se calcula en base al número de viviendas y el número de habitantes por unidad habitacional. (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), 2014)

### 2.4.3 Dotación del proyecto

D= dotación doméstica urbana 80 a 350 l/p/d.

La dotación total incluirá además de la dotación doméstica el consumo comercial, público, etc. y un 20% para fugas y desperdicios. (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), 2014)

Dotación total urbana>=	220	l/p/d
Locales comerciales	20	l/m2/d
Hoteles	500	l/hab/d
Pensiones	350	l/hab/d
Restaurantes	50	l/m2/d
Escuelas		
•Externos	40	l/alumno/d
•Internos	200	l/p/d
•Personas no residentes	50	l/p/d
Hospitales	600	l/cama/d
Clínicas		
•Médicas	500	l/consultorio/d
•Dentales	1000	l/consultorio/d
Vivienda		
•Mínima	80 - 125	l/p/d
•Media	125 - 175	l/p/d
•Alta	175 - 350	l/p/d
Otros		
•Mercados, puestos	15	l/m2/d
•Cines, teatros	3	l/asiento/d
•Oficinas	6	l/m2/d
•Bodegas	20	l/m2/d
•Gasolineras	300	l/bomba/d
•Estacionamientos	2	l/m2/d
•Industria	80	l/p/turno
•Jardines	1.5	l/m2/d
•Lavanderías	50	l/kg/r.sec
•Cantareras>=	30	l/p/d

Tabla 1 - Tabla de consumos específicos.

Fuente: Norma técnica de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA)

## **2.4.4 Definición de caudales de diseño**

### **2.4.4.1 Caudal medio diario**

El consumo medio diario de una población se calcula mediante la expresión siguiente:

$$Q_{md} = ((Dotación) * (Población))/86400$$

Ecuación 1 - Caudal Medio Diario

Posteriormente se debe multiplicar por 1.2 para considerar las pérdidas por fugas en la red. (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), 2014)

### **2.4.4.2 Variaciones de consumos**

Los diferentes elementos del sistema se diseñarán considerando los siguientes coeficientes de variación de consumo de agua:

Consumo máximo diario: 1.2 a 1.5 consumo medio diario

Consumo máximo horario: 1.8 a 2.4 consumo medio diario

Coefficiente de variación diaria  $K_1=1.2$  a  $1.5$

Coefficiente de variación horaria  $K_2=1.8$  a  $2.4$

Coefficiente de variación mínima horaria  $K_3=0.1$  a  $0.3$  consumo medio diario.

(Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), 2014)

## **2.4.5 Cálculo de volumen de almacenamiento**

### **2.4.5.1 Volúmenes de almacenamiento**

Considerando las probabilidades de ocurrencia y la prioridad en las demandas, un diseño económico se alcanzará comparando el volumen necesario para atender las variaciones de consumo con la suma de los volúmenes de incendios y reparaciones o cortes de energía, para luego optar por la condición de mayor volumen.

(Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), 2014)

Para incendio se considera un volumen de 90 m<sup>3</sup> por sistema; para reparaciones se estimará el volumen aducido/hora durante un mínimo de 2 horas. (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), 2014)

#### **2.4.5.2 Volumen de variaciones horarias**

Los tanques se diseñarán de acuerdo con la integración de la variación horaria senoidal del día de mayor consumo y los valores de K1 y K2 consecuentemente se adaptarán los volúmenes mínimos siguientes

- 24 h/día de aducción 20% del consumo medio diario
- 20 h/día de aducción 30% del consumo medio diario
- 18 h/día de aducción 42% del consumo medio diario
- 16 h/día de aducción 48% del consumo medio diario

(Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), 2014)

#### **2.4.6 Cálculo de potencia del equipo de bombeo**

Existen dos amplias categorías de turbomáquinas, bombas y turbinas. La palabra bomba es un término general que designa a cualquier máquina hidráulica que añade energía a un fluido. Algunos autores llaman a las bombas dispositivos que absorben energía, porque la energía se les debe suministrar, y transfieren la mayor parte de esta energía al fluido, por lo regular, mediante una flecha rotatoria. El incremento en la energía hidráulica se experimenta como un aumento en la presión del fluido. (Cengel & Cimbala, 2006)

El rendimiento de una bomba en particular se representa gráficamente mediante las llamadas curvas de rendimiento de la bomba o curvas características que están en función de la altura manométrica y el caudal. Por lo general, estos gráficos tienen la curva de la bomba y la curva de eficiencia; y con ellas se realiza el procedimiento para la selección de la bomba más apropiada para el sistema que se está diseñando. (Cengel & Cimbala, 2006)

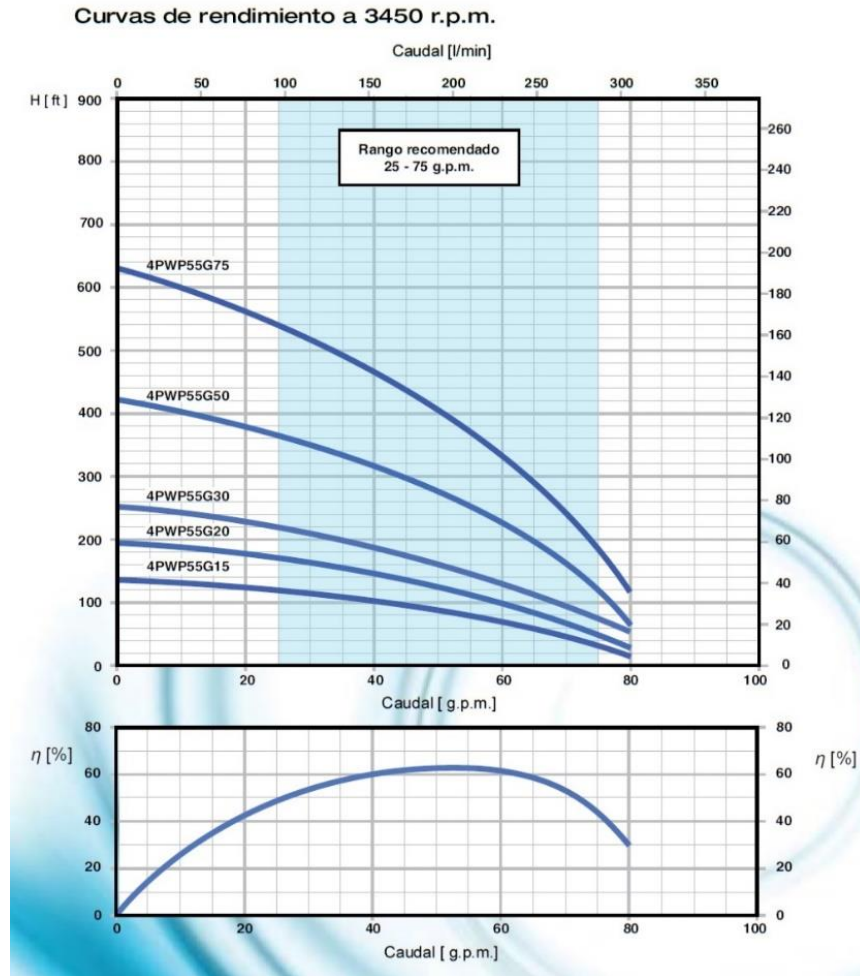


Ilustración 3 - Ejemplo de curva característica.

Fuente: Propia

La potencia de una bomba se calcula usando la siguiente fórmula:

$$Potencia = \frac{(h_A * \gamma * Q)}{e_M}$$

Ecuación 2 - Ecuación de potencia de una bomba

Donde:

$h_A$ : Cabeza total sobre la bomba (m)

$\gamma$ : Peso específico del agua (Kgf/m<sup>3</sup>)

Q: Caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)

$e_M$ : Eficiencia de la bomba

La altura manométrica se calcula de la siguiente manera:

$$h_A = z_2 - z_1 + h_L$$

$$h_A = \Delta_z + h_L$$

Ecuación 3 - Cabeza total sobre la bomba

Donde:

$h_A$ : cabeza total sobre la bomba (m).

$h_L$ : pérdida total (m).

$\Delta_z$ : diferencia de elevación entre punto inicial (1) y final (2) del sistema ( $z_2 - z_1$ ) (m).

Las pérdidas totales ( $h_L$ ), se calculan usando la fórmula de Hazen-Williams:

$$h_L = L * \left( \frac{Q}{0.85 * A * C_h * R^{0.63}} \right)^{1.852}$$

Ecuación 4 - Pérdidas por ecuación de Hazen-Williams

Dónde:

L: Longitud total en m.

Q: Caudal en m<sup>3</sup>/s

A = Área de sección transversal en m<sup>2</sup>

$C_h$ : Coeficiente de Hazen-Williams

R: Radio hidráulico en m

## 2.4.7 Método de diseño de redes de abastecimiento de agua potable

### 2.4.7.1 Sistema de línea de tubería en serie

Si el sistema es arreglado de tal forma que el fluido fluye a través de una línea continua sin ramificaciones, éste se conoce con el nombre de sistema en serie. Si la ecuación de la energía se escribe para este sistema, utilizando la superficie de cada depósito como punto de referencia, se asemejaría a lo siguiente (Mott, 1996):

$$\frac{P_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2 * g} + h_A - h_L = \frac{P_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2 * g}$$

Ecuación 5 - Ecuación de Bernoulli

Los primeros tres términos del lado izquierdo de esta ecuación representan la energía que posee el fluido en el punto 1 en la forma de cabeza de presión, cabeza de elevación y cabeza de velocidad. De manera similar, los términos del lado derecho de la ecuación representan la energía que posee el fluido en el punto 2. Los dos términos  $h_A$  y  $h_L$  indican la energía agregada al fluido y la energía perdida del sistema en cualquier lugar entre los puntos de referencia 1 y 2. En este problema,  $h_A$  es la energía agregada por la bomba. La energía se pierde, sin embargo, debido a diferentes condiciones (Mott, 1996). Podemos decir que:

$$h_L = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6$$

Ecuación 6 - Pérdida de energía total por unidad de peso de fluido.

Donde:

$h_L$  = pérdida de energía total por unidad de peso del fluido que fluye

$h_1$  = pérdida en la entrada

$h_2$  = pérdida por fricción en la línea de succión

$h_3$  = pérdida de energía en la válvula

$h_4$  = pérdida de energía en los codos a 90°

$h_5$  = pérdida por fricción en la línea de descarga

$h_6$  = pérdida a la salida

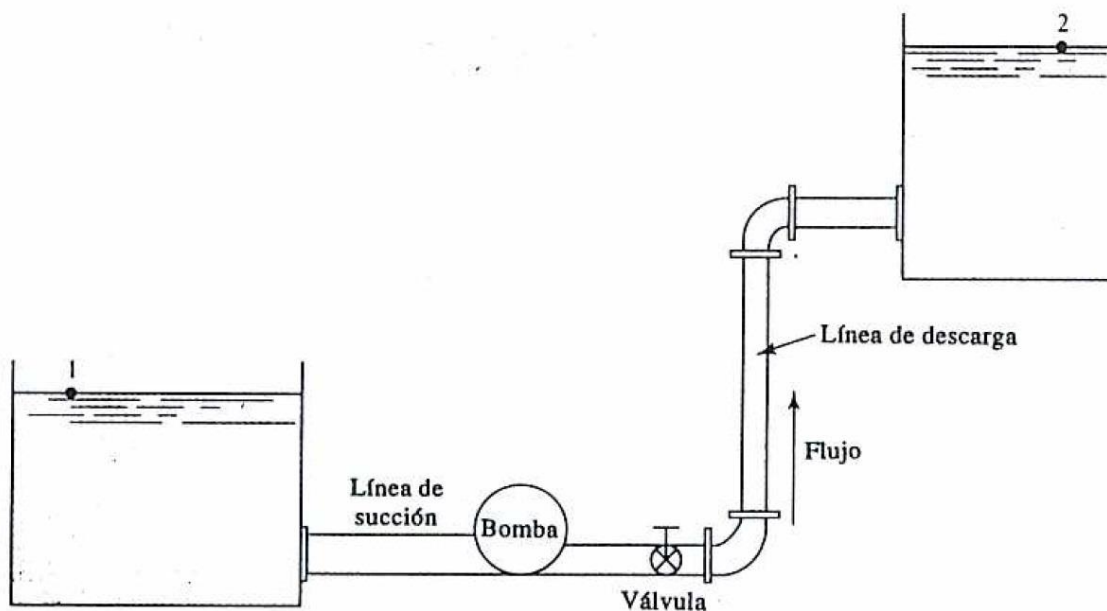


Ilustración 4 - Sistema de distribución en serie.

Fuente: Mott, 1996

En una línea de tubería en serie la pérdida de energía total es la suma de las pérdidas individuales grandes y pequeñas. Esta afirmación está de acuerdo con el principio de que la ecuación de la energía es una manera de tomar en cuenta toda la energía en el sistema entre los dos puntos de referencia. (Mott, 1996)

En el diseño o análisis de un sistema de flujo de tubería existen seis parámetros básicos involucrados, llamados:

1. Las pérdidas de energía del sistema o la adición de energía al sistema.
2. La velocidad de flujo de volumen del fluido o la velocidad de flujo.
3. El tamaño de la tubería.
4. La longitud de la tubería y sus accesorios.
5. La rugosidad de la pared de la tubería,  $\epsilon$
6. Las propiedades del fluido como peso específico, densidad y viscosidad. (Mott, 1996)



### 2.4.7.2 Sistema de línea de tubería paralela

Si el sistema provoca que el fluido se ramifique en dos o más líneas, se le llama sistema paralelo. (Mott, 1996)

La naturaleza de los sistemas paralelos requiere que la técnica utilizada para su análisis sea diferente a la que se utiliza en el análisis de los sistemas en serie. En general, un sistema paralelo puede tener cualquier número de ramas. (Mott, 1996)

El análisis de los sistemas de línea de tubería paralelos requiere el uso de la ecuación general de la energía junto con las ecuaciones que relacionan las velocidades de flujo de volumen en las diferentes ramas del sistema y las expresiones para las pérdidas de cabeza a lo largo del sistema. Las siguientes ecuaciones establecen los principios que relacionan las velocidades de flujo de volumen y las pérdidas de cabeza para sistemas paralelos con tres ramales tales como los que se muestran en la ilustración 5. (Mott, 1996)

$$Q_1 = Q_2 = Q_a + Q_b + Q_c$$

Ecuación 7 - Ecuación de Condición de Continuidad

$$h_{L1-2} = h_a + h_b + h_c$$

Ecuación 8 - Ecuación de Pérdida de Energía entre Dos Puntos.

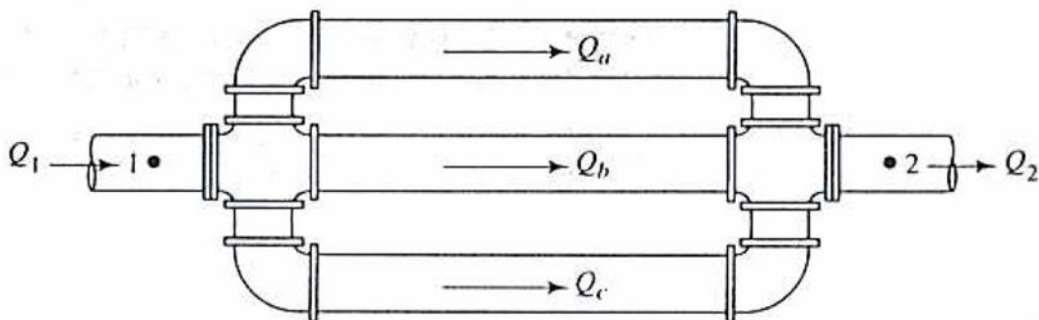


Ilustración 5 - Ejemplo de un Sistema de Línea de Tubería Paralela con Tres Ramales.

Fuente: Mott, 1996

En la ecuación 3 se establece la condición de continuidad para el flujo estable en un sistema paralelo. El flujo total que entra al sistema,  $Q_1$ , se divide entre los tres flujos ramales,  $Q_a$ ,  $Q_b$ ,  $Q_c$ . Después éstos salen por una tubería de salida donde la velocidad de flujo es  $Q_2$ . Por el principio de continuidad, el flujo de salida de la sección 2 es igual al flujo de entrada en la sección 1. En la ecuación 4, el término  $h_{L1-2}$  es la pérdida de energía por unidad de fluido entre los puntos 1 y 2 de las líneas principales. Los términos  $h_a$ ,  $h_b$  y  $h_c$  son las pérdidas de energía por unidad de fluido en cada rama del sistema. Podemos demostrar que todas estas ecuaciones deben ser iguales escribiendo la ecuación de energía, utilizando los puntos 1 y 2 como puntos de referencia (Mott, 1996):

$$\frac{P_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2 * g} - h_L = \frac{P_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2 * g}$$

Ecuación 9 - Ecuación de Energía

La suma de la cabeza de presión  $P/\gamma$ , cabeza de elevación  $z$ , y la cabeza de velocidad  $v^2/2g$  se le denomina cabeza total  $E$ . Ésta representa la energía contenida en cada unidad del fluido en un punto en particular en un sistema. Sustituyendo  $E$  en la ecuación 5 obtenemos (Mott, 1996):

$$E_1 - h_L = E_2$$

y:

$$h_L = E_1 - E_2$$

Ecuación 10 - Pérdida de Cabeza

Entonces el término  $h_L$  representa la pérdida de cabeza entre los puntos 1 y 2. En la figura 4, cada unidad de fluido tiene la misma cabeza total en el punto donde el flujo se ramifica. Conforme el fluido corre a través de las ramas, parte de la energía se pierde. Pero en el punto donde el flujo se vuelve a unir, la cabeza total de cada unidad de fluido debe ser otra vez la misma. Por lo tanto, podemos llegar a la conclusión de que la pérdida de cabeza es la misma, sin importar qué trayectoria se

toma entre los puntos 1 y 2. Esta conclusión se establece en forma matemática en la ecuación 6 (Mott, 1996).

La cantidad de fluido que corre por una rama en particular en un sistema paralelo depende de la resistencia al flujo en esa rama en relación con la resistencia en otras ramas. El fluido tenderá a seguir la trayectoria de menor resistencia, la resistencia al flujo se debe a la fricción en la pared de la tubería, a cambios en la sección transversal de la trayectoria del fluido. Por lo tanto, en un sistema paralelo, el flujo se divide de tal forma que las velocidades son diferentes en las ramas y la pérdida de cabeza en cada rama es igual. (Mott, 1996)

### 2.4.7.3 Red de distribución de agua potable abierta o ramificada

Este tipo de red de distribución se caracteriza por contar con una tubería Principal de distribución (la de mayor diámetro) desde la cual parten ramales que terminarán en puntos ciegos, es decir sin interconexiones con otras tuberías en la misma Red de Distribución de Agua Potable. (Editores de tutoriales al día, 2013)

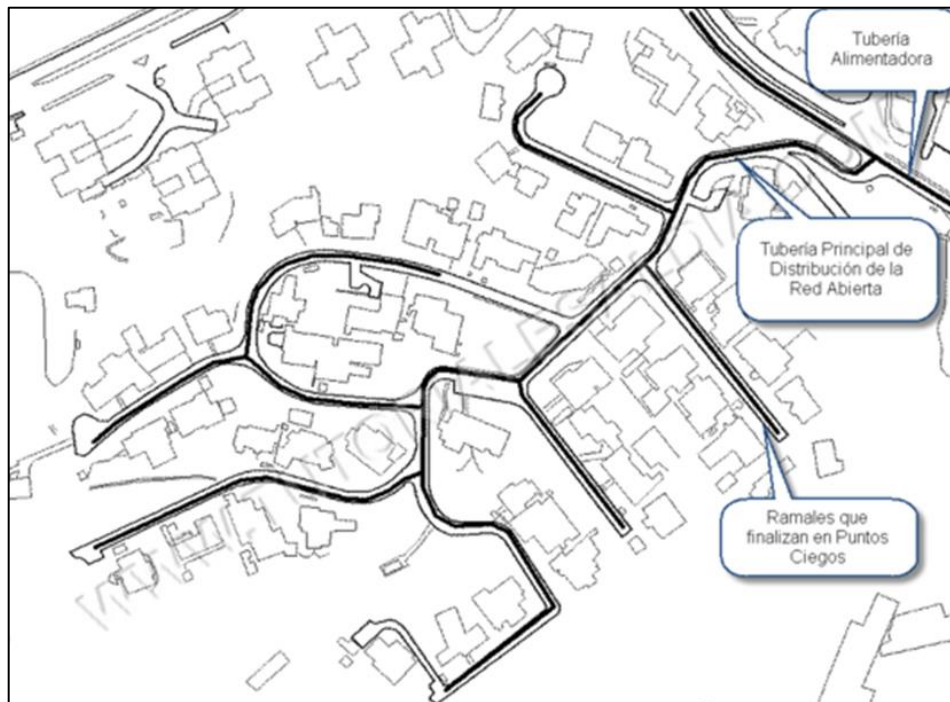


Ilustración 6 - Vista en planta de una Red de Distribución de Agua Potable Abierta.

Fuente: Editores de tutoriales al día

Como vemos en la figura anterior el uso de redes ramificadas se sucede en desarrollos cuyo crecimiento se ha establecido a partir de una vialidad principal y en la que convergen una serie de calles ciegas, dado que las características topográficas impiden la interconexión entre los ramales para conformar circuitos cerrados. (Editores de tutoriales al día, 2013)

#### 2.4.7.4 Red de distribución de agua potable cerrada o mallada



Ilustración 7 - Vista en planta de una Red de Distribución de Agua Potable Cerrada.

Fuente: Editores de tutoriales al día

En este tipo de red, se logra la conformación de mallas a través de la interconexión entre los ramales de la Red de Distribución. (Editores de tutoriales al día, 2013)

En esencia, la escogencia por una red del Tipo Cerrado se limita a la conveniencia en cuanto a la operación de la Red de Distribución, pues generalmente la configuración más económica queda definida por la Red del Tipo Abierto. (Editores de tutoriales al día, 2013)

#### **2.4.7.5 Ventajas y desventajas de cada tipo de red**

La principal desventaja de las redes del tipo abierto es que, ante la falla o rotura de alguna de las tuberías que la conforman, se tendrá que afectar (dejar sin servicio) a todos los usuarios que estén atendidos desde las tuberías aguas abajo de la rotura, mientras se realiza la reparación necesaria. (Editores de tutoriales al día, 2013)

Por otro lado, la ventaja principal de las Redes Cerradas es que este tipo de configuración es el más conveniente desde el punto de vista de eficiencia y de garantía del servicio. Es decir, ante la posible rotura de alguna de sus tuberías, se logrará afectar a menor cantidad de usuarios, al establecerse rutas alternas al flujo a través de las mallas que conforman a la red (Editores de tutoriales al día, 2013):

Finalmente hay que destacar que con frecuencia es conveniente, y de permitirlo las características del urbanismo, la colocación en la red de tuberías que no alimentarán de manera directa parcela alguna, de forma tal de “forzar” a que se establezcan alternativas de flujo en caso de falla de algunos de los ramales de la red (conformación de mallas). (Editores de tutoriales al día, 2013) (Editores de Wikipedia, 2020)

Por esta razón, en la mayoría de los desarrollos urbanos, la selección será por la conformación de una Red de Distribución de Agua Potable del Tipo Cerrada, pese a que pueda representar la colocación de mayor cantidad de tuberías, con el correspondiente incremento de costos. En estos casos predomina el criterio operativo o de confiabilidad sobre el económico. (Editores de tutoriales al día, 2013)

## **2.5 Generalidades del software a utilizar para el modelaje hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable**

### **2.5.1 Bentley WaterCAD CONNECT Edition 10.00.00.50**

Bentley WaterCAD es un software comercial de análisis, modelación y gestión de redes a presión (sistemas de distribución o de riesgo), propiedad de la Empresa de Software Bentley Systems, Incorporated que produce soluciones para el diseño, construcción y operación de infraestructuras en diversos campos. (Editores de Wikipedia, 2020)

Este software nos permite llevar a cabo la simulación hidráulica de una red de abastecimiento de una localidad y de esta forma, estudiar en todo momento los consumos, posibles pérdidas de caudal o de presión y de esta forma llevar a cabo el análisis de la red y encontrar aquellos puntos que han originado esas pérdidas. (Editores de Wikipedia, 2020)

WaterCAD permite la simulación hidráulica de un modelo computacional representado en este caso por elementos tipo: Línea (tramos de tuberías), Punto (Nodos de Consumo, Tanques, Reservorios, Hidrantes) e Híbridos (Bombas, Válvulas de Control, Regulación, etc.) (Editores de Wikipedia, 2020)

El software cuyo algoritmo de cálculo se basa en el método del Gradiente Hidráulico, permite el análisis hidráulico de redes de agua (aunque puede usarse para cualquier fluido newtoniano) determinando las presiones en diversos puntos del sistema, así como los caudales, velocidades, pérdidas en las líneas que conforman la red hidráulica; así como otros muchos parámetros operativos derivados de los elementos presentes en el sistema como: bombas, válvulas de control, tanques, etc. a partir de las características físicas del sistema y unas condiciones de demanda previamente establecidas. WaterCAD además permite extender sus capacidades a temas de gestión a largo plazo de sistemas de abastecimiento incluyendo: análisis de vulnerabilidad, análisis de protección contra incendio, estimación de costos energéticos, calibración hidráulica, optimización, etc. (Editores de Wikipedia, 2020)

WaterCAD es un programa que trabaja mediante la creación de escenarios y alternativas.

Esto se basa en que considera que todas las condiciones de contorno, esquema de la red y constituyen un escenario para ese núcleo concreto. A este escenario se le pueden introducir variables para mejorar su estudio, lo que sería la creación de una alternativa a ese escenario base como puede ser la colocación de un hidrante o la modificación del patrón de demandas. (Editores de Wikipedia, 2020)

Este programa adicional a las herramientas convencionales para el análisis y modelación de redes a presión cuenta con herramientas de productividad en los procesos de gestión de datos, construcción de modelos a partir de archivos externos, extracción de elevaciones, asignación de demandas a partir de técnicas de análisis espacial, preparación y gestión de escenarios, cálculos hidráulicos complementarios, gestión operativa y preparación de reportes y planos. Asimismo, el software ofrece diversas opciones para visualización de resultados como reportes tabulares, perfiles, gráficos de variación temporal, anotaciones y codificación por color, etc. (Editores de Wikipedia, 2020)

# **CAPÍTULO III: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE**



### 3.1 Generalidades

Para realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable se debe contar con información técnica, la cual será utilizada para calcular parámetros mediante los cuales, se dimensionan los elementos que conformaran dicho sistema, la información a recopilar es la siguiente:

- Censos de la población beneficiaria y datos de proyección de crecimiento poblacional, o en todo caso estos datos deberán calcularse. (Ver anexo N° 1)
- Estudios hidrológicos e hidrogeológicos de las fuentes que abastecerán el sistema, con el fin de determinar el caudal extraíble a las mismas.
- Se debe contar con un levantamiento topográfico en planimetría y altimetría, así como también la ubicación de las casas y la posible ubicación de las acometidas. (Ver plano “T-1” en anexo 8)
- Con la información descrita se modela el comportamiento del sistema y se realizaran los ajustes necesarios para hacer cumplir los parámetros del sistema, a valores establecidos por la normativa vigente que en nuestro caso son las Normas Técnicas ANDA.

### 3.2 Análisis de la población

En base a censos realizados en las comunidades de El Pital y Las Tablas se cuenta con los siguiente:

Caserío	Acometidas	Habitantes	Fuente
El Pital	114	286	Presidente ADESCO El Pital
Las Tablas	116	280	ADESCO Las Tablas
$\Sigma$	230	566	
Institución		Estudiantes	Fuente
Centro Educativo Caserío El Pital	1	112	Presidente ADESCO El Pital

Tabla 2 - Censo Habitacional de Caseríos El Pital y Las Tablas, año: 2020.

Fuente: ADESCOS de Caseríos El Pital y Las Tablas

El equipamiento social de las comunidades se limita una cancha de futbol, una escuela y una casa comunal.

Según la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) la población futura ( $P_n$ ) de una ciudad, será estimada con base a la población inicial ( $P_o$ ), levantamientos censales, estadísticas continuas y otras investigaciones demográficas tales como: muestreos, fecundidad, población flotante, etc.

### 3.2.1 Cálculo de la población futura

El cálculo de la población futura se hará utilizando la formula siguiente:

$$P_f = P_o \times (1 + i(n + e))$$

Ecuación 11 - Población Futura

Donde:

$P_f$ : población futura

$P_o$ : población inicial

$i$ : tasa de crecimiento poblacional (0.73%)

$n$ : periodo de vida útil del proyecto (20 años)

$e$ : periodo de puesta en marcha del proyecto (4 años)

Se ha considerado un periodo de puesta en marcha del proyecto de 4 años. Este periodo contempla el tiempo posible que puede transcurrir desde la presentación de este documento hasta la finalización de la construcción del proyecto.

La tasa de crecimiento a utilizar en este diseño es de 0.73%, obtenida en base a los últimos censos realizados en el país.

### 3.2.1.1 Población futura: habitantes domiciliarios

$$Pf = 566(1 + 0.0073(24))$$

$$Pf = 666 \text{ Habitantes Domiciliarios}$$

### 3.2.1.2 Población futura: alumnos

$$Pf = 112(1 + 0.0073(24))$$

$$Pf = 132 \text{ Alumnos}$$

## 3.3 Cálculo de caudales de diseño

### 3.3.1 Dotaciones

La Normativa de ANDA plantea en su numeral 5, que la dotación domestica urbana para viviendas es de 80-350 lts/persona/día, la cual debe considerar, además, perdidas por fugas y desperdicios de 20%. Cada vez que las circunstancias lo permitan, la dotación por habitante por día, (l/p/d) para el consumo doméstico, deberá establecerse en base a estudios de consumos de la localidad en estudio; pero si no se dispone de información confiable sobre el consumo, se establecen como consumos mínimos permisibles, los ofrecidos en las normas de ANDA.

*Vivienda mínima: 80-125 l/p/d*

*Escuelas para estudiantes externos: 40 l/p/d*

$$\text{Dotación de diseño para vivienda media} = 125 \frac{l}{p/d}$$

$$\text{Dotación de diseño para estudiantes externos} = 40 \frac{l}{p/d}$$

### 3.3.2 Cálculo de caudales de diseño

#### 3.3.2.1 Caudal medio diario (Qmd)

El caudal medio diario es el consumo que se espera requiera la población de diseño en un día, para el cálculo se utiliza la siguiente formula:

$$Q_{md} = \frac{\text{Dotación} \times \text{No. de Habitantes}}{86400}$$

Ecuación 12 - Caudal Medio Diario

Donde:

Población al final de los 24 años = 666 habitantes

Dotación por habitante: 125 l/p/d

Dotación por estudiante externo: 40 l/est/d

$$Q_{mdHabitantes} = \frac{125 \text{ l/p/d} \times 666 \text{ hab}}{86400} = 0.964 \text{ l/seg}$$

$$Q_{mdEscuela} = \frac{40 \text{ l/p/d} \times 132 \text{ hab}}{86400} = 0.061 \text{ l/seg}$$

Por lo tanto, el Caudal Medio Diario Total ( $Q_{md}$ ) será el caudal anteriormente obtenido multiplicado por un factor de fugas y desperdicios (20%):

$$Q_{mdHabitantes} = 0.964 * 1.2 = 1.157 \text{ l/s}$$

$$Q_{mdEscuela} = 0.061 * 1.2 = 0.073 \text{ l/s}$$

$$Q_{mdTotal} = 1.157 + 0.073 = 1.23 \text{ l/s}$$

### 3.3.2.2 Caudal máximo diario ( $Q_{maxd}$ )

Para el cálculo del Caudal Máximo Diario utilizaremos la siguiente formula:

$$Q_{maxd} = K1 \times Q_{md} \rightarrow \text{lt/sg}$$

Ecuación 13 - Caudal Máximo Diario

Donde  $K1$  es un coeficiente de variación de consumo de agua que se encuentra entre 1.2 y 1.5, los cuales se señalan en las Normas Técnicas de ANDA Capítulo I, literal 6.

Para nuestros intereses consideraremos un  $K1 = 1.5$

$$Q_{maxd} = 1.5 \times 1.23 \frac{l}{seg} = 1.85 \text{ l/seg}$$

### 3.3.2.3 Caudal máximo horario ( $Q_{maxh}$ )

Para el cálculo del caudal máximo horario utilizaremos la siguiente formula:

$$Q_{maxh} = K2 \times Q_{md} \rightarrow \frac{lt}{seg}$$

Ecuación 14 - Caudal Máximo Horario

Donde  $K2$  es un coeficiente de variación de consumo de agua que se encuentra entre 1.8 y 2.5, los cuales se señalan en las Normas Técnicas de ANDA Capítulo I, literal 6.

Para nuestros intereses consideraremos un  $K2 = 2.4$

Aplicando la formula, tenemos:

$$Q_{maxh} = 2.4 \times 1.23 \frac{l}{seg} = 2.95 \text{ l/seg}$$

### 3.3.2.4 Caudal mínimo horario ( $Q_{minh}$ )

Para el cálculo del caudal mínimo horario utilizaremos la siguiente formula:

$$Q_{minh} = K3 \times Q_{md} \rightarrow \frac{lt}{seg}$$

Ecuación 15 - Caudal Mínimo Horario

Para nuestros intereses consideraremos un  $K3 = 0.3$  Aplicando la formula, tenemos:

$$Q_{minh} = 0.3 \times 1.23 \frac{l}{seg} = 0.37 \text{ l/seg}$$

### **3.3.2.5 Caudal de diseño para aducción (caudal de bombeo (Qb))**

ANDA en su norma técnica para abastecimiento de agua potable y alcantarillados de aguas negra, establece que el caudal de diseño para aducción con tanque de almacenamiento antes de la red de distribución será igual al caudal máximo diario multiplicado por el coeficiente 24/n siendo “n” el número de horas de funcionamiento de la aductora.

$$Qb = Qmaxd \times \frac{24}{nb}$$

Ecuación 16 - Caudal de Bombeo

Donde:

Nb: Número de horas que la bomba estará activa.

$$Qb = 1.85 \times \frac{24}{20} = 2.22\text{ts/s}$$

### **3.3.2.6 Caudal de diseño para red de distribución**

ANDA en su norma técnica para abastecimiento de agua potable y alcantarillados de aguas negra, establece que el caudal de diseño para red de distribución sin hidrantes será el caudal máximo horario de la población de diseño.

$$Qmaxh = 2.95 \text{ l/seg}$$

## **3.4 Obra de captación**

### **3.4.1 Análisis de resultados de estudio hidrogeológico**

El 25 de marzo de 2020 el Grupo de Investigación de Hidrogeología de la Universidad de El Salvador, liderado por Lic. César Armando Alvarado Batres, emitió el Informe Hidrogeológico en el caserío Las Tablas, municipio de Chalchuapa, departamento de Santa Ana, El Salvador. (Ver anexo 3)

En el informe antes mencionado, el Grupo de Investigación de Hidrogeología presentó los resultados de las pruebas de Prospección Geofísica. Se obtuvieron dos modelos de resistividades cada uno proveniente de los perfiles generados por los arreglos de los instrumentos en sitio. Ambos perfiles se realizaron en la parte sur del caserío Las Tablas. El perfil 1 con longitud de 400mts y el más alejado de la comunidad. El perfil 2 con longitud de 300mts y el más cercano a la comunidad.

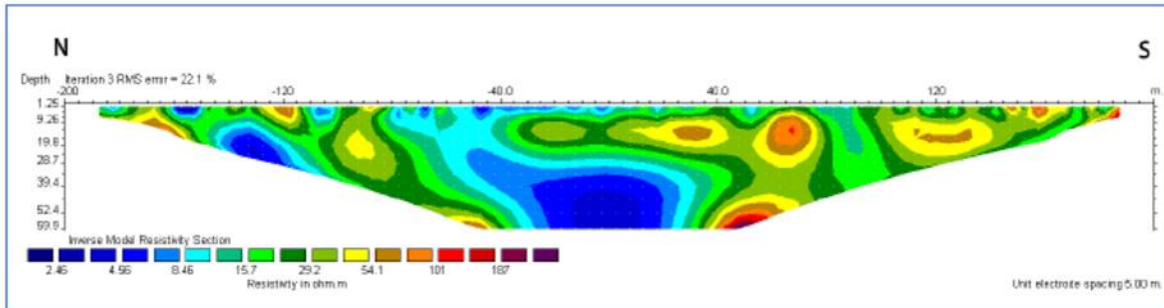
Ambas prospecciones geofísicas son similares, sin embargo, la diferencia más notoria es la uniformidad del segundo perfil, ya que es mucho más fácil distinguir las capas de altas y bajas resistividades. Ambos muestran que la humedad se localiza a 4 metros de profundidad. (Grupo de Investigación de Hidrogeología de la Universidad de El Salvador, 2020)

El 20 de agosto de 2020 este grupo de trabajo de grado emitió una nota dirigida a Lic. César Alvarado consultando puntualmente ¿Cuál de los dos perfiles es recomendable la perforación de un pozo? o ¿Cuáles serías las razones hidrogeológicas? (Ver anexo 4). Lic. César Alvarado en respuesta a la nota expuso:

*Hidrogeológicamente es más favorable realizar la perforación en medio del perfil 2, debido que corresponde a la unidad acuífera volcánica fisurada de gran extensión y posiblemente alta producción, dichos materiales pueden presentar conductividades hidráulicas de mediana a altas, como consecuencia de su porosidad secundaria (fallamiento existente). Además, la prospección geofísica en el sitio es mucho más claro la existencia de una formación geológica que contiene agua, por lo que la probabilidad de encontrar agua subterránea en el sitio es mayor. (Ver anexo 5)*

Habiendo analizado el informe del Grupo de Investigación de Hidrogeología de la Universidad de El Salvador y en base a una nota aclaratoria emitida por Lic. César Alvarado, a solicitud de este grupo de trabajo de grado, se determinó proponer el perfil 2 como lugar donde se puede perforar un pozo que abastecerá de agua a las comunidades. A continuación, se presenta los dos perfiles realizados en las pruebas:

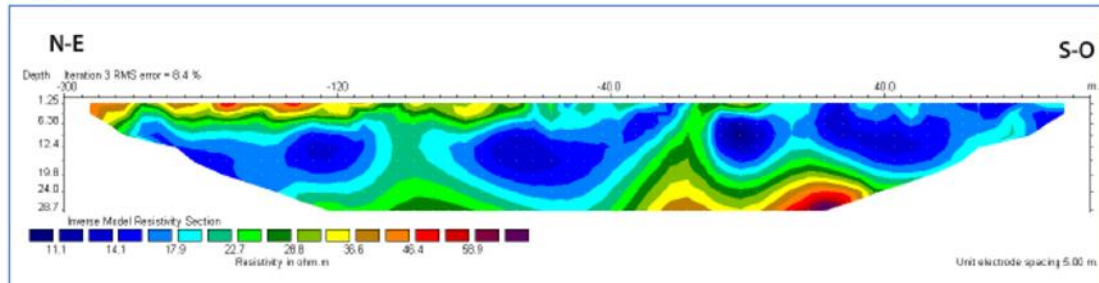
### PERFIL 1



Modelo de resistividad eléctrica del Perfil 1. El modelo muestra una distribución de resistividades asociadas posiblemente a una depositación no uniforme de sedimentos y rocas con valores de baja resistividad conteniendo humedad que van desde la zona no saturada hasta saturada que inicia a profundidades someras de 4m.

Ilustración 8 - Perfil 1 de Modelo de Resistividad a través de Prospección Eléctrica

### PERFIL 2



Modelo de resistividad eléctrica del Perfil 2. El modelo muestra una distribución de resistividades asociadas posiblemente a una depositación más uniforme de sedimentos y rocas con valores de baja resistividad conteniendo humedad que van desde la zona no saturada hasta saturada que inicia a profundidades someras de 4m. Entre los 4m y 25m es notoria la presencia de una estructura acuífera bien definida.

Ilustración 9 - Perfil 2 de Resistividad a través de Prospección Eléctrica

De los perfiles anteriores, los tonos azules representan zonas saturadas, los tonos verdes y amarillo representan zonas de media saturación y las zonas naranjas, rojo y ocre representan zonas de baja o nula saturación.

### 3.4.2 Caudal de producción

En vista de que no existe un pozo al cual se le pueda realizar una prueba de bombeo para determinar el caudal de producción del mismo, se considera que el caudal de producción de un pozo ubicado en el perfil 2 es de 70% de la capacidad de un pozo ubicado en cantón El Tanque, aledaño al cantón La Magdalena (Ver anexo 6). El



informe de la prueba de bombeo de este pozo indica un caudal de producción de 210 g.p.m (13.25 lts/seg), el 70% corresponde a un caudal de 9.275 lts/seg, el cual es suficiente para cubrir la demanda del caudal de bombeo.

### **3.4.3 Estructura de pozo**

En base al modelo de resistividades del perfil 2 presentado en el Informe Hidrogeológico en el caserío Las Tablas, municipio de Chalchuapa, departamento de Santa Ana, El Salvador; se proyecta un pozo con una profundidad de 30 metros y se considera la instalación de la bomba a una profundidad de 29.5 metros. Se especifica una estructura de pozo a partir de los lineamientos mínimos establecidos es la Norma Técnica para la Perforación de Pozos Profundos en la Administración de Acueductos y Alcantarillados. (Ver plano "D-1" del anexo 8).

### **3.5 Tratamiento**

El sistema de tratamiento para el agua extraída del pozo se proyecta a través de un hipoclorador que debe aplicar una cantidad controlada de cloro a un volumen establecido de agua para garantizar la salud de la población que consuma dicho líquido. (Ver plano D-3 del anexo 8).

### **3.6 Tanque de almacenamiento**

#### **3.6.1 Cálculo de volumen de almacenamiento**

##### **3.6.1.1 Generalidades**

Las Normas Técnicas de ANDA, establecen que, considerando las probabilidades de ocurrencia y la prioridad en las demandas, un diseño económico se alcanzara comparando el volumen necesario para atender las variaciones de consumo con la suma de los volúmenes de incendios y reparaciones o cortes de energía, para luego optar por la condición de mayor volumen.

Hay que determinar el volumen que almacenara el tanque, para ello realizaremos la comparación de tres volúmenes:

- El volumen de Variación Horaria
- El volumen por Incendio
- El volumen por reparaciones

### 3.6.1.2 Volumen de variaciones horarias

Para nuestro caso, como la tubería de impelencia le suministrara agua por bombeo al tanque de almacenamiento durante 20 h/día, y tomando en cuenta que para 20 horas de aducción es equivalente al 30% del Consumo Medio Diario para obtener el Volumen del Tanque al cual le llamaremos Volumen 1 (V1).

Formula a utilizar para el cálculo del volumen del tanque de almacenamiento (V1):

$$V1 = 30\% \times Qmd \times 86400$$

Ecuación 17 - Volumen del Tanque de Almacenamiento por Bombeo

Datos:

$$Qmd = 1.23 \text{ l/seg}$$

$$V1 = 0.30 \times \left(1.23 \frac{\text{l}}{\text{seg}}\right) \times \left(86,400 \frac{\text{seg}}{\text{dia}}\right) = 31881.6 \text{ lts}$$

Entonces:

$$V1 = (31881.6 \text{ lt} / 1000 \text{ lt}) \times 1 \text{ mt}^3 = 31.88 \text{ mt}^3$$

### 3.6.1.3 Volumen por incendio

Según las Normas Técnicas de ANDA, Cap. I, Numeral 15ª, indica que se tomará un almacenamiento adicional para incendios de 90 mt<sup>3</sup> por sistema, debido a que este proyecto no contará con hidrantes no se considerará este caudal. (V2 = 0 m<sup>3</sup>)

$$V2 = 0.0 \text{ m}^3$$

#### 3.6.1.4 Volumen por reparaciones

En el numeral 15, apartado “a”, parte primera de las Normas Técnicas de ANDA, nos indica que para reparaciones se estimara el volumen aducido/hora, durante dos horas (V3).

Para dicho cálculo utilizaremos la siguiente formula:

$$Qb = Qmaxd x \frac{24}{n}$$

Donde:

n = Número de Horas de Bombeo = 20 horas.

Qmaxd= 1.85 lt/seg

$$Qb = (0.00185 \text{ mt}^3/\text{seg}) x \frac{24}{20} = 0.00222 \text{ mt}^3/\text{seg}$$

Para el cálculo del volumen por reparaciones utilizaremos la siguiente ecuación:

$$V3 = Q \text{ bombeo} x 2h$$

$$V3 = 2 \text{ horas} x \left( 0.00222 \frac{\text{mt}^3}{\text{seg}} \right) \left( 3600 \frac{\text{seg}}{\text{hora}} \right) = 15.98 \text{ mt}^3$$

#### 3.6.1.5 Volumen total

Para el cálculo del volumen total haremos uso de la siguiente formula:

$$Vt = V2 + V3 + V1$$

Ecuación 18 - Volumen Total del Tanque de Almacenamiento

$$Vt = 15.98 \text{ m}^3 + 31.88 \text{ m}^3 + 0 \text{ m}^3 = 47.86 \text{ mt}^3$$

Ya que el volumen de diseño es de 47.77 m<sup>3</sup> se tomará un volumen típico del tanque de almacenamiento de 100 m<sup>3</sup>.

### 3.6.1.6 Dimensionamiento del tanque

Las dimensiones del tanque serán obtenidas de un plano típico de ANDA (Ver plano “D-5” en anexo 8), que sugiere un radio de 3.25 m, conociendo el volumen del tanque ( $V_t = 100 \text{ m}^3$ ) podemos obtener la altura de este.

$$h = \frac{V}{\pi * r^2}$$

Ecuación 19 - Altura del Tanque de Almacenamiento (Volumen de un Cilindro)

Siendo así las dimensiones del tanque:

Radio (r)= 3.25 m

Altura (h)= 3.00 m

## 3.7 Topología y modelado del sistema de abastecimiento de agua potable

El trazo en planimetría y altimetría de la Línea de Impelencia y de la Red de Distribución se realizó en el software AutoCAD Civil 3D de la casa de software para ingeniería Autodesk, utilizando la opción de modelado de tuberías a presión “Pressure Network”. Los análisis hidráulicos del sistema se realizarán en el software WaterCAD.

### 3.7.1 Topología de la línea de impelencia

La red inicia desde el caserío Las Tablas y avanza al norte hacia el caserío El Pital, generando un alineamiento en planta de 1,733.23m.

En altimetría la red supera un desnivel de 100m desde el pozo hasta el tanque; vale mencionar que este desnivel es considerando los niveles del terreno y no toma en cuenta la longitud de la tubería que ingresa al pozo ni la longitud de tubería que sube en el tanque (Ver planos “PLANTA LI-1”, “PLANTA LI-2” y “PERFIL LI-1” a “PERFIL LI-4” en anexo 8).

La red está conformada por 174 segmentos de tubería de junta rápida y los accesorios que se detallan el siguiente cuadro:

<b>Ubicación</b>	<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>
Line de Impelencia	Codo 11.25°	144
	Codo 22.50°	18
	Codo 45.00°	5
	Codo 90.00°	6
	Válvula de aire	7
	Válvula purga de lodo	5
	Rejilla	1
	Válvula check	4
	Reductor	1
	Salida	1
Árbol de Descarga	Válvula check	1
	Válvula de compuerta	2
	Manómetro	1
	Macromedidor	1
	Válvula de aire	1
	Tee	1
	Codo 90.00°	2
	Codo 45.00°	0
Unión	1	

Tabla 3 - Inventario de Accesorios en Red de Impelencia

En la siguiente imagen se muestra una vista en planta de la Línea de Impelencia. Para ver con más detalle revisar el plano "CONJUNTO-1".

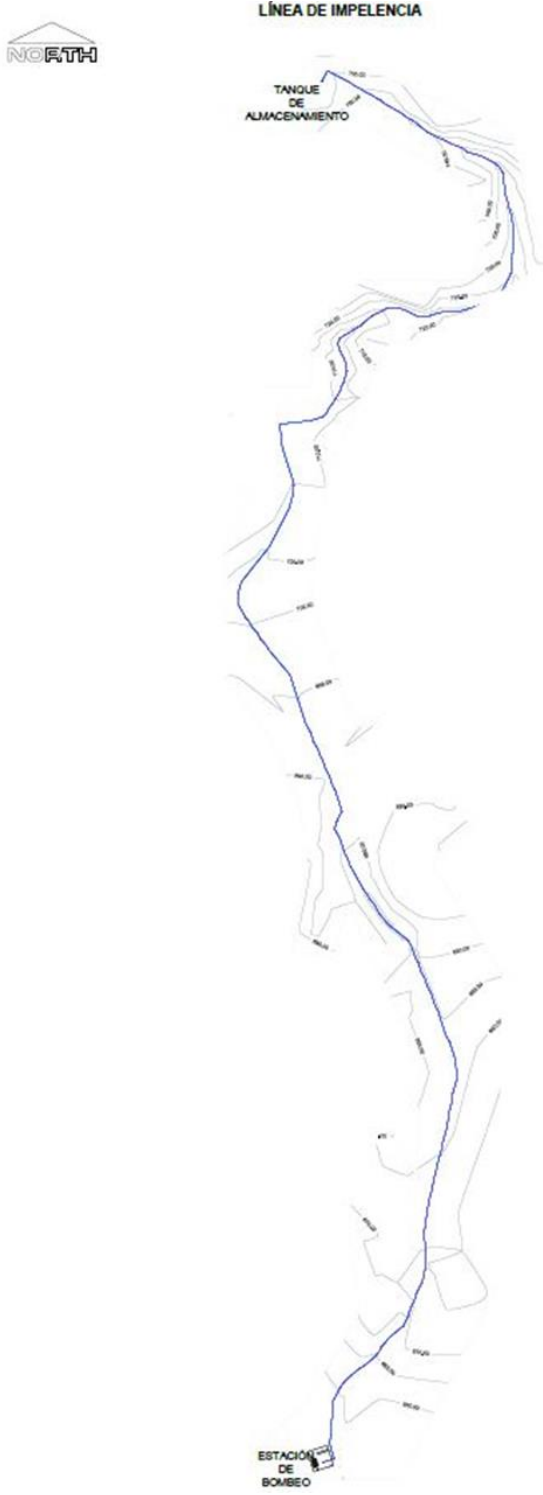


Ilustración 10 - Vista en Planta de Red de Impelencia

### 3.7.2 Topología de la red de distribución

La red de distribución por gravedad inicia desde el tanque el cual está ubicado en la zona norte del caserío El Pital y continua al sur hacia el caserío Las Tables (Ver planos “PLANTA RD-1” a “PLANTA RD-6 y “PERFIL RD-1” a “PERFIL RD-6” del anexo 8). Dicha red en su recorrido por ambos caseríos se va ramificando para conducir el agua hacia todas las acometidas. Debido a la extensión de la red se ha subdividido en 20 ramales, los cuales se especifican en el plano “CONJUNTO-1” del anexo 8. Los elementos (tubería y los accesorios como codos, tees y tapones) que componen cada ramal se detallan en el siguiente cuadro:

Ubicación	Longitud de Alineamiento [m]	Tuberías	Codo 11.25°	Codo 22.50°	Codo 45.00°	Codo 90.00°	Tee	Tapón
Ramal - 1	1,573.35	160	132	17	4	1	5	1
Ramal - 2	175.45	16	14	1	0	0	0	1
Ramal - 3	104.36	10	7	2	0	0	0	1
Ramal - 4	383.33	28	18	6	1	0	2	1
Ramal - 5	156.86	15	14	0	0	0	0	1
Ramal - 6	160.35	11	5	3	0	0	2	1
Ramal - 7	96.45	13	12	0	0	0	0	1
Ramal - 8	105.63	12	6	2	3	0	0	1
Ramal - 9	315.81	39	27	6	3	1	1	1
Ramal -	95.46	12	8	2	1	0	0	1
Ramal -	150.20	16	10	1	0	0	4	1
Ramal -	90.66	11	6	4	0	0	0	1
Ramal -	53.57	8	5	1	1	0	0	1
Ramal -	178.32	12	9	2	0	0	0	1
Ramal -	729.00	58	46	7	0	0	4	1
Ramal -	331.09	28	21	4	1	0	1	1

Ubicación	Longitud de Alineamiento [m]	Tuberías	Codo 11.25°	Codo 22.50°	Codo 45.00°	Codo 90.00°	Tee	Tapón
Ramal -	66.00	10	8	1	0	0	0	1
Ramal -	104.14	9	8	0	0	0	0	1
Ramal -	52.55	6	4	0	1	0	0	1
Ramal -	189.97	17	16	0	0	0	0	1
<b>Total</b>	<b>5,112.55</b>	<b>491</b>	<b>376</b>	<b>59</b>	<b>15</b>	<b>2</b>	<b>19</b>	<b>20</b>

Tabla 4 - Elementos que componen cada Ramal de la Red de Distribución.

Fuente: Propia

Toda la red se ha agrupado en cinco sectores que se definen a continuación:

- Sector Norte: compuesto por los nodos y tuberías que se encuentran dentro del rango de nodos ND-1 al ND-71 del ramal 1. Así como los ramales 9, 10, 11, 12, 13 y 14 con todos sus nodos y tuberías.
- Sector Centro: compuesto por los nodos y tuberías que se encuentran dentro del rango de nodos ND-71 al ND-101 del ramal 1.
- Sector Sur: compuesto por los nodos y tuberías que se encuentran dentro del rango de nodos ND-101 al ND-160 del ramal 1. Así como los ramales 2 y 3 con todos sus nodos y tuberías.
- Sector Este: compuesto por los ramales 4, 5, 6, 7 y 8.
- Sector Oeste: compuesto por los ramales 15, 16, 17, 18, 19 y 20.

Esta agrupación será útil cuando se analice la red en los escenarios con se aísla por trabajos de mantenimiento o reparación.

En la siguiente imagen se muestra una vista en planta de la Red de Distribución. Para ver con más detalle revisar el plano "CONJUNTO-1".





### RED DE DISTRIBUCIÓN

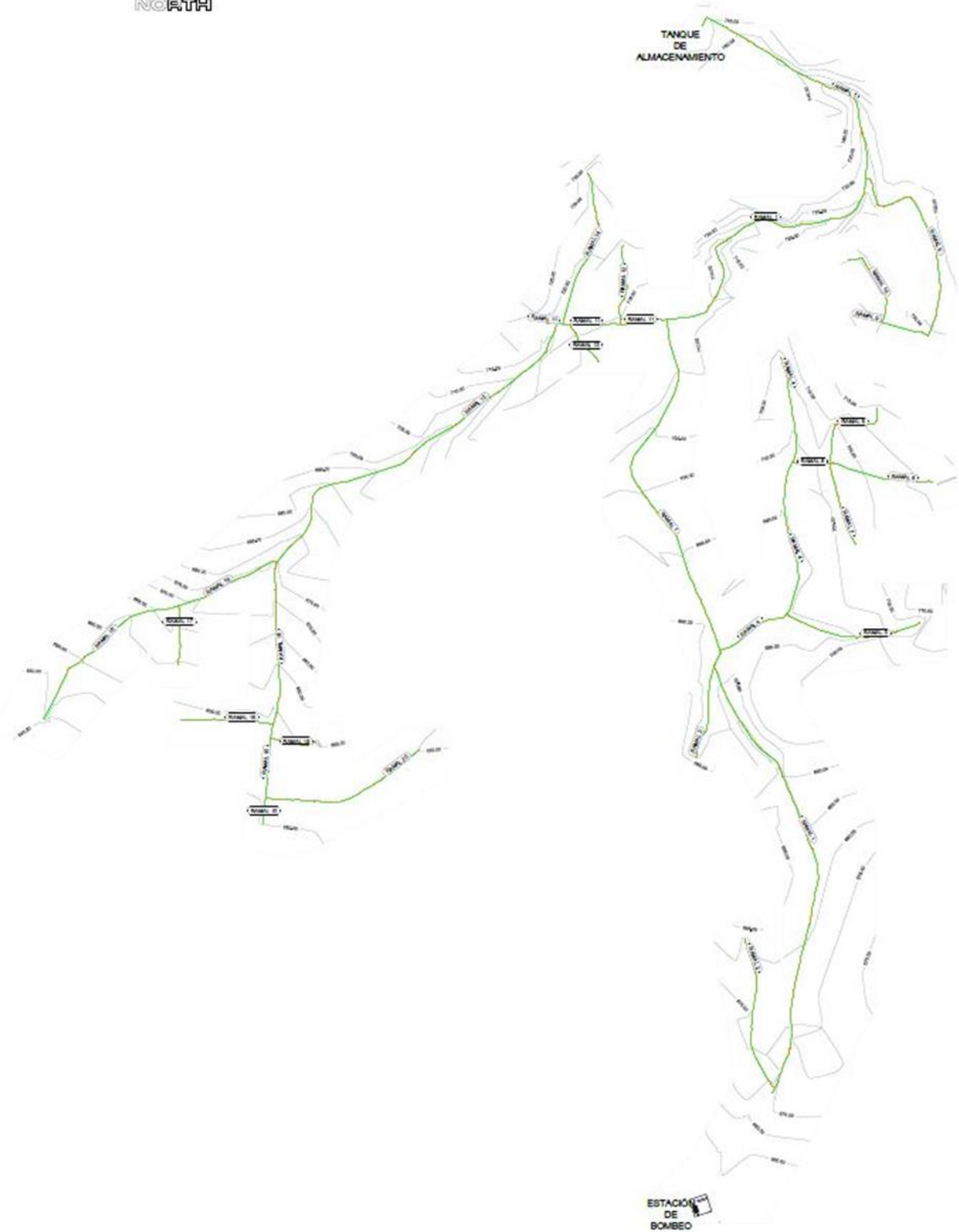


Ilustración 11 - Vista en Planta Red de Distribución

Debido a la tipología de la Red de Distribución y como se puede observar en los perfiles que aparecen en los planos “PERFIL RD-1” a “PERFIL RD-6” (ver en anexo 8), se agregarán válvulas purga de lodos según como se especifica en la siguiente tabla:

<b>NODO</b>	<b>UBICACIÓN</b>
TD 160	RAMAL 1
TD 186	RAMAL 3
TD 190	RAMAL 4
TD 216	RAMAL 5
TD 230	RAMAL 6
TD 253	RAMAL 7
TD 254	RAMAL 8
TD 304	RAMAL 9
TD 316	RAMAL 10
TD 351	RAMAL 13
TD 252	RAMAL 14
TD 421	RAMAL 15
TD 449	RAMAL 16
TD 459	RAMAL 17

Tabla 5 - Válvulas Purga de Lodo.

Fuente: Propia

### **3.7.3 Configuración del archivo de WaterCAD**

Previo a la exportación del modelo de la Línea de Impelencia y de la Red de Distribución desde AutoCAD Civil 3D hacia WaterCAD se configuran las propiedades del archivo en WaterCAD, principalmente las unidades de medida y las opciones de cálculo con las que el software computará la información.

En las siguientes imágenes se muestra las unidades de medida para las principales propiedades indicadas en sombreado azul.

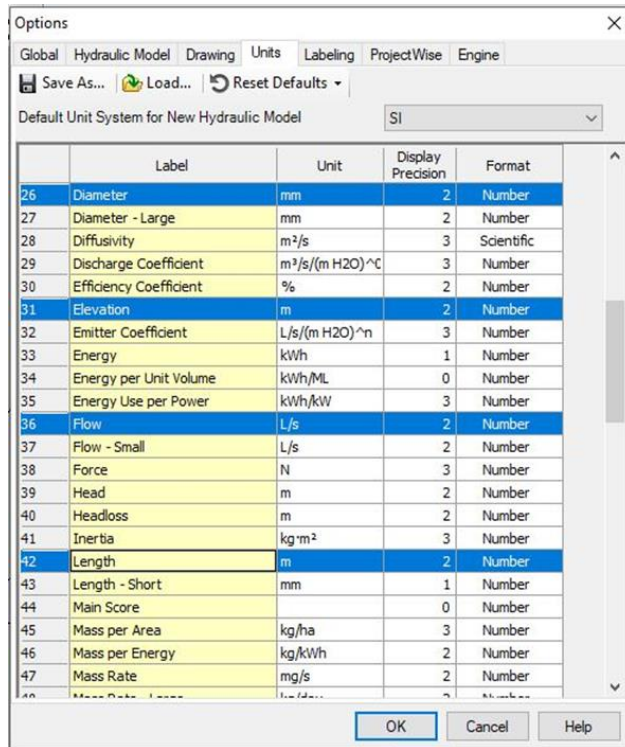


Ilustración 12 - Unidades de Medida que utiliza WaterCAD.

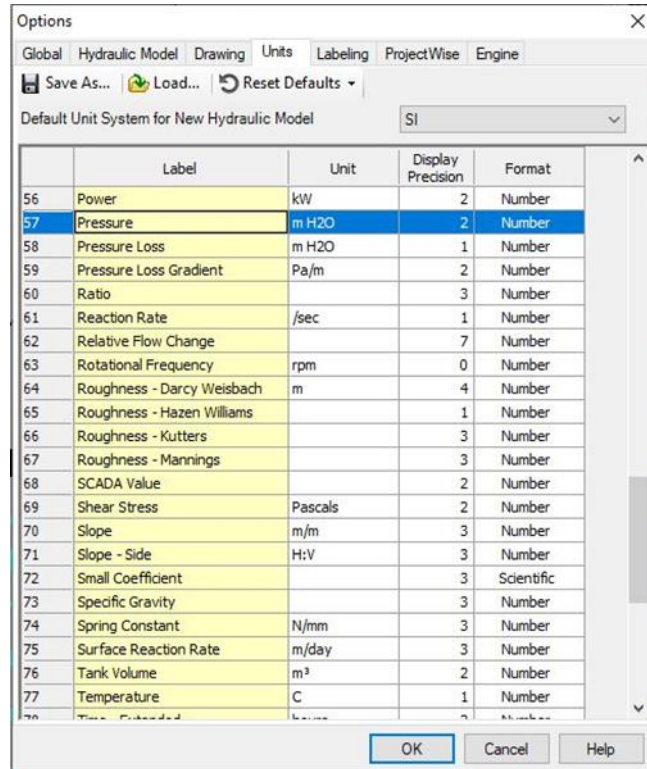


Ilustración 13 - Unidades de Medida que utiliza WaterCAD.

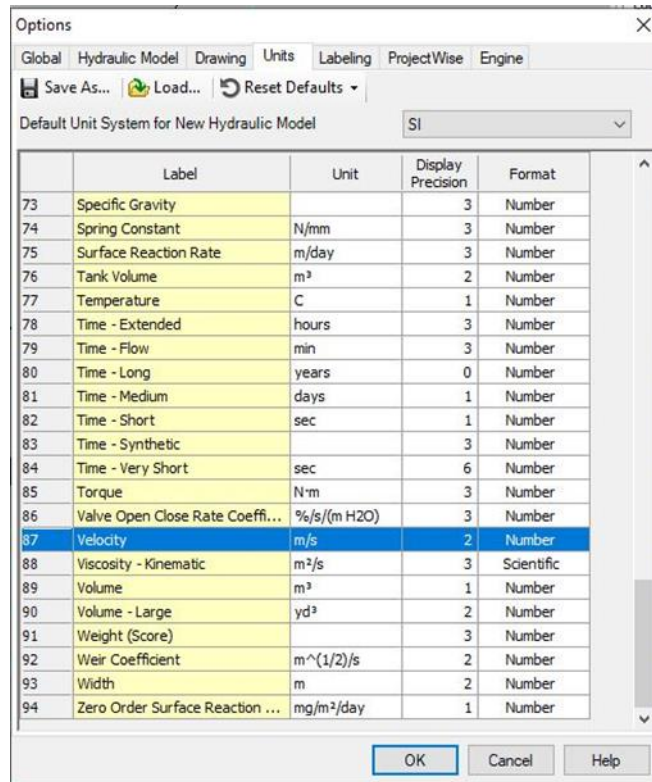


Ilustración 14 - Unidades de Medida que utiliza WaterCAD.

En la siguiente imagen se puede observar la configuración para el criterio de calculo que implementará el software

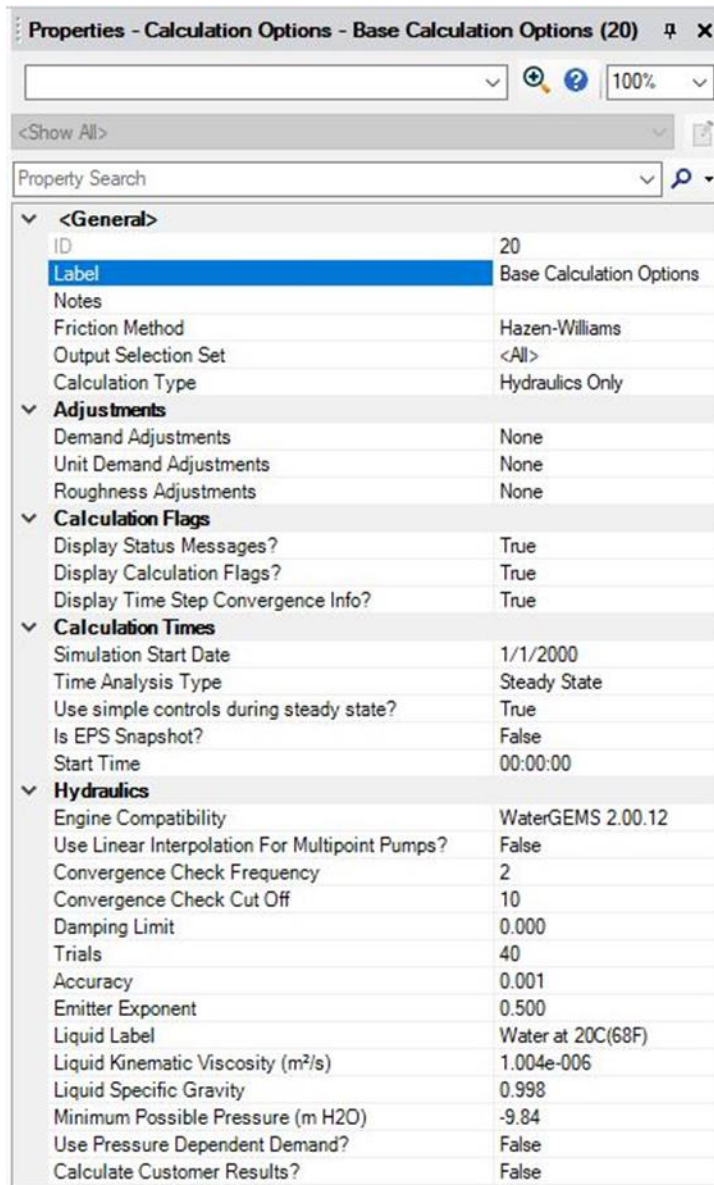


Ilustración 15 - Configuración para Entorno de Trabajo en WaterCAD.

Es de resaltar que el cálculo de pérdidas por fricción será con el método de Hazen-Williams y el programa realizará solamente cálculos hidráulicos.

Una vez realizadas estas configuraciones, el archivo en WaterCAD está listo para recibir la información proveniente de otros software o información que sea introducida directamente por el usuario.

### 3.7.4 Escenarios del archivo de WaterCAD

WaterCAD maneja escenarios en los cuales un mismo proyecto puede presentar alternativas diversas en los cuales se analicen situaciones particulares. En la siguiente imagen se muestran los escenarios creados en el archivo:

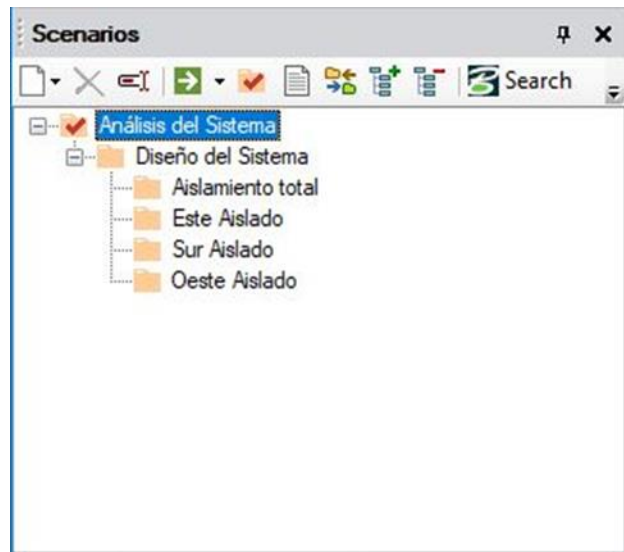


Ilustración 16 - Escenarios del Proyecto en WaterCAD.

Los objetivos de cada escenario son:

- **Análisis del sistema:** Estudiar el sistema con los caudales de diseño para determinar el comportamiento general bajo usos normales.
- **Diseño del sistema:** Modelar el sistema bajo usos normales con los elementos necesarios que controlen y modifiquen el comportamiento observado en el escenario “Análisis del Sistema” para así cumplir los parámetros de diseño que se estipulan en la norma técnica de ANDA.
  - **Aislamiento total:** Simular el sistema cuando se aíslen tres sectores por trabajos de mantenimiento o reparación. Siendo este el escenario más extremo en términos de suspensión en la distribución de agua.

- **Aislamiento parcial:** los escenarios de aislamiento parcial (este, sur y oeste), simulan el sistema cuando se aísla un solo sector en la red de distribución.

### **3.7.5 Exportación del modelo desde AutoCAD Civil 3D hacia WaterCAD**

A continuación, se resumen los procesos que se realizan tanto en AutoCAD Civil 3D y WaterCAD para exportar la Línea de Impelencia y la Red de Distribución.

#### **3.7.5.1 AutoCAD Civil 3D**

- Generar en un archivo nuevo una nube de puntos COGO a partir de las coordenadas y elevaciones de los accesorios de la red.
- En este nuevo archivo y a partir de los puntos COGO crear los segmentos de tubería con la opción de “Create line by Point Object”, de esta forma los puntos de inicio y fin de cada línea tendrán las coordenadas correctas en “x”, “y” y “z”.
- Separar en archivos independientes los puntos COGO y las líneas que representan los accesorios y los segmentos de tubería, respectivamente. Nombrar el archivo de puntos COGO como “Nodos” y el archivo de líneas como “Tubos”, ambos archivos con extensión .DXF.

#### **3.7.5.2 WaterCAD**

- Con la herramienta “ModelBuilder” crear un nuevo archivo de importación a partir de la opción “CAD Files”.
- Seleccionar ambos archivos, el de accesorio y el de tuberías.
- Especificar las unidades de medidas de los archivos CAD en metros.
- Especificar que la red se importe al escenario predeterminado.

- Sincronizar los datos a integrar, es decir adaptar las propiedades para que WaterCAD los reconozca sin problemas:
  - Para los “Nodos” indicar como tipo de tabla “Junction” y en Key Fields usar “Label”.
    - En la parte inferior se muestran a los atributos de los nodos. Seleccionar “Elevación” y en “Property” seleccionar “Elevation” y la unidad metros.
  - Para las “Tuberías” no es necesario sincronizar las longitudes ya que WaterCAD las reconocerá automáticamente.
- Se mostrará una ventana preguntando si se quiere crear el modelo en este momento, indicar que sí y hacer clic en “Finish”.

En la siguiente imagen se presenta el modelo de la Línea de Impelencia y la Red de Distribución en WaterCAD. La Línea de Impelencia se muestra en color celeste, mientras que la Red de Distribución aparece en color negro.



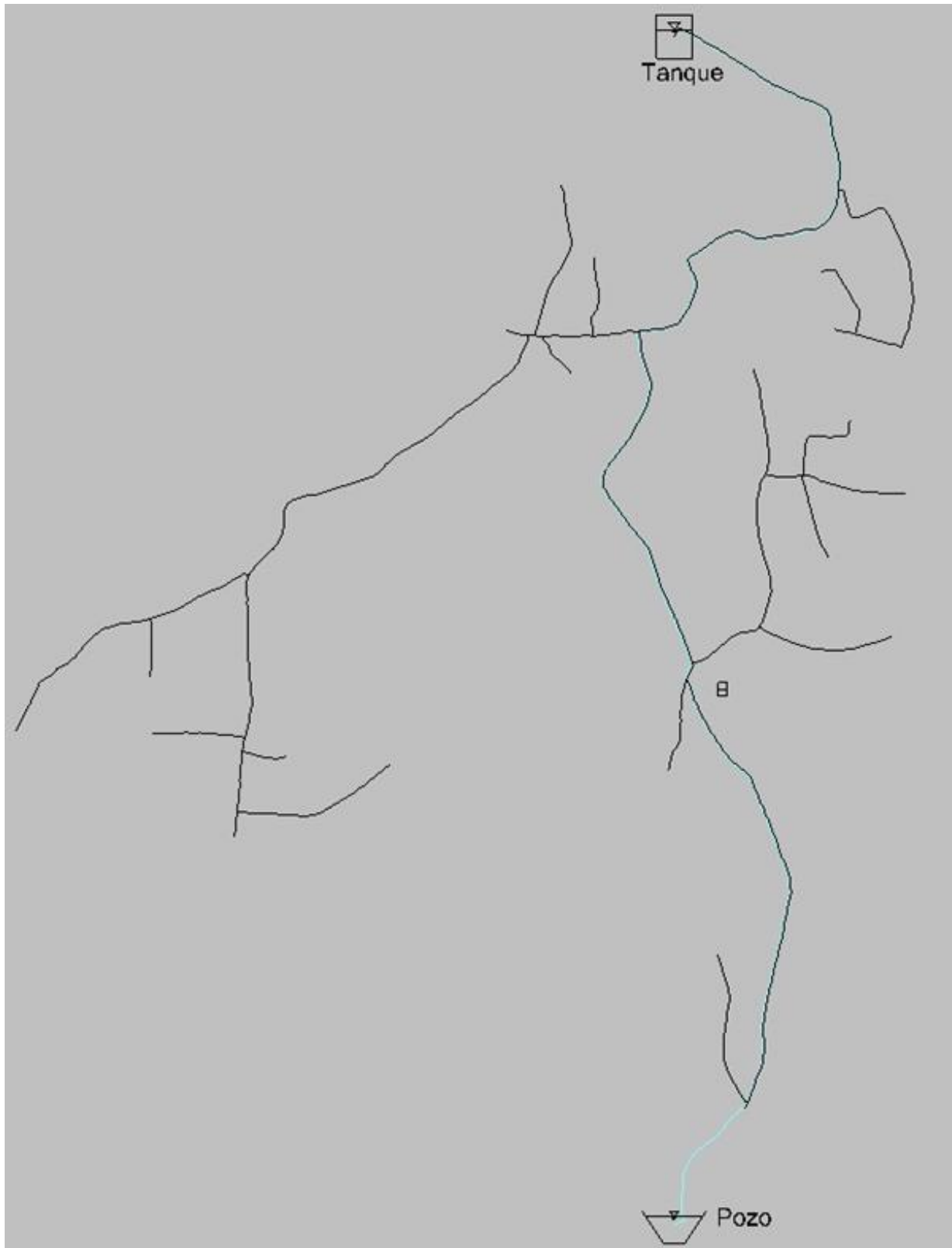


Ilustración 17 - Vista en Planta de la Línea de Impelencia y Red de Distribución

### 3.8 Diseño de línea de impelencia

En la siguiente tabla se muestran los parámetros iniciales para el diseño:

Parámetro	Valor	Unidad
Funcionamiento de aductora [nb]	20	horas
Caudal de Bombeo [Qb].	2.22	l/s
	35.19	g/m
	0.00222	m <sup>3</sup> /s
Caudal producción pozo	210	gpm
	13.25	l/s

Tabla 6 - Valores Iniciales para Diseño de Línea de Impelencia.

#### 3.8.1 Cálculo de diámetro económico

Utilizando la fórmula propuesta por Bresse tenemos:

$$D_{económico} = 1.3 \times \sqrt{Q_b} \times \left(\frac{n_b}{24}\right)^{0.25}$$

Ecuación 20 - Diámetro Económico

Donde:

Qb = Caudal de Bombeo en m<sup>3</sup>/s.

nb = Funcionamiento de aductora en horas.

Sustituyendo valores:

$$D_{económico} = 1.3 \times \sqrt{0.0022} \times \left(\frac{20}{24}\right)^{0.25}$$

$$D_{económico} = 0.0583m = 58.83mm = 2.3040in$$

El dato obtenido es un valor para diámetro nominal. Se considerará una tubería de 2 pulgadas.

La línea de impelencia se segmentará en 3 tramos, un tramo de Hierro Galvanizado ligero Ho.Go, otro de PVC 250psi y otro de PVC160psi.

### 3.8.2 Cálculo de velocidades

Los diámetros internos de tuberías con diámetro nominal de 2 pulgadas, que se utilizarán para el cálculo, serán tomados de la tabla de dimensiones para cañería de Aceros de Guatemala y Manual Técnico de AMANCO para Ho.Go ligero y PVC respectivamente.

Material	Diámetro [m]	Área [m <sup>2</sup> ]
Hierro Galvanizado Ho.Go	0.05494	0.00237
PVC 250psi	0.05321	0.00222
PVC 160psi	0.05571	0.00244

Tabla 7 - Diámetros y Áreas de Tuberías de acuerdo con su material.

Utilizando la ecuación de continuidad:

$$Q = A \times V$$

Ecuación 21 - Cálculo de Continuidad

Donde:

Q = Caudal de bombeo en m<sup>3</sup>/s= Q<sub>b</sub>

A= Área de sección transversal de tubería en m<sup>2</sup>.

V= Velocidad del fluido en m<sup>2</sup>/s.

Despejando V:

$$V = \frac{Q_b}{A}$$

Sustituyendo valores para Ho.Go:

$$V = \frac{0.00222 \frac{m^3}{s}}{0.00237 m^2} = 0.93671 \frac{m}{s}$$

Sustituyendo valores para PVC 250psi:

$$V = \frac{0.00222 \frac{m^3}{s}}{0.00222 m^2} = 1.00 \frac{m}{s}$$

Sustituyendo valores para PVC 160psi:

$$V = \frac{0.00222 \frac{m^3}{s}}{0.00244 m^2} = 0.90984 \frac{m}{s}$$

La Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados ANDA, en su Norma Técnica para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillados de Aguas Negras de noviembre 2014, establece que la velocidad media de las tuberías en aducción será mayor de 0.50 m/s y menor de 2.5 m/s, por lo cual las velocidades calculadas para cada tramo son aceptables ya que se encuentran dentro del rango establecido por la normativa.

### 3.8.3 Cálculo de carga dinámica total (CDT)

$$CDT = H_t + \sum h_f + h_m + h_v + h_i$$

Ecuación 22 - Carga Dinámica Total

Donde:

Ht = Altura topográfica que debe ser vencida por la bomba en metros.

$\Sigma h_f$  = Sumatoria de perdida por fricción en tuberías de impelencia en metros.

$h_m$  = Perdidas menores en metros.

$h_v$  = Perdidas por carga de velocidad en metros.

$h_i$  = Perdidas por imprevistos en metros.

### 3.8.3.1 Altura topográfica que debe ser vencida por la bomba ( $H_t$ )

Esta altura está definida por la diferencia de elevaciones entre la entrada de la tubería al tanque y la bomba.

Elevación de tubería en la entrada del tanque = 758.55 m

Elevación de bomba = 626.91 m

$$H_t = 758.55 \text{ m} - 626.91 \text{ m} = 131.64 \text{ m}$$

### 3.8.3.2 Pérdida por fricción en tuberías de impelencia ( $h_f$ )

La pérdida por fricción se obtiene a partir de la ecuación propuesta por Hazen-Williams:

$$h_f = \frac{6.79 \times l \times v^{1.85}}{C_{hw}^{1.85} \times d^{1.16}}$$

Ecuación 23 - Pérdida por Fricción en Tuberías

Donde:

$l$  = Longitud de tubería en metros.

$v$  = Velocidad en m<sup>2</sup>/s.

$C_{hw}$  = Factor de Hazen-William del material.

$d$  = Diámetro de tubería en metros.

La línea de impelencia se encuentra segmentada en tres materiales, en la siguiente tabla se detallan los diámetros, longitudes, velocidades y los factores de Hazen-Williams que se han implementado en cada material.

Material	Diámetro [m]	Longitud [m]	Velocidad [m <sup>2</sup> /s]	Chw
Hierro Galvanizado Ho.Go	0.05494	59.08	0.93671	120
PVC 250psi	0.05321	876.67	1.00	140
PVC 160psi	0.05571	850.03	0.90984	140

Tabla 8 - Propiedades de Tuberías de acuerdo con su material.

Perdida por fricción en Hierro Galvanizado:

$$h_{f-Ho.Go} = \frac{6.79 \times 59.08 \times 0.93671^{1.85}}{120^{1.85} \times 0.05494^{1.16}} = 1.47 \text{ m}$$

Perdida por fricción en PVC 250psi:

$$h_{f-PVC\ 250psi} = \frac{6.79 \times 876.67 \times 1.00^{1.85}}{140^{1.85} \times 0.05321^{1.16}} = 19.15 \text{ m}$$

Perdida por fricción en PVC 160psi:

$$h_{f-PVC\ 160psi} = \frac{6.79 \times 850.03 \times 0.90984^{1.85}}{140^{1.85} \times 0.05571^{1.16}} = 14.78 \text{ m}$$

La pérdida total por fricción es:

$$\sum h_f = h_{f-Ho.Go} + h_{f-PVC\ 250psi} + h_{f-PVC\ 160psi}$$

$$\sum h_f = 1.47 \text{ m} + 19.15 \text{ m} + 14.78 \text{ m} = 35.40 \text{ m}$$

### 3.8.3.3 Pérdidas menores (hm)

Las pérdidas menores se obtienen a partir de la ecuación:

$$h_m = K_m \times \frac{v^2}{2 \times g}$$

Ecuación 24 - Pérdidas Menores.

Donde:

$K_m$  = Sumatoria de todos los coeficientes de pérdida de los accesorios.

$v$  = Velocidad en m/s.

$g$  = Aceleración de la gravedad 9.81m<sup>2</sup>/s.

En la siguiente tabla se muestran los accesorios que se encuentran en la red:

<b>Accesorios</b>
Válvula check
Válvula compuerta
Válvula de aire
Tee
Unión
Válvula de purga de lodo
Válvula de retención
Reductor
Codo 90°
Codo 45°
Salida
Manómetro
Macromedidor
Rejilla
Codo 22.5°
Codo 11.25°

Tabla 9 - Accesorios de la Línea de Impelencia.

De los accesorios de la tabla anterior solo se encontraron valores de k para manómetro, macromedidor, rejilla, codo 22.50° y codo 11.25°. Los valores que no

se encuentran en tablas de literatura sobre temas de hidráulica, se calculan haciendo uso de la expresión:

$$k = \frac{Le}{D} \times f_t$$

Ecuación 25 - Cálculo de Valor K para Accesorios.

Donde:

Le = Longitud equivalente

D = Diámetro interno real de la tubería

$f_t$  = Factor de fricción en la tubería en la tubería a la que está conectada, considerando un flujo completamente turbulento.

Para el cálculo del factor de fricción se utiliza la expresión desarrollada por P.K Swamee y A. K. Jain:

$$f = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \frac{1}{3.7 \times \frac{D}{\epsilon}} + \frac{5.74}{N_R^{0.9}} \right) \right]^2}$$

Ecuación 26 - Factor de Fricción.

Donde:

D/ε = Rugosidad relativa adimensional.

$N_R$  = Número de Reynolds adimensional.

Para el cálculo del factor de fricción se utiliza la expresión:

$$N_R = \frac{vD}{\nu}$$

Ecuación 27 - Número de Reynolds.



Donde:

$v$  = Velocidad

$D$  = Diámetro

$\nu$  = Velocidad cinemática

Dado que la ecuación para el cálculo de los coeficientes de pérdidas menores ( $k$ ) está en función del diámetro de la tubería y la línea de impelencia está segmentada en tres diferentes diámetros, se debe calcular tres valores de  $k$  para aun mismo accesorio.

### 3.8.3.3.1 Cálculo de números de Reynolds

Se considera una viscosidad cinemática de  $1.007E-6$  m<sup>2</sup>/s.

Material	Diámetro [m]	Velocidad [m <sup>2</sup> /s]
Hierro Galvanizado Ho.Go	0.05494	0.93671
PVC 250psi	0.05321	1.00
PVC 160psi	0.05571	0.90984

Tabla 10 - Diámetro y Velocidad para cada Tubería según su material.

Número de Reynolds en Hierro Galvanizado:

$$N_{R-Ho.Go} = \frac{0.93671 \times 0.05494}{1.007 \times 10^{-6}} = 51,105.1116$$

Número de Reynolds en PVC 250psi:

$$N_{R-PVC\ 250psi} = \frac{1.00 \times 0.05321}{1.007 \times 10^{-6}} = 52,840.1192$$

Número de Reynolds en PVC 160psi:

$$N_{R-PVC\ 160psi} = \frac{0.90984 \times 0.05571}{1.007 \times 10^{-6}} = 50,334.8425$$

### 3.8.3.3.2 Cálculo de coeficiente de fricción.

Material	Diámetro [m]	$N_R$	Rugosidad Absoluta - $\epsilon$
Hierro Galvanizado Ho.Go	0.05494	51,105.1116	0.00015
PVC 250psi	0.05321	52,840.1192	0.00001
PVC 160psi	0.05571	50,334.8425	0.00001

Tabla 11 - Número de Reynolds y Rugosidad Absoluta según Material de Tubería

Coeficiente de fricción para Hierro Galvanizado:

$$f_{Ho.Go} = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \frac{1}{3.7 \times \frac{0.05494}{0.00015}} + \frac{5.74}{51,105.1116^{0.9}} \right) \right]^2} = 0.0283$$

Coeficiente de fricción para PVC 250psi:

$$f_{PVC\ 250psi} = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \frac{1}{3.7 \times \frac{0.05321}{0.00001}} + \frac{5.74}{52,840.1192^{0.9}} \right) \right]^2} = 0.0213$$

Coeficiente de fricción para PVC 160psi:

$$f_{PVC\ 160psi} = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \frac{1}{3.7 \times \frac{0.05571}{0.00001}} + \frac{5.74}{50,334.8425^{0.9}} \right) \right]^2} = 0.0214$$

### 3.8.3.3.3 Cálculo de coeficientes de pérdidas menores (k)

Ahora que se tienen los valores de coeficiente de fricción y adoptando las relaciones de longitud equivalente ( $L_e/D$ ) para ciertos accesorios, se puede calcular los valores de k.

Material	Coefficiente de Fricción
Hierro Galvanizado Ho.Go	0.0283
PVC 250psi	0.0213
PVC 160psi	0.0214

Tabla 12 - Coeficiente de Fricción según material de Tubería.

Accesorio	Factor $L_e/D$
Válvula check	100
Válvula compuerta	8
Válvula de aire	100
Tee	20
Unión	30
Válvula de purga de lodo	100
Válvula de retención	100
Reductor	6
Codo 90°	45
Codo 45°	20
Salida	35

Tabla 13 - Factor de Longitud entre Diámetro según Accesorio.

Se muestra el procedimiento para calcular los tres valores de k (en Ho.Go, PVC 250psi y PVC 160psi) para una válvula check.

En Hierro Galvanizado:

$$k_{Ho.Go} = 100 \times 0.0283 = 2.8300$$

En PVC 250psi:

$$k_{PVC\ 250psi} = 100 \times 0.0213 = 2.1300$$

En PVC 160psi:

$$k_{PVC\ 160psi} = 100 \times 0.0214 = 2.1400$$

Los valores de k calculados para la válvula check y los demás accesorios se presentan en la siguiente tabla.

Accesorio	Factor K		
	Ho.Go.	PVC 250pi	PVC 160psi
Válvula check	2.8300	2.1300	2.1400
Válvula compuerta	0.2264	0.1704	0.1712
Válvula de aire	2.8300	2.1300	2.1400
Tee	0.5660	0.4260	0.4280
Unión	0.8490	0.6390	0.6420
Válvula de purga de lodo	2.8300	2.1300	2.1400
Válvula de retención	2.8300	2.1300	2.1400
Reductor	0.1698	0.1278	0.1284
Codo 90°	1.2735	0.9585	0.9630
Codo 45°	0.5660	0.4260	0.4280
Salida	0.9905	0.7455	0.7490

Tabla 14 - Factor K para cada Accesorio según su material

Los valores de k adoptados de literatura sobre temas de hidráulica se muestran en la siguiente tabla.

Tipo	k
Manómetro	2.5000
Macromedidor	2.5000
Rejilla	0.7500
Codo 22.5°	0.1540
Codo 11.25°	0.0440

Tabla 15 - Valores k obtenidos en literatura.

En el siguiente cuadro se detalla la sumatoria de los coeficientes de pérdidas menores de todos los accesorios:

Accesorios					
Ubicación	Tipo	Material	Cantidad	k	K
Line de Impelencia	Codo 11.25°		144	0.0440	6.3360
	Codo 22.50°		18	0.1540	2.7720
	Rejilla		1	0.7500	0.7500
	Codo 45.00°	Ho.Go	2	0.5660	1.1320
	Codo 45.00°	PVC 250psi	2	0.4260	0.8520
	Codo 45.00°	PVC 160psi	1	0.4280	0.4280
	Codo 90.00°	Ho.Go	0	1.2735	0.0000
	Codo 90.00°	PVC 250psi	1	0.9585	0.9585
	Codo 90.00°	PVC 160psi	5	0.9630	4.8150
	Válvula de aire	Ho.Go	0	2.8300	0.0000
	Válvula de aire	PVC 250psi	3	2.1300	6.3900
	Válvula de aire	PVC 160psi	4	2.1400	8.5600
	Válvula purga de lodo	Ho.Go	0	2.8300	0.0000
	Válvula purga de lodo	PVC 250psi	3	2.1300	6.3900
	Válvula purga de lodo	PVC 160psi	2	2.1400	4.2800
	Válvula check	Ho.Go	1	2.8300	2.8300
	Válvula check	PVC 250psi	1	2.1300	2.1300
	Válvula check	PVC 160psi	2	2.1400	4.2800
	Reductor	Ho.Go	1	0.1698	0.1698

Accesorios					
Ubicación	Tipo	Material	Cantidad	k	K
	Reductor	PVC 250psi		0.1278	0.0000
	Reductor	PVC 160psi		0.1284	0.0000
	Salida	Ho.Go		0.9905	0.0000
	Salida	PVC 250psi		0.7455	0.0000
	Salida	PVC 160psi	1	0.7490	0.7490
	Válvula de compuerta	Ho.Go		0.2264	0.0000
	Válvula de compuerta	PVC 250psi		0.1704	0.0000
	Válvula de compuerta	PVC 160psi		0.1712	0.0000
Árbol de Descarga	Válvula check	Ho.Go	1	2.8300	2.8300
	Válvula de compuerta	Ho.Go	2	0.2264	0.4528
	Manómetro		1	2.5000	2.5000
	Macromedidor		1	2.5000	2.5000
	Válvula de aire	Ho.Go	1	2.8300	2.8300
	Tee	Ho.Go	1	0.5660	0.5660
	Codo 90.00°	Ho.Go	2	1.2735	2.5470
	Codo 45.00°	Ho.Go	0	0.5660	0.0000
	Unión	Ho.Go	1	0.8490	0.8490

**Km = 68.8971**

Tabla 16 - Coeficientes de Pérdidas Menores para Accesorios.

Debido a que la línea de impelencia está segmentada y que cada segmento tiene su propia velocidad, se tomará la velocidad promedio para el cálculo de las pérdidas menores. Velocidad promedio: 0.94885 m/s.

Las pérdidas menores son:

$$h_m = 68.8971 \times \frac{0.94885^2}{2 \times 9.81} = 3.16 \text{ m}$$

### 3.8.3.4 Pérdidas por carga de velocidad ( $h_v$ )

La pérdida por carga de velocidad se obtiene a partir de la ecuación:

$$h_v = \frac{v^2}{2 \times g}$$

Ecuación 28 - Pérdida por Carga de Velocidad

Donde:

$v$  = Velocidad en m/s.

$g$  = Aceleración de la gravedad  $9.81\text{m}^2/\text{s}$ .

La línea de impelencia se encuentra segmentada en tres materiales, en la siguiente tabla se detallan las velocidades en cada segmento según material:

Material	Velocidad [m <sup>2</sup> /s]
Hierro Galvanizado Ho.Go	0.93671
PVC 250psi	1.00
PVC 160psi	0.90984

Tabla 17 - Velocidades de cada Segmento de Línea de Impelencia según material.

Perdida por carga de velocidad en Hierro Galvanizado:

$$h_{v-Ho.Go} = \frac{0.93671^2}{2 \times 9.81} = 0.04m$$

Perdida por carga de velocidad en PVC 250psi:

$$h_{v-PVC\ 250psi} = \frac{1.00^2}{2 \times 9.81} = 0.05m$$

Perdida por carga de velocidad en PVC 160psi:

$$h_{v-PVC\ 160psi} = \frac{0.90984^2}{2 \times 9.81} = 0.04m$$

La pérdida total por carga de velocidad es:

$$h_v = h_{v-Ho.Go} + h_{v-PVC\ 250psi} + h_{v-PVC\ 160psi}$$

$$h_v = 0.04\ m + 0.05\ m + 0.04\ m = 0.13\ m$$

### 3.8.3.5 Pérdidas por imprevistos

Se considerará una pérdida por imprevistos de 5 metros.

Por lo tanto, la carga dinámica total es:

$$CDT = 131.64m + 35.40m + 3.16m + 0.13m + 5m = 175.33\ m$$

### 3.8.4 Cálculo de la potencia requerida de la bomba

El cálculo de la potencia para la bomba se obtiene a partir de la ecuación:

$$BHP = \frac{Q_b \times CDT}{75 \times \eta}$$

Ecuación 29 - Potencia Requerida de la Bomba.

Donde:

BHP = Potencia requerida de la bomba en HP.

Qb = Caudal de bombeo en l/s.

CDT = Carga Dinámica Total en metros.

$\eta$  = Eficiencia de la bomba. Se considerará 70%.

Sustituyendo tenemos:

$$BHP = \frac{2.22 \times 175.33}{75 \times 0.70}$$

$$BHP = 7.41\ HP$$



### 3.8.5 Cálculo de la potencia requerida para el motor

El cálculo de la potencia para el motor se obtiene a partir de la ecuación:

$$Potencia\ del\ Motor = \frac{BHP}{Motor\ Eff}$$

Ecuación 30 - Potencia del Motor

Donde:

BHP = Potencia requerida de la bomba en HP.

Motor Eff = Eficiencia del motor. Se considerará 90%

Sustituyendo tenemos:

$$Potencia\ del\ Motor = \frac{7.41}{0.90} = \mathbf{8.23\ HP}$$

### 3.8.6 Escenario: “Análisis del sistema (línea de impelencia)”

En este escenario, se le asignarán las propiedades físicas (diámetro, coeficiente de Hazen-Williams y coeficientes de pérdidas menores) y de operación (bomba de diseño) al modelo de la Línea de Impelencia y así se corroborarán las velocidades y caudal de diseño. Pero principalmente proporcionará la curva resistente del sistema que será utilizada para la selección de la bomba.

#### 3.8.6.1 Propiedades de los elementos

##### 3.8.6.1.1 Tuberías

Habiendo exportado el modelo a WaterCAD se asignarán las propiedades a la tubería según lo establecido en las secciones anteriores.

Material	Chw	Diámetro [m]	Longitud del Segmento [m]
Hierro Galvanizado Ho.Go	120	0.05494	59.08
PVC 250psi	140	0.05321	876.67
PVC 160psi	140	0.05571	850.03

Tabla 18 - Coeficiente de Hazen-Williams, Diámetro y Longitud de Segmentos según material.

Los coeficientes de pérdidas menores también se agregan a las propiedades de las tuberías. Los coeficientes de pérdidas de los codos se asignarán al tubo siguiente inmediato del accesorio.

### 3.8.6.1.2 Pozo

En WaterCAD los pozos se modelan como reservorios ya que estos elementos se comportan como una fuente de altura constante y caudal infinito. La elevación asignada al pozo corresponderá a la elevación en que se ubicará la bomba. En la siguiente imagen se presenta las propiedades del pozo:

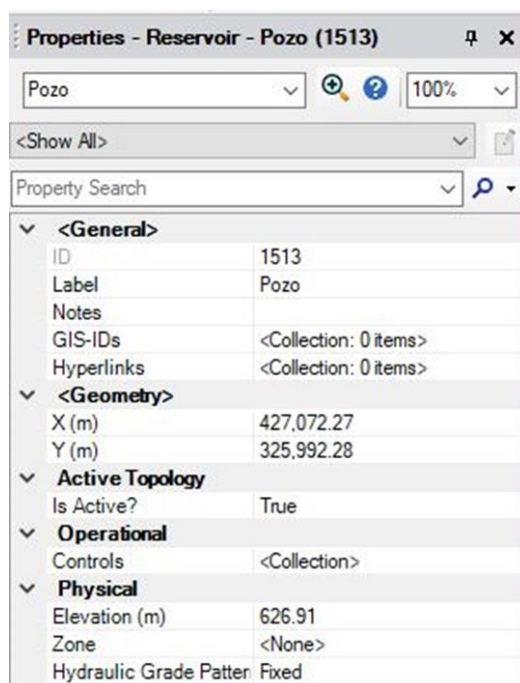


Ilustración 18 - Propiedades del Pozo en Proyecto de WaterCAD.

### 3.8.6.1.3 Bomba

Se definirá una bomba a partir de un punto de diseño el cual será el caudal de bombeo, de esta forma las velocidades en la línea de impelencia deberán ser exactamente las mismas que se calculen con dicho caudal. Esta definición de bomba se denominará "Bomba de Diseño".

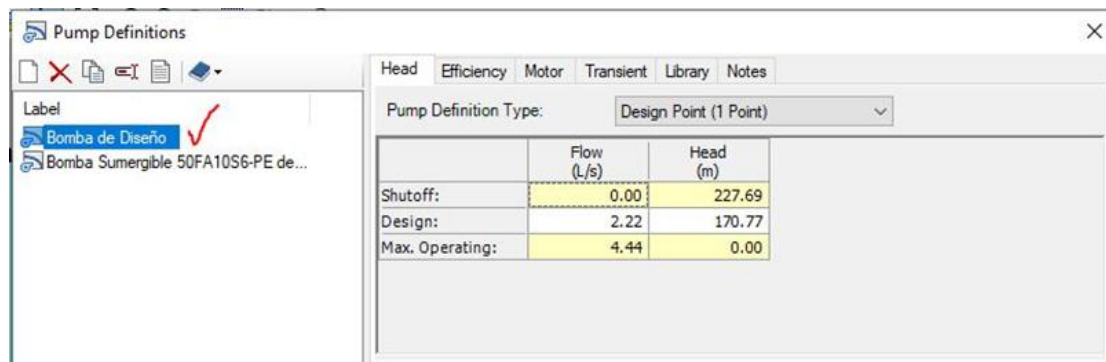


Ilustración 19 - Propiedades de la "Bomba de Diseño".

La bomba tendrá la misma elevación que el pozo. A pesar de que la bomba será sumergible se define la misma elevación para pozo y bomba ya que el software calcula el desnivel topográfico a partir de la elevación del pozo y no de la bomba. En la siguiente imagen se presenta las propiedades de la bomba.

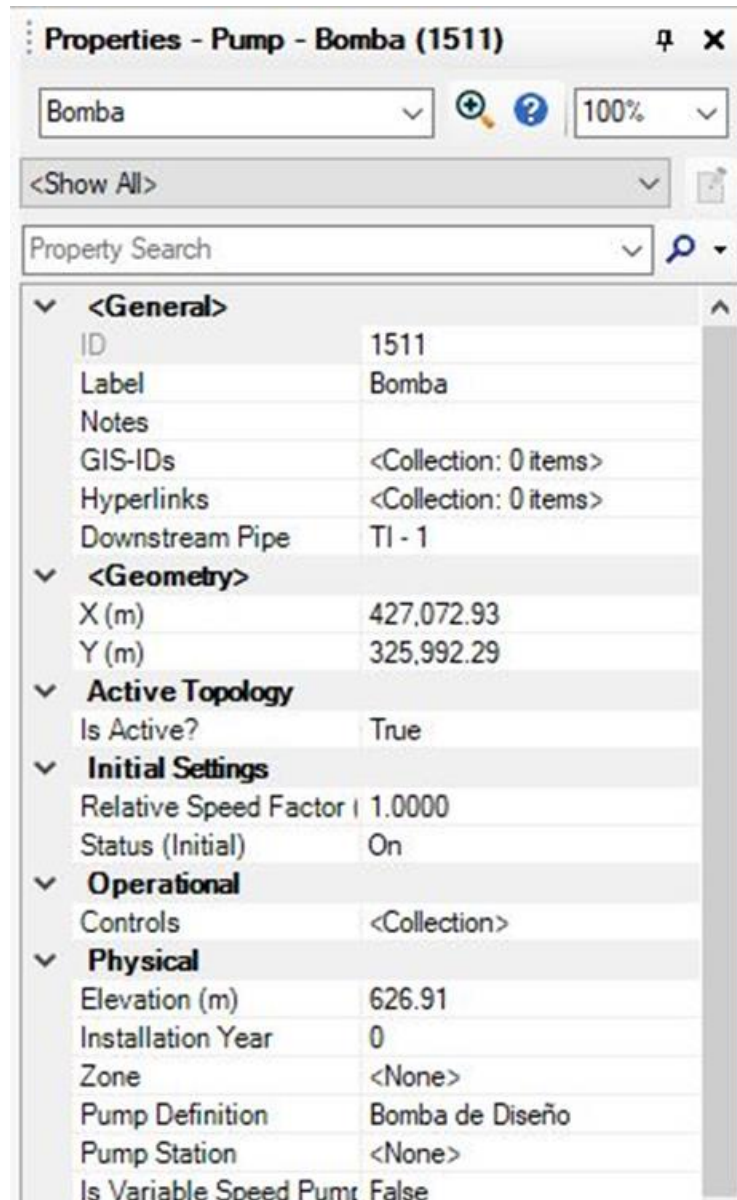


Ilustración 20 - Propiedades de Bomba Sumergible.

#### 3.8.6.1.4 Tanque

Se ha definido que el tanque tenga una altura de 3m y sección circular con diámetro de 6.5m con un nivel de agua de 1.45m, por lo que la elevación del espejo de agua en el tanque será de 756.93m. El tanque se llenará por la parte superior a 3.07m de la base. En la siguiente imagen se presenta las propiedades del tanque.

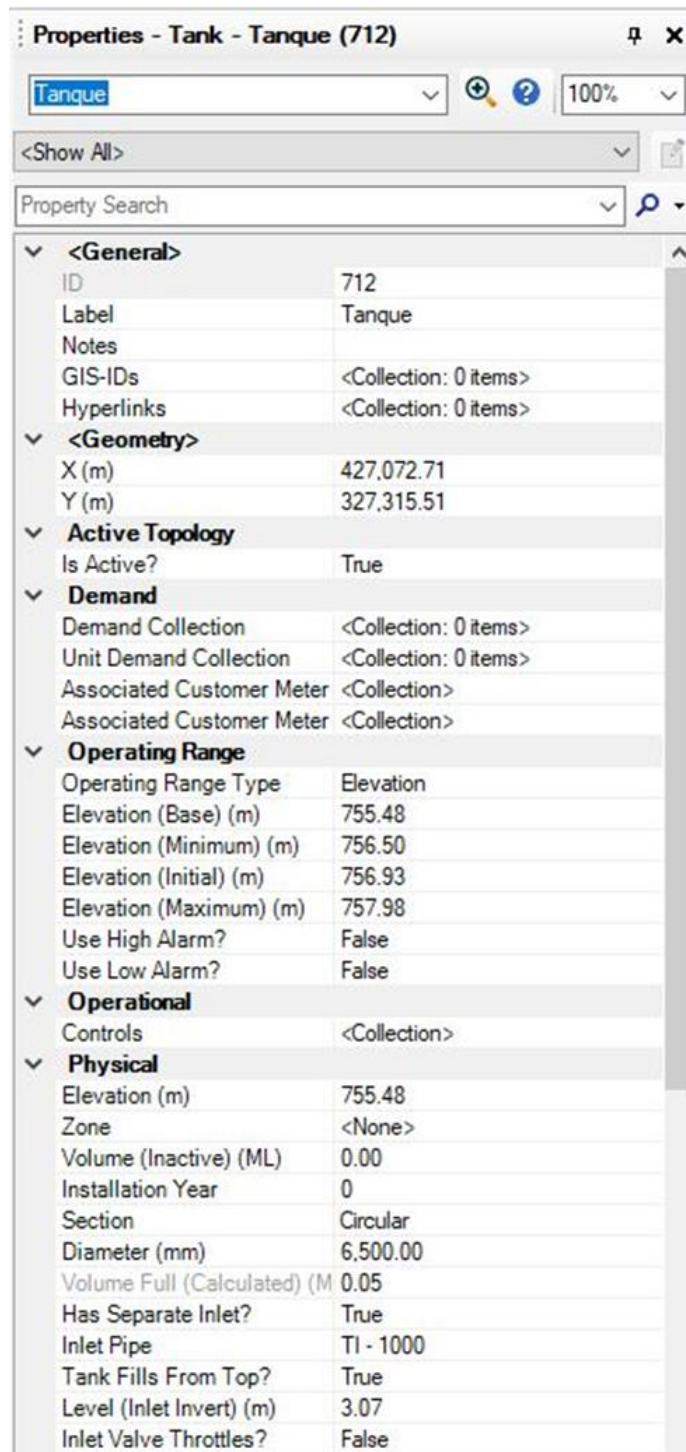


Ilustración 21 - Propiedades del Tanque de Almacenamiento en Proyecto de WaterCAD.

### 3.8.6.2 Resultados

En las siguientes imágenes se presentan los resultados del cómputo del modelo.

Label ▲	Material	Diameter (mm)	Hazen-Williams C	Minor Loss Coefficient (Derived)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)
TI - 0	Ho.Go	54.94	120.0	0.0000	-2.22	0.94
TI - 1	Ho.Go	54.94	120.0	3.7498	-2.22	0.94
TI - 2	Ho.Go	54.94	120.0	15.0748	2.22	0.94
TI - 3	Ho.Go	54.94	120.0	0.5660	2.22	0.94
TI - 4	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.5660	2.22	1.00
TI - 5	PVC 250 psi	53.21	140.0	3.0885	2.22	1.00
TI - 6	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 7	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 8	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.1540	2.22	1.00
TI - 9	PVC 250 psi	53.21	140.0	2.8740	2.22	1.00
TI - 10	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 11	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 12	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 13	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 14	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 15	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 16	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 17	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.1540	2.22	1.00
TI - 18	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 19	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 20	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 21	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 22	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 23	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 24	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 25	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 26	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 27	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.1540	2.22	1.00
TI - 28	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 29	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 30	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 31	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 32	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 33	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 34	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 35	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 36	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 37	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 38	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 39	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 40	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 41	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 42	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 43	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 44	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 45	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 46	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 47	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 48	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 49	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00

Ilustración 22 - Resultados del Modelo "Análisis del Sistema (Línea de Impelencia)" 1/4

Label ▲	Material	Diameter (mm)	Hazen-Williams C	Minor Loss Coefficient (Derived)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)
TI - 50	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 51	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 52	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 53	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 54	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 55	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 56	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 57	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 58	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 59	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 60	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 61	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 62	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.1540	2.22	1.00
TI - 63	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 64	PVC 250 psi	53.21	140.0	2.1740	2.22	1.00
TI - 65	PVC 250 psi	53.21	140.0	2.1740	2.22	1.00
TI - 66	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 67	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 68	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 69	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 70	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 71	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 72	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 73	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.4260	2.22	1.00
TI - 74	PVC 250 psi	53.21	140.0	2.1740	2.22	1.00
TI - 75	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.4260	2.22	1.00
TI - 76	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 77	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 78	PVC 250 psi	53.21	140.0	2.1740	2.22	1.00
TI - 79	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 80	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 81	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 82	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 83	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 84	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 85	PVC 250 psi	53.21	140.0	2.1740	2.22	1.00
TI - 86	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.1540	2.22	1.00
TI - 87	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 88	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.22	1.00
TI - 89	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 90	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 91	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 92	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 93	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 94	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.1540	2.22	0.91
TI - 95	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.1540	2.22	0.91
TI - 96	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.1540	2.22	0.91
TI - 97	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 98	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 99	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91

Ilustración 23 - Resultados de Modelo "Análisis del Sistema (Línea de Impelencia)"

Label ▲	Material	Diameter (mm)	Hazen-Williams C	Minor Loss Coefficient (Derived)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)
TI - 100	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 101	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 102	PVC 160 psi	55.71	140.0	2.1840	2.22	0.91
TI - 103	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.9630	2.22	0.91
TI - 104	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 105	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.1540	2.22	0.91
TI - 106	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.1540	2.22	0.91
TI - 107	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 108	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 109	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 110	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 111	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 112	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 113	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 114	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.1540	2.22	0.91
TI - 115	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 116	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 117	PVC 160 psi	55.71	140.0	2.1840	2.22	0.91
TI - 118	PVC 160 psi	55.71	140.0	2.5680	2.22	0.91
TI - 119	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.1540	2.22	0.91
TI - 120	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 121	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 122	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 123	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 124	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 125	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 126	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 127	PVC 160 psi	55.71	140.0	2.2940	2.22	0.91
TI - 128	PVC 160 psi	55.71	140.0	2.1840	2.22	0.91
TI - 129	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 130	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 131	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.1540	2.22	0.91
TI - 132	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 133	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 134	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 135	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 136	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 137	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 138	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 139	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 140	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.1540	2.22	0.91
TI - 141	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 142	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 143	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 144	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 145	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 146	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 147	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 148	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.1540	2.22	0.91
TI - 149	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.1540	2.22	0.91

Ilustración 24 - Resultados de Modelo "Análisis del Sistema (Línea de Impelencia)"



Label ▲	Material	Diameter (mm)	Hazen-Williams C	Minor Loss Coefficient (Derived)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)
TI - 125	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 126	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 127	PVC 160 psi	55.71	140.0	2.2940	2.22	0.91
TI - 128	PVC 160 psi	55.71	140.0	2.1840	2.22	0.91
TI - 129	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 130	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 131	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.1540	2.22	0.91
TI - 132	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 133	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 134	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 135	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 136	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 137	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 138	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 139	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 140	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.1540	2.22	0.91
TI - 141	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 142	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 143	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 144	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 145	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 146	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 147	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 148	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.1540	2.22	0.91
TI - 149	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.1540	2.22	0.91
TI - 150	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 151	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 152	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.1540	2.22	0.91
TI - 153	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 154	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 155	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 156	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 157	PVC 160 psi	55.71	140.0	2.1840	2.22	0.91
TI - 158	PVC 160 psi	55.71	140.0	2.1840	2.22	0.91
TI - 159	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 160	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 161	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 162	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 163	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 164	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 165	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 166	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 167	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 168	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 169	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 170	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.22	0.91
TI - 171	PVC 160 psi	55.71	140.0	2.1840	2.22	0.91
TI - 172	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.9630	2.22	0.91
TI - 1000	PVC 160 psi	55.71	140.0	3.6380	2.22	0.91

Ilustración 25 - Resultados de Modelo "Análisis del Sistema (Línea de Impelencia)"

### 3.8.6.3 Curva característica del sistema según WaterCAD

WaterCAD proporciona la siguiente tabla y gráfica que describe la curva resistente del sistema. Estos valores serán comparados con los cálculos que se realizarán en la sección 3.8.7.2 y así definir cuál curva resistente del sistema se utilizará para seleccionar la bomba.

0.000 hours Flow (L/s)	0.000 hours Head (m)
0.00	131.64
0.40	133.25
0.80	137.48
1.20	144.07
1.60	152.89
2.00	163.85
2.40	176.89
2.80	191.95
3.20	209.00
3.60	228.01
4.00	248.93
4.40	271.75
4.80	296.43
5.20	322.97
5.60	351.34
6.00	381.52
6.40	413.49
6.80	447.25
7.20	482.77
7.60	520.05
8.00	559.07

Ilustración 26 - Datos de la Curva característica del Sistema según WaterCAD.

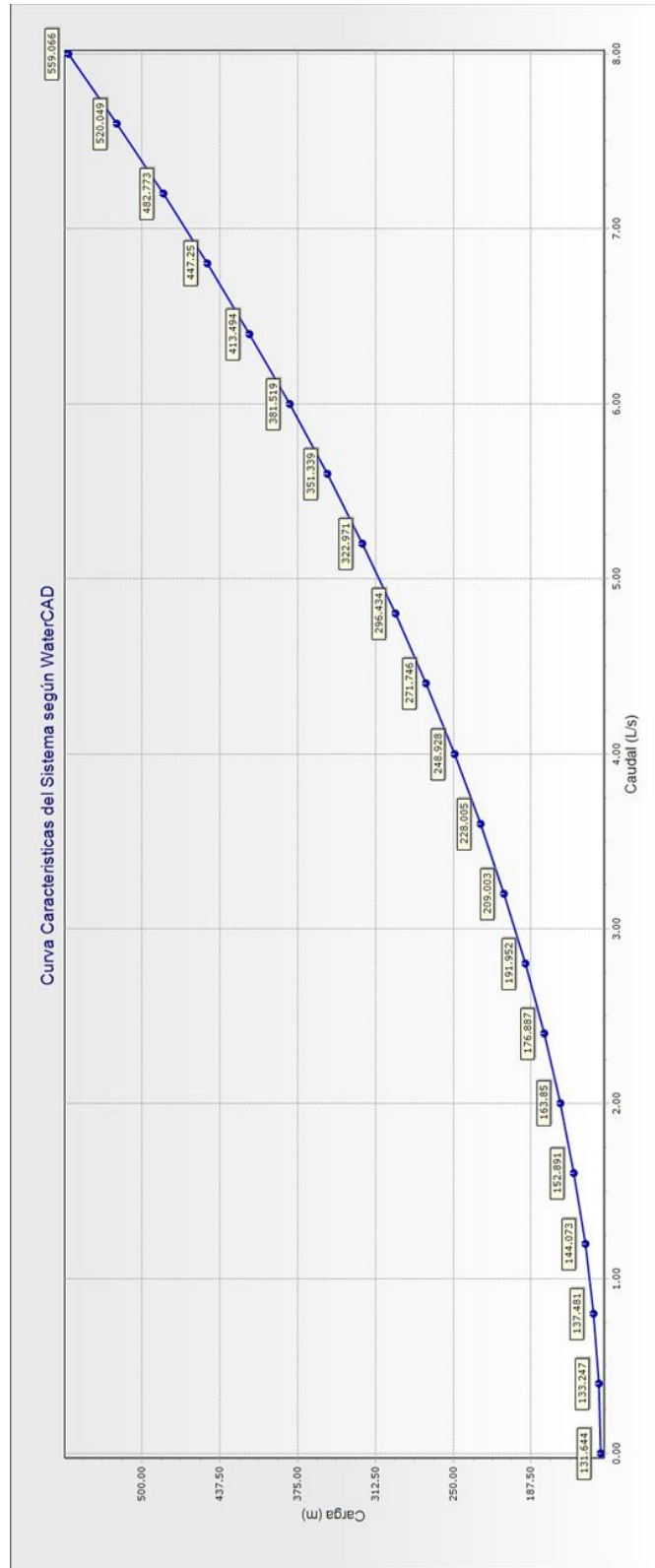


Ilustración 27 - Curva característica del Sistema según WaterCAD.

### 3.8.7 Curva característica del sistema

#### 3.8.7.1 Ecuación de la curva característica del sistema

Para plantear la ecuación que describe la resistencia del sistema se utiliza la siguiente expresión:

$$H_m = H_t + \sum h_f + h_m$$

Ecuación 31 - Pérdidas Menores en Metros.

Donde:

$H_t$  = Altura topográfica que debe ser vencida por la bomba en metros.

$\sum h_f$  = Sumatoria de pérdida por fricción en tuberías de impelencia en metros.

$$\sum h_f = h_{f-Ho.Go} + h_{f-PVC\ 250psi} + h_{f-PVC\ 160psi}$$

$h_m$  = Pérdidas menores en metros.

##### 3.8.7.1.1 Pérdidas por fricción

Se plantea la ecuación de Hazen-Williams para las pérdidas por fricción de los tres segmentos de la línea de impelencia en función del caudal.

$$h_f = \frac{6.79 \times l \times \left(\frac{Q}{A}\right)^{1.85}}{C_{hw}^{1.85} \times d^{1.16}}$$

Ecuación 32 - Pérdidas por Fricción.

Material	Diámetro [m]	Longitud [m]	Área [m <sup>2</sup> ]	Chw
Hierro Galvanizado Ho.Go	0.05494	59.08	0.00237	120
PVC 250psi	0.05321	876.67	0.00222	140
PVC 160psi	0.05571	850.03	0.00244	140

Tabla 19 - Diámetro, Longitud, Área y Coeficiente de Hazen-Williams según material.

Perdida por fricción en Hierro Galvanizado:

$$h_{f-Ho.Go} = \frac{6.79 \times 59.08 \times \left(\frac{Q}{0.00237}\right)^{1.85}}{120^{1.85} \times 0.05494^{1.16}} = 118,924.04586 \times Q^{1.85}$$

Perdida por fricción en PVC 250psi:

$$h_{f-PVC\ 250psi} = \frac{6.79 \times 876.67 \times \left(\frac{Q}{0.00222}\right)^{1.85}}{140^{1.85} \times 0.05321^{1.16}} = 1,554,046.00153 \times Q^{1.85}$$

Perdida por fricción en PVC 160psi:

$$h_{f-PVC\ 160psi} = \frac{6.79 \times 850.03 \times \left(\frac{Q}{0.00244}\right)^{1.85}}{140^{1.85} \times 0.05571^{1.16}} = 1,199,536.64313 \times Q^{1.85}$$

Por lo tanto:

$$\sum h_f = h_{f-Ho.Go} + h_{f-PVC\ 250psi} + h_{f-PVC\ 160psi}$$

$$\sum h_f = 118,924.04586 \times Q^{1.85} + 1,554,046.00153 \times Q^{1.85} + 1,199,536.64313 \times Q^{1.85}$$

$$\sum h_f = 2,872,506.69052 \times Q^{1.85}$$

### 3.8.7.1.2 Pérdidas menores

Expresando la ecuación para el cálculo de las pérdidas menores en función del caudal:

$$h_m = K_m \times \frac{\left(\frac{Q}{A}\right)^2}{2 \times g}$$

Ecuación 33 - Pérdidas menores en función de caudal.

Debido a que la línea de impelencia está segmentada y que cada segmento tiene diferente área transversal, se tomará el área menor de los tres materiales es decir 0.00222m<sup>2</sup>.

Sustituyendo:

$$h_m = 68.8971 \times \frac{\left(\frac{Q}{0.00222}\right)^2}{2 \times 9.81} = 712,518.24599 \times Q^2$$

La ecuación de la Curva del Sistema es:

$$H_m = H_t + \sum h_f + h_m$$

$$H_m = 131.64 + 2,872,506.69052 \times Q^{1.85} + 712,518.24599 \times Q^2$$

Ecuación 34 - Curva del sistema actual.

Esta expresión para carga total considera los caudales en unidades de metros cúbicos por segundo.

### 3.8.7.2 Gráfica de curva característica del sistema

La curva del sistema se determinará considerando variaciones de caudal desde 0 l/s hasta 8 l/s en 20 intervalos.

En la siguiente tabla se muestran los valores de carga (Hm) a partir de la ecuación del sistema:

**Curva del sistema**

$$H_m = 131.64 + 2,872,506.69052 \times Q^{1.85} + 712,518.24599 \times Q^2$$

Caudal		Desnivel Topográfico - Ht [m]	Perdidas [m]		Carga - Hm [m]
Q [l/s]	Q [m3/s]		Fricción	Menores	
0.00	0	131.64	0.00	0.00	131.64
0.40	0.0004	131.64	1.49	0.11	133.24
0.80	0.0008	131.64	5.36	0.46	137.45
1.20	0.0012	131.64	11.34	1.03	144.01
1.60	0.0016	131.64	19.31	1.82	152.78
2.00	0.002	131.64	29.19	2.85	163.68
2.40	0.0024	131.64	40.89	4.10	176.64
2.80	0.0028	131.64	54.39	5.59	191.61
3.20	0.0032	131.64	69.63	7.30	208.56
3.60	0.0036	131.64	86.58	9.23	227.45
4.00	0.004	131.64	105.21	11.40	248.25
4.40	0.0044	131.64	125.50	13.79	270.94
4.80	0.0048	131.64	147.42	16.42	295.48
5.20	0.0052	131.64	170.95	19.27	321.86
5.60	0.0056	131.64	196.07	22.34	350.05
6.00	0.006	131.64	222.76	25.65	380.05
6.40	0.0064	131.64	251.01	29.18	411.84
6.80	0.0068	131.64	280.80	32.95	445.39
7.20	0.0072	131.64	312.12	36.94	480.70
7.60	0.0076	131.64	344.96	41.16	517.75
8.00	0.008	131.64	379.30	45.60	556.54

Tabla 20 - Valores de Carga a partir de la Ecuación del Sistema.

En la siguiente gráfica se muestra la curva del sistema:

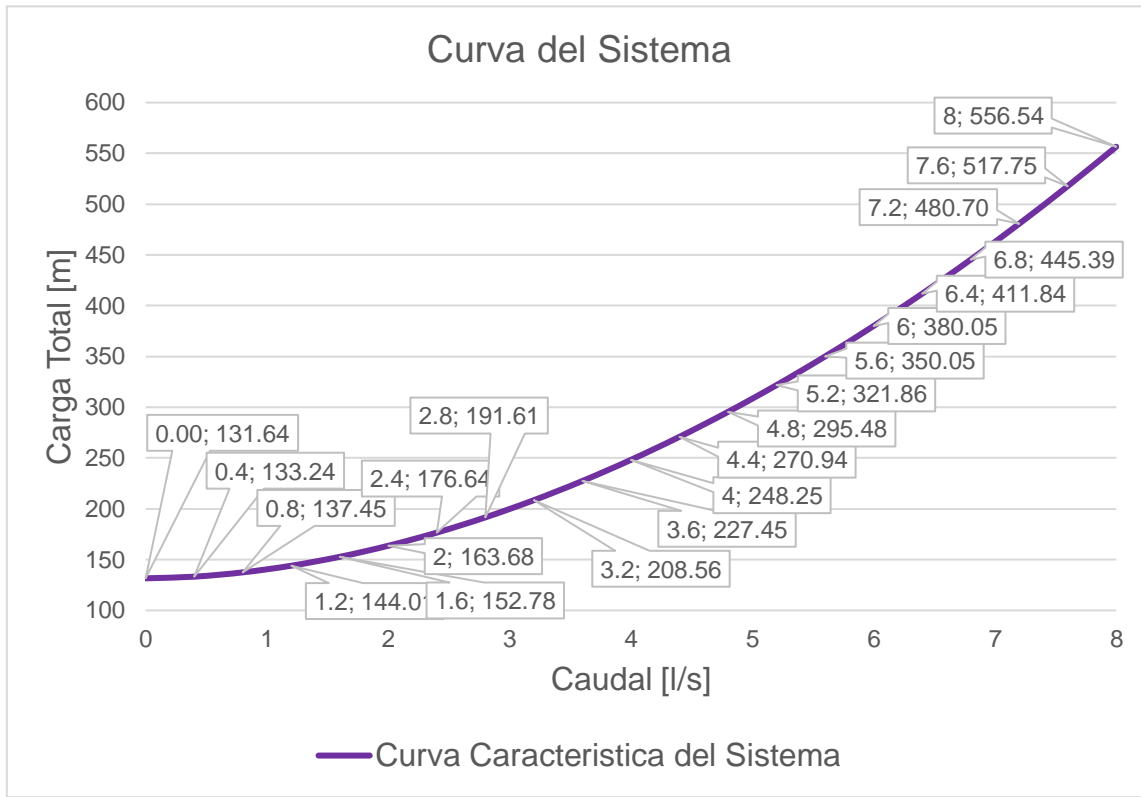


Ilustración 28 - Curva característica del Sistema según cálculos propios.

Si comparamos los caudales de 2 l/s y 2.4 l/s entre la tabla que se obtuvo a partir de la ecuación de la curva del sistema con la tabla de la curva del sistema que proporciona WaterCAD podemos observar que las diferencias en las cargas obtenidas son de 0.17m y 0.25m respectivamente, podemos asumir que ambas curvas se comportan similar. Utilizaremos la curva del sistema obtenida a partir de la ecuación de la curva del sistema para la selección de la bomba.

### 3.8.8 Selección de bomba

Sabiendo que se requiere una bomba con potencia de 7.41 HP, se revisará el catálogo de Bombas sumergibles Franklin.



## Tablas de Rendimiento

GPM	HP	ETAPAS	DIAM. MOTOR	LPM	40	80	120	160	200	240	280	320	360	380	418	456	494	532	570	MODELO	NO. DE PARTE
				GPM	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150		
CARGA EN METROS																					
50	2	3	4"	-	50	45	44	38	30	24	15	-	-	-	-	-	-	-	-	50FA15S6-PE	94825003
	2	4	4"	-	61	61	54	48	42	33	22	-	-	-	-	-	-	-	-	50FA25S6-PE	94825004
	3	5	4"	-	79	76	71	64	53	45	30	-	-	-	-	-	-	-	-	50FA35S6-PE	94825005
	5	8	4"	-	123	121	108	99	83	67	48	-	-	-	-	-	-	-	-	50FA55S6-PE	94825008
	8	11	4" & 6"	-	170	165	153	140	120	97	68	-	-	-	-	-	-	-	-	50FA75S6-PE	94825011
	10	15	4" & 6"	-	232	227	210	191	165	136	98	-	-	-	-	-	-	-	-	50FA10S6-PE	94825015

Ilustración 29 - Rendimiento de Bombas de 50 gpm en función de su potencia.

### 3.8.8.1 Ecuación de la curva de la bomba

Se evaluará la bomba sumergible 50FA10S6-PE de Franklin:

Las curvas de las bombas por lo general se pueden expresar de la siguiente forma:

$$H_m = AQ^2 + BQ + C$$

Ecuación 35 - Carga en Metros para obtener la Curva de la Bomba.

Se tomarán tres puntos de la tabla de rendimiento de la bomba para obtener su ecuación.

#### TABLA DE RENDIMIENTO FRANKLIN 50FA10S6-PE

H (m)	Q (l/m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q (l/s)
232	40	0.00067	0.67
191	160	0.00267	2.67
98	280	0.00467	4.67

Tabla 21 - Tabla de rendimiento de bomba Franklin 50FA10S6-PE

Sustituyendo:

$$232 = A(0.00067)^2 + B(0.00067) + C \quad (1)$$

$$191 = A(0.00267)^2 + B(0.00267) + C \quad (2)$$

$$98 = A(0.00467)^2 + B(0.00467) + C \quad (3)$$

Se ingresarán el sistema de tres ecuaciones en el software TI-Nspire™ CX CAS Student Software para obtener los coeficientes:

$$\text{solve} \left( \begin{cases} 232 = a \cdot (6.7\text{E-}4)^2 + b \cdot 6.7\text{E-}4 + c \\ 191 = a \cdot (0.00267)^2 + b \cdot 0.00267 + c \\ 98 = a \cdot (0.00467)^2 + b \cdot 0.00467 + c \end{cases}, \{a, b, c\} \right)$$

$a = -6.5\text{E}6$  and  $b = 1210$ . and  $c = 234.107$

Ilustración 30 - Solución de Sistema de Ecuaciones para determinar la Curva de la Bomba.

$$H_m = -6500000Q^2 + 1210Q + 234.107$$

Ecuación 36 - Curva de la Bomba.

Esta expresión para carga total considera los caudales en unidades de metros cúbicos por segundo.

Se graficará la curva de la bomba:

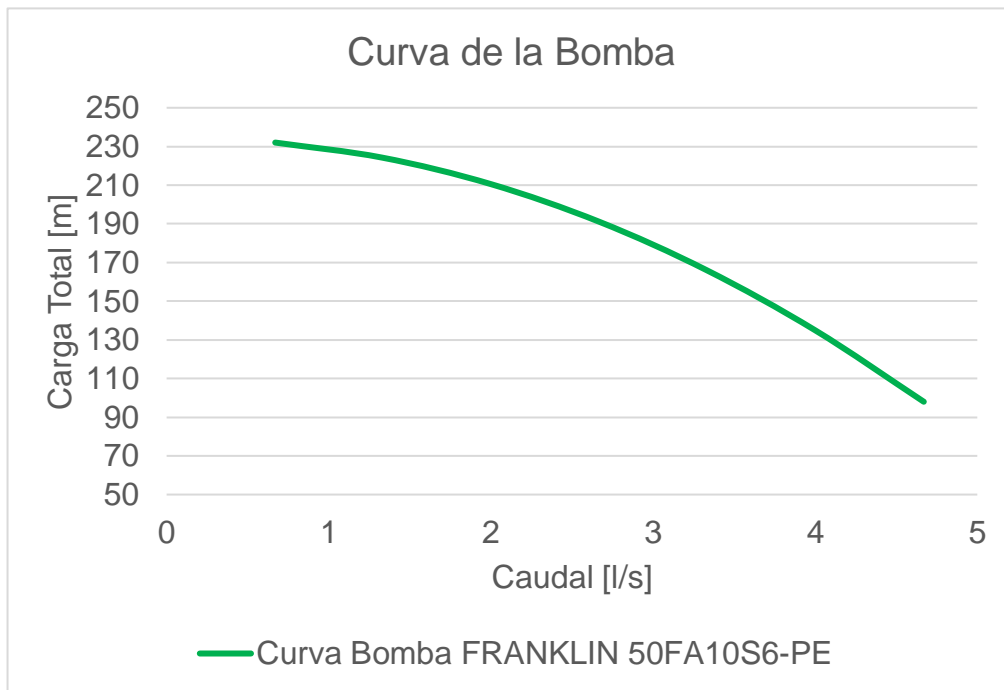


Ilustración 31 - Curva de la Bomba Franklin 50FA10S6-PE

Teniendo la ecuación de la curva del sistema y la ecuación de la curva de la bomba sumergible 50FA10S6-PE de Franklin, se obtiene el Punto de Operación de la Bomba.

### 3.8.8.2 Curva característica del sistema vs curva de la bomba

Curva Característica del Sistema:

$$H_{m-sistema} = 131.64 + 2,872,506.69052 \times Q^{1.85} + 712,518.24599 \times Q^2$$

Ecuación 37 - Cargas de la curva del sistema.

Curva de la bomba:

$$H_{m-bomba} = -6500000Q^2 + 1210Q + 234.107$$

Se ingresarán las ecuaciones en el software TI-Nspire™ CX CAS Student Software para obtener gráficamente el punto de intersección de las ecuaciones el cual es el Punto de Operación del sistema:

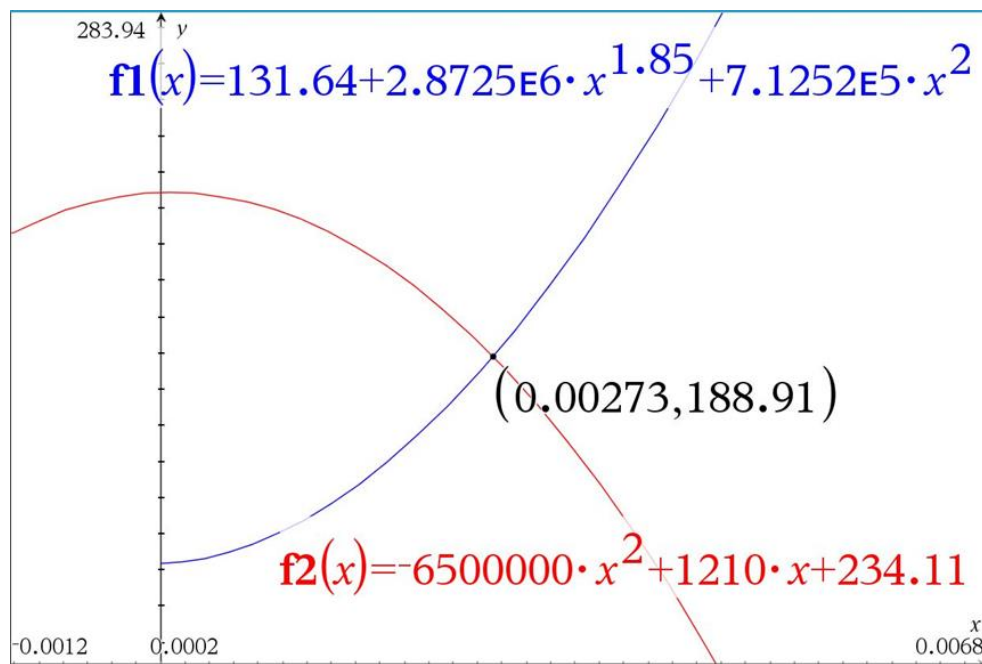


Ilustración 32 - Punto de Operación del Sistema.

Hay que recordar que las ecuaciones contemplan los caudales en metros cúbicos por segundo por lo que el caudal de operaciones sería de 2.73 l/s y una carga total de 188.91m.

Se compara el Punto de Operación con los requisitos de caudal de diseño y la carga dinámica total, para lo que se presenta la siguiente gráfica:

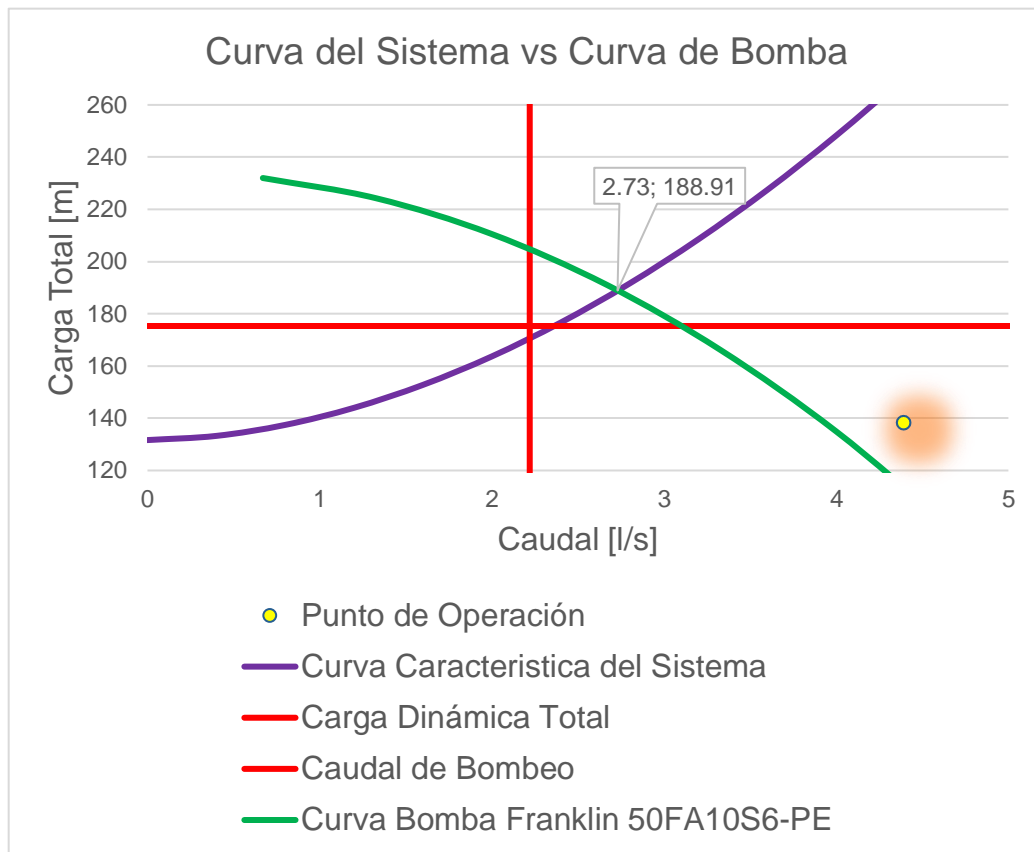


Ilustración 33 - Curva del Sistema vs. Curva de la Bomba.

Se puede observar que el Punto de Operación queda por encima del valor de la Carga Dinámica Total y que el caudal que desplazaría la bomba es mayor que el caudal de bombeo. Por lo tanto, la bomba sumergible 50FA10S6-PE de Franklin es la seleccionada para el sistema.

### 3.8.9 Escenario: “Diseño del sistema (línea de impelencia)”

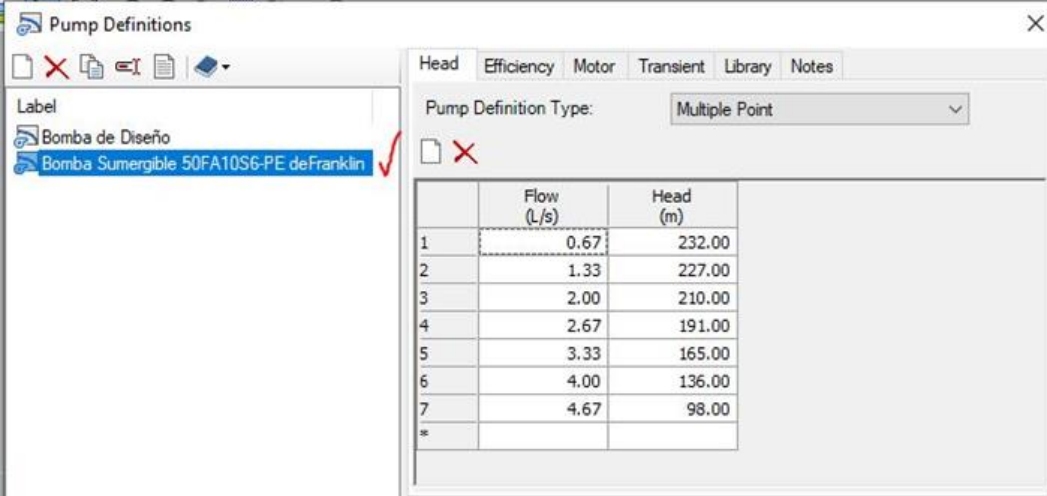
Ahora que se ha seleccionado la bomba 50FA10S6-PE de Franklin se modelará esta bomba en WaterCAD para corroborar el caudal y las velocidades a las que el sistema operará.

#### 3.8.9.1 Propiedades de los elementos

Los elementos tubería, pozo y tanque mantendrán las propiedades del escenario “Análisis del Sistema”.

##### 3.8.9.1.1 Bomba

Para definir el funcionamiento de la bomba sumergible 50FA10S6-PE de Franklin se ingresarán los valores de la tabla de rendimiento de la bomba.



	Flow (L/s)	Head (m)
1	0.67	232.00
2	1.33	227.00
3	2.00	210.00
4	2.67	191.00
5	3.33	165.00
6	4.00	136.00
7	4.67	98.00
*		

Ilustración 34 - Caudal en función de la Carga en Bomba Franklin 50FA10S6-PE.

En las propiedades de la bomba, se asigna la definición de la bomba sumergible 50FA10S6-PE de Franklin. Tal y como se muestra en la siguiente imagen:

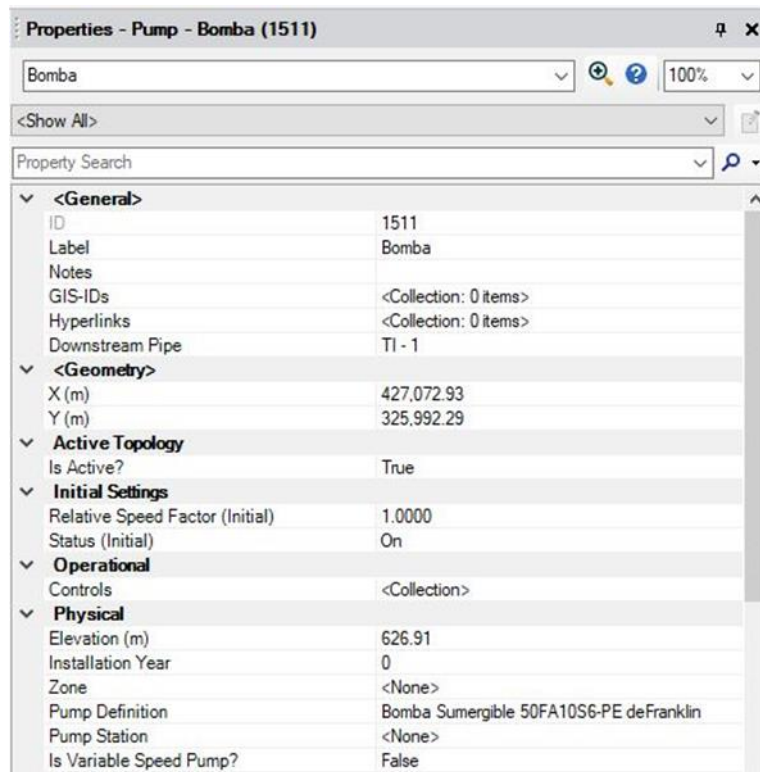


Ilustración 35 - Propiedades de la Bomba Sumergible Franklin 50FA10S6-PE en Proyecto de WaterCAD.

### 3.8.9.2 Resultados

Se puede observar que el caudal que el modelo proporciona es el mismo caudal de operación obtenido gráficamente con la intercepción de la curva característica del sistema con la curva de la bomba sumergible 50FA10S6-PE de Franklin.

Label ▲	Material	Diameter (mm)	Hazen-Williams C	Minor Loss Coefficient (Derived)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)
TI - 0	Ho.Go	54.94	120.0	0.0000	-2.73	1.15
TI - 1	Ho.Go	54.94	120.0	3.7498	-2.73	1.15
TI - 2	Ho.Go	54.94	120.0	15.0748	2.73	1.15
TI - 3	Ho.Go	54.94	120.0	0.5660	2.73	1.15
TI - 4	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.5660	2.73	1.23
TI - 5	PVC 250 psi	53.21	140.0	3.0885	2.73	1.23
TI - 6	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 7	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 8	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.1540	2.73	1.23
TI - 9	PVC 250 psi	53.21	140.0	2.8740	2.73	1.23
TI - 10	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 11	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 12	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 13	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 14	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 15	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 16	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 17	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.1540	2.73	1.23
TI - 18	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 19	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 20	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 21	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 22	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 23	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 24	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 25	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 26	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 27	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.1540	2.73	1.23
TI - 28	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 29	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 30	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 31	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 32	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 33	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 34	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 35	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 36	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 37	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 38	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 39	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 40	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 41	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 42	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 43	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 44	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 45	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 46	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 47	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 48	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 49	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23

Ilustración 36 - Resultados de Caudal y Velocidad para la Bomba Sumergible Franklin 50FA10S6-PE. 1/4

Label ▲	Material	Diameter (mm)	Hazen-Williams C	Minor Loss Coefficient (Derived)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)
TI - 50	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 51	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 52	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 53	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 54	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 55	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 56	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 57	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 58	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 59	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 60	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 61	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 62	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.1540	2.73	1.23
TI - 63	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 64	PVC 250 psi	53.21	140.0	2.1740	2.73	1.23
TI - 65	PVC 250 psi	53.21	140.0	2.1740	2.73	1.23
TI - 66	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 67	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 68	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 69	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 70	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 71	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 72	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 73	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.4260	2.73	1.23
TI - 74	PVC 250 psi	53.21	140.0	2.1740	2.73	1.23
TI - 75	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.4260	2.73	1.23
TI - 76	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 77	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 78	PVC 250 psi	53.21	140.0	2.1740	2.73	1.23
TI - 79	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 80	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 81	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 82	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 83	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 84	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 85	PVC 250 psi	53.21	140.0	2.1740	2.73	1.23
TI - 86	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.1540	2.73	1.23
TI - 87	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 88	PVC 250 psi	53.21	140.0	0.0440	2.73	1.23
TI - 89	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 90	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 91	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 92	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 93	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 94	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.1540	2.73	1.12
TI - 95	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.1540	2.73	1.12
TI - 96	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.1540	2.73	1.12
TI - 97	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 98	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 99	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12

Ilustración 37 - Resultados de Caudal y Velocidad para la Bomba Sumergible Franklin 50FA10S6-PE. 2/4



Label ▲	Material	Diameter (mm)	Hazen-Williams C	Minor Loss Coefficient (Derived)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)
TI - 100	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 101	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 102	PVC 160 psi	55.71	140.0	2.1840	2.73	1.12
TI - 103	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.9630	2.73	1.12
TI - 104	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 105	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.1540	2.73	1.12
TI - 106	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.1540	2.73	1.12
TI - 107	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 108	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 109	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 110	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 111	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 112	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 113	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 114	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.1540	2.73	1.12
TI - 115	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 116	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 117	PVC 160 psi	55.71	140.0	2.1840	2.73	1.12
TI - 118	PVC 160 psi	55.71	140.0	2.5680	2.73	1.12
TI - 119	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.1540	2.73	1.12
TI - 120	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 121	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 122	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 123	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 124	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 125	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 126	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 127	PVC 160 psi	55.71	140.0	2.2940	2.73	1.12
TI - 128	PVC 160 psi	55.71	140.0	2.1840	2.73	1.12
TI - 129	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 130	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 131	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.1540	2.73	1.12
TI - 132	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 133	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 134	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 135	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 136	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 137	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 138	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 139	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 140	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.1540	2.73	1.12
TI - 141	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 142	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 143	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 144	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 145	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 146	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 147	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 148	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.1540	2.73	1.12
TI - 149	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.1540	2.73	1.12

Ilustración 38 - Resultados de Caudal y Velocidad para la Bomba Sumergible Franklin 50FA10S6-PE. 3/4

Label ▲	Material	Diameter (mm)	Hazen-Williams C	Minor Loss Coefficient (Derived)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)
TI - 125	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 126	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 127	PVC 160 psi	55.71	140.0	2.2940	2.73	1.12
TI - 128	PVC 160 psi	55.71	140.0	2.1840	2.73	1.12
TI - 129	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 130	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 131	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.1540	2.73	1.12
TI - 132	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 133	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 134	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 135	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 136	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 137	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 138	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 139	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 140	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.1540	2.73	1.12
TI - 141	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 142	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 143	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 144	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 145	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 146	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 147	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 148	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.1540	2.73	1.12
TI - 149	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.1540	2.73	1.12
TI - 150	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 151	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 152	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.1540	2.73	1.12
TI - 153	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 154	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 155	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 156	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 157	PVC 160 psi	55.71	140.0	2.1840	2.73	1.12
TI - 158	PVC 160 psi	55.71	140.0	2.1840	2.73	1.12
TI - 159	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 160	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 161	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 162	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 163	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 164	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 165	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 166	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 167	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 168	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 169	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 170	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.0440	2.73	1.12
TI - 171	PVC 160 psi	55.71	140.0	2.1840	2.73	1.12
TI - 172	PVC 160 psi	55.71	140.0	0.9630	2.73	1.12
TI - 1000	PVC 160 psi	55.71	140.0	3.6380	2.73	1.12

Ilustración 39 - Resultados de Caudal y Velocidad para la Bomba Sumergible

Franklin 50FA10S6-PE. 4/4

### 3.8.10 Línea piezométrica en línea de impelencia

Habiendo comparado el caudal de operación calculado versus el caudal de operación generado por WaterCAD podemos adoptar la línea piezométrica que genera WaterCAD. La línea piezométrica inicia con una cota de 815.97m en la bomba y finaliza con una cota de 758.55m en el tanque (Ver planos “PERFIL LI-1” a “PERFIL LI-4” en anexo 8).

En el siguiente perfil se gráfica la línea piezométrica:

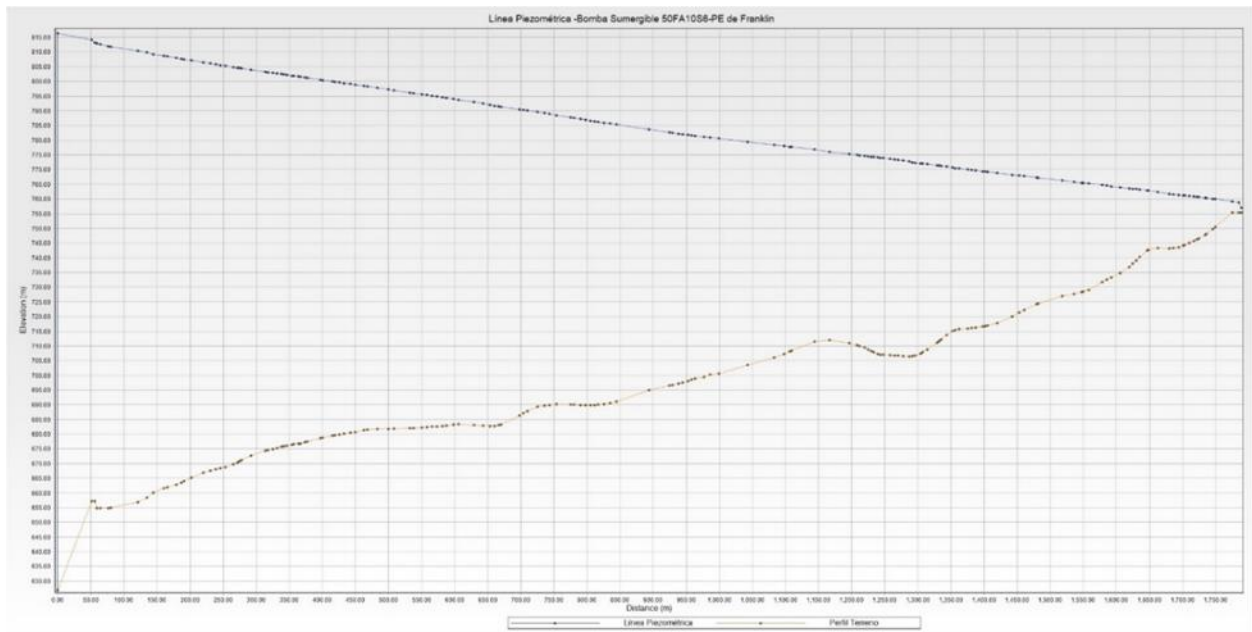


Ilustración 40 - Línea Piezométrica de Sistema de Impelencia.

### 3.8.11 Golpe de ariete en línea de impelencia

Los parámetros para el cálculo del golpe de ariete son:

- Cota piezométrica en bomba = 815.97 m
- Cota piezométrica en tanque = 758.55 m
- Altura manométrica proporcionada por el grupo de bombeo,  $H_m = 189.06$  m
- Velocidad del flujo = 0.949 m/s. El promedio de las velocidades de diseño.

Material	Diámetro Interno [m]	Espesor de Tubería [m]	$\epsilon$	K	Estación Inicial	Estación Final	Longitud en planta del tramo
Ho.Go Ligero	0.05494	0.0027	10000000000	1.00	0.00	6.59	201.06
PVC 250psi	0.05321	0.00356	3.E+08	33.33	201.06	885.85	684.79
PVC 160psi	0.05571	0.00231	3.E+08	33.33	885.85	1,733.23	847.38
<b><math>\Sigma =</math></b>							<b>1,733.23</b>

Tabla 22 - Propiedades por Material de las Tuberías que conforman la Línea de Impelencia para Cálculo de Golpe de Ariete.

### 3.8.11.1 Cálculo de la celeridad (a)

Utilizando la expresión propuesta por Allievi:

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \times \frac{D}{e}}}$$

Ecuación 38 - Cálculo de Celeridad por Allievi.

Donde:

K: Coeficiente función del módulo de elasticidad ( $\epsilon$ ) del material constitutivo de la tubería, que representa principalmente el efecto de la inercia del grupo motobomba, cuyo valor es:

$$K = \frac{10^{10}}{\epsilon}$$

D = Diámetro interior de la tubería en metros

E = Espesor de la tubería en metros

Debido a que la línea de impelencia esta segmentada se debe de calcular la celeridad como la media ponderada de cada segmento.

### 3.8.11.2 Celeridades de cada segmento

Sustituyendo valores para Hierro Galvanizado Ho.Go:

$$a_{Ho.Go} = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 1 \times \frac{0.05494}{0.0027}}} = 1194.3708m/s$$

Sustituyendo valores para PVC 250psi:

$$a_{PVC\ 250psi} = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 33.33 \times \frac{0.05321}{0.00356}}} = 423.4789m/s$$

Sustituyendo valores para PVC 160psi:

$$a_{PVC\ 160psi} = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 33.33 \times \frac{0.05571}{0.00231}}} = 339.1294m/s$$

#### 3.8.11.2.1 Tiempos parciales

Para Hierro Galvanizado Ho.Go:

$$\frac{L_{Ho.Go}}{a_{Ho.Go}} = \frac{6.59}{1194.3708} = 0.0055s$$

Para PVC 250psi:

$$\frac{L_{PVC\ 250psi}}{a_{PVC\ 250psi}} = \frac{879.26}{423.4789} = 2.0763s$$

Para PVC 160psi:

$$\frac{L_{PVC\ 160psi}}{a_{PVC\ 160psi}} = \frac{847.38}{339.1294} = 2.4987s$$

### 3.8.11.2.2 Tiempo total

$$\sum \frac{L_i}{a_i} = \frac{L_{Ho.Go}}{a_{Ho.Go}} + \frac{L_{PVC\ 250psi}}{a_{PVC\ 250psi}} + \frac{L_{PVC\ 160psi}}{a_{PVC\ 160psi}}$$

Ecuación 39 - Cálculo de Tiempo Total.

$$\sum \frac{L_i}{a_i} = 0.0055s + 2.0763s + 2.4987s = 4.5805s$$

Por lo tanto, la celeridad en la línea de impelencia es:

$$a = \frac{L}{\sum \frac{L_i}{a_i}}$$

Ecuación 40 - Celeridad en la Línea de Impelencia.

$$a = \frac{1,733.23}{4.5805} = 378.3932m/s$$

### 3.8.11.3 Cálculo de tiempo de parada (Tc)

Utilizando la expresión propuesta por Mendiluce:

$$T_c = C + \frac{K \times L \times v}{g \times H_m}$$

Ecuación 41 - Tiempo de parada de Mendiluce.

Donde:

L: Longitud de la conducción en metros.

v: Velocidad de régimen del agua en m/s.

g: Aceleración de la gravedad, 9.81 m<sup>2</sup>/s.

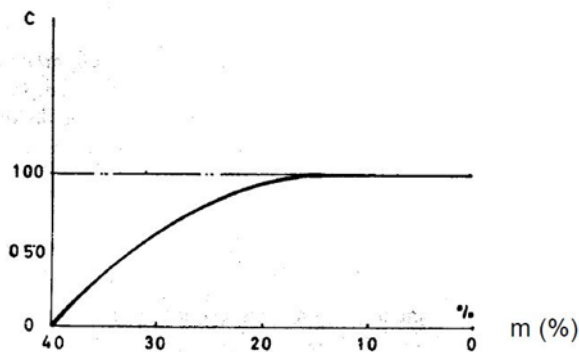
$H_m$ : Altura manométrica proporcionada por el grupo de bombeo en metros.

$$H_m = H_g + h_t$$

C y K: Coeficientes de ajuste empíricos

### 3.8.11.3.1 Determinación del coeficiente "C"

Para determinar el valor del coeficiente "C", se deben de considerar los criterios que se indican en la siguiente imagen:



$$\frac{H_m}{L} < 0.20 \rightarrow C = 1$$

$$\frac{H_m}{L} \geq 0.40 \rightarrow C = 0$$

$$\frac{H_m}{L} \approx 0.30 \rightarrow C = 0.60$$

### Valores del coeficiente C según Mendiluce

Ilustración 41 - Valores del Coeficiente C según Mendiluce.

Se calcula la pendiente hidráulica (m) con la siguiente expresión:

$$m = \frac{H_m}{L}$$

Ecuación 42 - Pendiente Hidráulica.

Donde:

$H_m$ : Altura manométrica proporcionada por el grupo de bombeo en metros.

L: Longitud de la conducción en metros.

Sustituyendo valores:

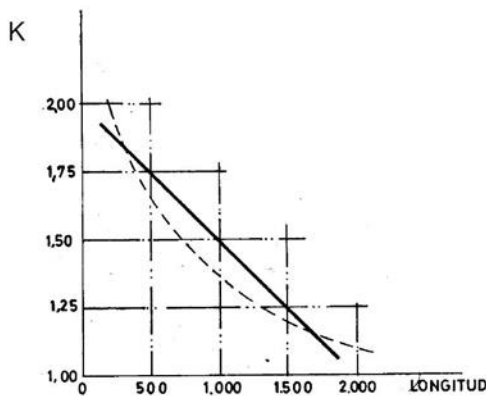
$$m = \frac{189.06m}{1,733.23m} = 0.1091$$

Como  $m < 0.20$ :  $C = 1$

### 3.8.11.3.2 Determinación del coeficiente “K”

Para determinar el valor del coeficiente “K”, se deben de considerar los criterios que se indican en la siguiente imagen:

#### **Valores del coeficiente K según Mendiluce**



L	K
L < 500	2
L ≈ 500	1.75
500 < L < 1500	1.5
L ≈ 1500	1.25
L > 1500	1

Ilustración 42 - Valores del Coeficiente K según Mendiluce.

Como la longitud de la tubería es mayor que 1,500 el valor de K es 1.

Sustituyendo los valores para  $T_c$ :

$$T_c = 1 + \frac{1 \times 1,733.23 \times 0.949}{9.81 \times 189.06} = 1.89s$$



### 3.8.11.4 Tiempo de cierre

La teoría indica que:

$$T_c < \frac{2 \times L}{a} : \text{Cierre rápido}$$

$$T_c > \frac{2 \times L}{a} : \text{Cierre lento}$$

El tiempo que tarda la onda de presión en dar una oscilación completa es:

$$\frac{2 \times L}{a} = \frac{2 \times 1,733.23}{378.3932} = 9.16s$$

Como:

$$T_c < \frac{2 \times L}{a} : \text{Cierre rápido}$$

Por lo tanto, se producirá un tipo de **cierre rápido**.

#### 3.8.11.4.1 Longitud crítica (Lc) y tipo de impulsión

Para el cálculo de la longitud crítica se utiliza la siguiente expresión:

$$L_c = \frac{a \times T_c}{2}$$

Ecuación 43 - Longitud Crítica.

Donde:

a = Celeridad en m/s.

Tc = Tiempo de cierre en segundos.

Sustituyendo:

$$L_c = \frac{378.3932 \times 1.89}{2} = 357.58 \text{ m}$$

La teoría indica que si  $L < L_c$  el tipo de impulsión es corta y si  $L > L_c$  el tipo de impulsión es larga.

Como:  $L > L_c$

Por lo tanto, se producirá una impulsión larga.

### 3.8.11.5 Cálculo de la sobrepresión producida por el golpe de ariete

Conociendo que se tiene un cierre del sistema rápido e impulsión larga, el cálculo de la sobrepresión se debe de realizar con la expresión planteada por Allievi:

$$\Delta H = \frac{a \times v}{g}$$

Ecuación 44 - Sobrepresión según Allievi.

Donde:

a = Celeridad en m/s.

v = velocidad en m/s

g = aceleración de la gravedad en  $m/s^2$

Sustituyendo:

$$\Delta H = \frac{378.3932 \times 0.949}{9.81}$$

$$\Delta H = 36.60m$$

### 3.8.11.6 Ubicación de punto crítico

Se presenta el siguiente esquema para referencia de los términos que participan en el cálculo del golpe de ariete.

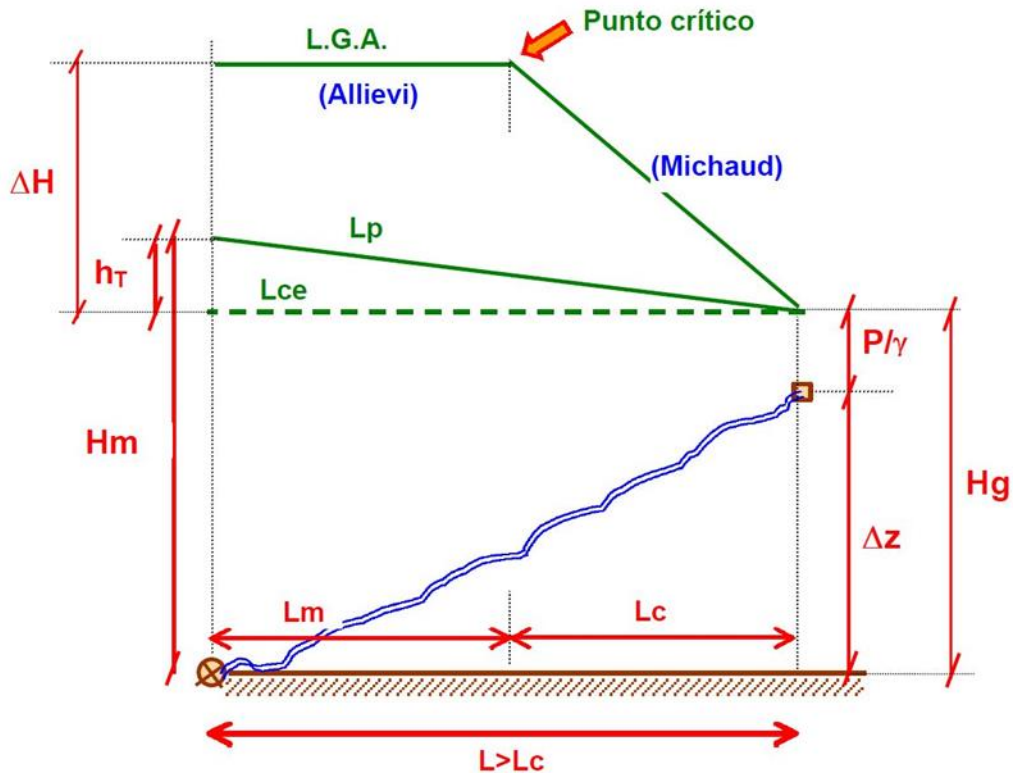


Ilustración 43 - Propiedades que participan en el Golpe de Ariete.

#### 3.8.11.6.1 Carga total por golpe de ariete (H total)

A partir del esquema anterior se plantea la siguiente expresión:

$$H_{total} = (H_m - h_t) + \Delta H$$

Ecuación 45 - Carga Total por Golpe de Ariete.

Donde:

$H_m$  = Altura manométrica proporcionada por el grupo de bombeo en metros.

$h_t$  = Diferencia entre cota piezométrica en la bomba y en el tanque, en metros.

$\Delta H$  = Sobrepresión por golpe de ariete en metros.

Sustituyendo:

$$H_{total} = (189.06m - (815.97 m - 758.55m)) + 36.60m = 168.24m$$

### 3.8.11.6.2 Cota de punto crítico

Para obtener la cota del punto crítico se suma a la elevación de la bomba la carga total por golpe de ariete (H total):

$$Cota\ punto\ crítico = 626.91m + 168.24m = 795.15\ m$$

### 3.8.11.6.3 Estacionamiento de punto crítico

Para obtener el estacionamiento del punto crítico se resta a la longitud total del alineamiento la longitud crítica (Lc):

$$Estacionamiento\ punto\ crítico = 1,733.23m - 357.58m = 1,375.65m$$

A continuación, se presenta la tabla de cotas y estacionamientos de la línea piezométrica y golpe de ariete. La columna con el encabezado "Elevación" indica la elevación a la que se encuentra el nodo. La columna con el encabezado "Presión" indica el valor de la carga hidráulica que está afectando a nodo. La columna con el encabezado "Línea Piezométrica" indica la cota resultante de sumar las columnas "Elevación" y "Presión". La columna con el encabezado "Sobrecarga" indica la presión adicional que experimenta la tubería debido al fenómeno de golpe de ariete, valores iguales a cero indica que la línea de golpe de ariete se encuentra por debajo de la línea piezométrica por lo que la Línea de Impelencia no experimentaría ninguna sobre presión. La columna con el encabezado "Golpe de ariete" indica la cota resultante de sumar las columnas "Línea Piezométrica" y "Sobrepresión", para los casos en las que la sobrepresión es cero la cota de golpe de ariete es igual a 795.15m. La última columna con el encabezado "Presión Total" indica la máxima presión a la que la Línea de Impelencia estaría siendo exigida y este valor es el

resultante de sumar las columnas “Presión” y “Sobrepresión”. Los valores de esta “Presión Total” son los que se deben de comparar con la “Capacidad” de la tubería.

Al comparar la capacidad de los materiales versus la presión total, debido a la Línea Piezométrica o el Golpe de Ariete, se puede apreciar que los materiales seleccionados para cada segmento de la Línea de Impelencia suplen las exigencias del sistema (Ver planos “PERFIL LI-1” a “PERFIL LI-4” en anexo 8).

Nodo	Material	Cap. [psi]	Cap. [mca]	Est. [m]	Elev. [m]	Presión [mca]	Línea Piezométrica [m]	Sobre presión [mca]	Golpe de Ariete [m]	Presión Total [mca]
Bomba				0.00	626.91	189.06	815.97	0.00	795.15	189.06
NI - 1	Ho.Go	725	510.4	0.04	657.22	156.59	813.82	0.00	795.15	156.59
NI - 2	Ho.Go	725	510.4	4.15	657.19	155.46	812.65	0.00	795.15	155.46
NI - 3	Ho.Go	725	510.4	6.59	654.78	157.71	812.49	0.00	795.15	157.71
NI - 4	PVC	250	176	11.85	654.76	157.51	812.27	0.00	795.15	157.51
NI - 5	PVC	250	176	23.80	654.78	156.87	811.65	0.00	795.15	156.87
NI - 6	PVC	250	176	27.58	654.96	156.56	811.53	0.00	795.15	156.56
NI - 7	PVC	250	176	68.27	656.92	153.29	810.21	0.00	795.15	153.29
NI - 8	PVC	250	176	82.37	658.34	151.40	809.74	0.00	795.15	151.40
NI - 9	PVC	250	176	91.80	660.05	149.16	809.21	0.00	795.15	149.16
NI - 10	PVC	250	176	108.00	661.56	147.12	808.69	0.00	795.15	147.12
NI - 11	PVC	250	176	113.12	661.91	146.61	808.52	0.00	795.15	146.61
NI - 12	PVC	250	176	127.04	662.85	145.21	808.06	0.00	795.15	145.21
NI - 13	PVC	250	176	134.26	663.54	144.28	807.83	0.00	795.15	144.28
NI - 14	PVC	250	176	138.09	663.94	143.75	807.70	0.00	795.15	143.75
NI - 15	PVC	250	176	149.09	665.16	142.18	807.34	0.00	795.15	142.18
NI - 16	PVC	250	176	167.36	666.90	139.85	806.74	0.00	795.15	139.85
NI - 17	PVC	250	176	177.90	667.65	138.74	806.39	0.00	795.15	138.74
NI - 18	PVC	250	176	186.18	668.07	138.05	806.12	0.00	795.15	138.05
NI - 19	PVC	250	176	193.52	668.45	137.43	805.88	0.00	795.15	137.43
NI - 20	PVC	250	176	201.06	668.84	136.79	805.63	0.00	795.15	136.79
NI - 21	PVC	250	176	212.99	669.74	135.51	805.24	0.00	795.15	135.51
NI - 22	PVC	250	176	218.88	670.39	134.66	805.05	0.00	795.15	134.66
NI - 23	PVC	250	176	222.26	670.78	134.16	804.94	0.00	795.15	134.16
NI - 24	PVC	250	176	225.30	671.13	133.70	804.83	0.00	795.15	133.70
NI - 25	PVC	250	176	239.35	672.77	131.61	804.38	0.00	795.15	131.61
NI - 26	PVC	250	176	260.92	674.33	129.35	803.68	0.00	795.15	129.35

Nodo	Material	Cap. [psi]	Cap. [mca]	Est. [m]	Elev. [m]	Presión [mca]	Línea Piezométrica [m]	Sobre presión [mca]	Golpe de Ariete [m]	Presión Total [mca]
NI - 27	PVC	250	176	265.41	674.56	128.96	803.52	0.00	795.15	128.96
NI - 28	PVC	250	176	272.87	674.97	128.30	803.27	0.00	795.15	128.30
NI - 29	PVC	250	176	278.66	675.34	127.75	803.08	0.00	795.15	127.75
NI - 30	PVC	250	176	285.54	675.72	127.14	802.86	0.00	795.15	127.14
NI - 31	PVC	250	176	289.58	675.98	126.74	802.72	0.00	795.15	126.74
NI - 32	PVC	250	176	293.48	676.12	126.48	802.59	0.00	795.15	126.48
NI - 33	PVC	250	176	301.31	676.44	125.89	802.34	0.00	795.15	125.89
NI - 34	PVC	250	176	304.17	676.53	125.71	802.24	0.00	795.15	125.71
NI - 35	PVC	250	176	311.30	676.82	125.18	802.01	0.00	795.15	125.18
NI - 36	PVC	250	176	314.13	676.78	125.13	801.91	0.00	795.15	125.13
NI - 37	PVC	250	176	321.29	677.37	124.31	801.68	0.00	795.15	124.31
NI - 38	PVC	250	176	324.92	677.55	124.00	801.56	0.00	795.15	124.00
NI - 39	PVC	250	176	344.63	678.66	122.25	800.91	0.00	795.15	122.25
NI - 40	PVC	250	176	348.48	678.84	121.95	800.79	0.00	795.15	121.95
NI - 41	PVC	250	176	362.28	679.51	120.83	800.34	0.00	795.15	120.83
NI - 42	PVC	250	176	366.48	679.65	120.55	800.20	0.00	795.15	120.55
NI - 43	PVC	250	176	372.98	679.91	120.07	799.98	0.00	795.15	120.07
NI - 44	PVC	250	176	379.78	680.12	119.64	799.76	0.00	795.15	119.64
NI - 45	PVC	250	176	389.49	680.51	118.93	799.44	0.00	795.15	118.93
NI - 46	PVC	250	176	397.03	680.76	118.43	799.19	0.00	795.15	118.43
NI - 47	PVC	250	176	409.86	681.32	117.46	798.78	0.00	795.15	117.46
NI - 48	PVC	250	176	415.69	681.49	117.09	798.58	0.00	795.15	117.09
NI - 49	PVC	250	176	430.42	681.67	116.43	798.10	0.00	795.15	116.43
NI - 50	PVC	250	176	447.27	681.78	115.77	797.56	0.00	795.15	115.77
NI - 51	PVC	250	176	455.40	681.84	115.45	797.29	0.00	795.15	115.45
NI - 52	PVC	250	176	479.82	682.05	114.44	796.50	0.00	795.15	114.44
NI - 53	PVC	250	176	485.27	682.10	114.21	796.32	0.00	795.15	114.21
NI - 54	PVC	250	176	498.02	682.29	113.61	795.90	0.00	795.15	113.61
NI - 55	PVC	250	176	505.34	682.38	113.28	795.66	0.00	795.15	113.28
NI - 56	PVC	250	176	513.14	682.51	112.89	795.40	0.00	795.15	112.89
NI - 57	PVC	250	176	520.25	682.64	112.53	795.17	0.00	795.15	112.53
NI - 58	PVC	250	176	529.20	682.81	112.07	794.88	0.27	795.15	112.34
NI - 59	PVC	250	176	535.05	682.94	111.75	794.68	0.47	795.15	112.21
NI - 60	PVC	250	176	545.66	683.24	111.10	794.34	0.81	795.15	111.91
NI - 61	PVC	250	176	553.20	683.36	110.73	794.09	1.06	795.15	111.79

Nodo	Material	Cap. [psi]	Cap. [mca]	Est. [m]	Elev. [m]	Presión [mca]	Línea Piezométrica [m]	Sobre presión [mca]	Golpe de Ariete [m]	Presión Total [mca]
NI – 62	PVC	250	176	576.58	683.09	110.23	793.32	1.83	795.15	112.06
NI – 63	PVC	250	176	590.51	682.85	110.02	792.87	2.28	795.15	112.31
NI – 64	PVC	250	176	600.84	682.72	109.65	792.37	2.78	795.15	112.43
NI – 65	PVC	250	176	607.63	682.75	109.24	791.98	3.17	795.15	112.41
NI – 66	PVC	250	176	613.73	683.07	108.71	791.78	3.37	795.15	112.08
NI – 67	PVC	250	176	617.48	683.34	108.32	791.66	3.49	795.15	111.81
NI – 68	PVC	250	176	645.67	686.37	104.37	790.74	4.41	795.15	108.78
NI – 69	PVC	250	176	651.54	687.18	103.36	790.55	4.60	795.15	107.97
NI – 70	PVC	250	176	657.39	687.81	102.54	790.35	4.80	795.15	107.34
NI – 71	PVC	250	176	672.22	689.31	100.56	789.87	5.28	795.15	105.84
NI – 72	PVC	250	176	682.79	689.80	99.72	789.53	5.62	795.15	105.35
NI – 73	PVC	250	176	690.98	689.84	99.38	789.23	5.92	795.15	105.31
NI – 74	PVC	250	176	701.26	690.30	98.43	788.73	6.42	795.15	104.85
NI – 75	PVC	250	176	722.36	690.13	97.88	788.01	7.14	795.15	105.02
NI – 76	PVC	250	176	727.78	690.03	97.80	787.83	7.32	795.15	105.12
NI – 77	PVC	250	176	737.20	689.93	97.60	787.53	7.62	795.15	105.23
NI – 78	PVC	250	176	744.74	689.90	97.22	787.12	8.03	795.15	105.25
NI – 79	PVC	250	176	753.02	689.92	96.92	786.84	8.31	795.15	105.23
NI – 80	PVC	250	176	758.42	689.94	96.73	786.67	8.48	795.15	105.21
NI – 81	PVC	250	176	763.90	690.00	96.49	786.49	8.66	795.15	105.15
NI – 82	PVC	250	176	773.31	690.24	95.94	786.18	8.97	795.15	104.91
NI – 83	PVC	250	176	782.13	690.53	95.36	785.89	9.26	795.15	104.62
NI – 84	PVC	250	176	791.97	691.11	94.46	785.57	9.58	795.15	104.04
NI – 85	PVC	250	176	840.88	694.98	88.84	783.82	11.33	795.15	100.17
NI – 86	PVC	250	176	871.76	696.49	86.32	782.81	12.34	795.15	98.66
NI – 87	PVC	250	176	876.28	696.71	85.95	782.66	12.49	795.15	98.44
NI – 88	PVC	250	176	885.85	697.22	85.12	782.34	12.81	795.15	97.93
NI – 89	PVC	160	112.64	891.54	697.53	84.66	782.19	12.96	795.15	97.62
NI – 90	PVC	160	112.64	899.91	698.07	83.91	781.97	13.18	795.15	97.08
NI – 91	PVC	160	112.64	905.71	698.54	83.28	781.82	13.33	795.15	96.61
NI – 92	PVC	160	112.64	910.59	698.87	82.82	781.69	13.46	795.15	96.28
NI – 93	PVC	160	112.64	923.95	699.48	81.86	781.34	13.81	795.15	95.67
NI – 94	PVC	160	112.64	933.57	700.20	80.88	781.09	14.06	795.15	94.95
NI – 95	PVC	160	112.64	946.70	700.66	80.07	780.74	14.41	795.15	94.49
NI – 96	PVC	160	112.64	990.00	703.44	76.16	779.61	15.54	795.15	91.71

Nodo	Material	Cap. [psi]	Cap. [mca]	Est. [m]	Elev. [m]	Presión [mca]	Línea Piezométrica [m]	Sobre presión [mca]	Golpe de Ariete [m]	Presión Total [mca]
NI – 97	PVC	160	112.64	1,030.44	706.00	72.56	778.56	16.59	795.15	89.15
NI – 98	PVC	160	112.64	1,045.09	707.24	70.94	778.17	16.98	795.15	87.92
NI – 99	PVC	160	112.64	1,053.46	708.06	69.90	777.96	17.19	795.15	87.09
NI – 100	PVC	160	112.64	1,056.34	708.39	69.48	777.88	17.27	795.15	86.76
NI – 101	PVC	160	112.64	1,091.00	711.57	65.41	776.98	18.17	795.15	83.58
NI – 102	PVC	160	112.64	1,113.68	711.99	64.26	776.25	18.90	795.15	83.16
NI – 103	PVC	160	112.64	1,143.82	710.98	64.43	775.41	19.74	795.15	84.17
NI – 104	PVC	160	112.64	1,155.41	710.36	64.75	775.11	20.04	795.15	84.79
NI – 105	PVC	160	112.64	1,159.66	710.04	64.95	774.99	20.16	795.15	85.12
NI – 106	PVC	160	112.64	1,166.57	709.39	65.41	774.80	20.35	795.15	85.76
NI – 107	PVC	160	112.64	1,172.38	708.77	65.88	774.65	20.50	795.15	86.38
NI – 108	PVC	160	112.64	1,177.12	708.30	66.22	774.52	20.63	795.15	86.85
NI – 109	PVC	160	112.64	1,180.65	707.87	66.56	774.43	20.72	795.15	87.28
NI – 110	PVC	160	112.64	1,186.50	707.23	67.04	774.27	20.88	795.15	87.92
NI – 111	PVC	160	112.64	1,190.28	707.10	67.07	774.17	20.98	795.15	88.05
NI – 112	PVC	160	112.64	1,194.70	707.02	67.04	774.05	21.10	795.15	88.13
NI – 113	PVC	160	112.64	1,205.64	706.84	66.93	773.77	21.38	795.15	88.31
NI – 114	PVC	160	112.64	1,212.26	706.73	66.86	773.59	21.56	795.15	88.42
NI – 115	PVC	160	112.64	1,217.44	706.69	66.76	773.45	21.70	795.15	88.46
NI – 116	PVC	160	112.64	1,225.12	706.51	66.74	773.25	21.90	795.15	88.64
NI – 117	PVC	160	112.64	1,234.01	706.40	66.48	772.88	22.27	795.15	88.75
NI – 118	PVC	160	112.64	1,238.62	706.54	66.05	772.60	22.55	795.15	88.61
NI – 119	PVC	160	112.64	1,243.10	706.74	65.74	772.47	22.68	795.15	88.41
NI – 120	PVC	160	112.64	1,251.47	707.47	64.78	772.25	22.90	795.15	87.68
NI – 121	PVC	160	112.64	1,254.60	707.87	64.30	772.17	22.98	795.15	87.28
NI – 122	PVC	160	112.64	1,261.68	708.78	63.21	771.98	23.17	795.15	86.38
NI – 123	PVC	160	112.64	1,276.29	711.09	60.51	771.60	23.55	795.15	84.06
NI – 124	PVC	160	112.64	1,279.67	711.68	59.83	771.51	23.64	795.15	83.47
NI – 125	PVC	160	112.64	1,282.57	712.17	59.26	771.43	23.72	795.15	82.98
NI – 126	PVC	160	112.64	1,291.14	713.68	57.53	771.21	23.94	795.15	81.47
NI – 127	PVC	160	112.64	1,299.93	715.07	55.76	770.83	24.32	795.15	80.08
NI – 128	PVC	160	112.64	1,304.03	715.40	55.19	770.59	24.56	795.15	79.75
NI – 129	PVC	160	112.64	1,309.82	715.71	54.72	770.44	24.71	795.15	79.44
NI – 130	PVC	160	112.64	1,322.59	715.89	54.21	770.10	25.05	795.15	79.26
NI – 131	PVC	160	112.64	1,328.35	716.03	53.91	769.94	25.21	795.15	79.12



Nodo	Material	Cap. [psi]	Cap. [mca]	Est. [m]	Elev. [m]	Presión [mca]	Línea Piezométrica [m]	Sobre presión [mca]	Golpe de Ariete [m]	Presión Total [mca]
NI – 132	PVC	160	112.64	1,335.10	716.22	53.55	769.77	25.38	795.15	78.93
NI – 133	PVC	160	112.64	1,345.25	716.59	52.91	769.50	25.65	795.15	78.56
NI – 134	PVC	160	112.64	1,349.24	716.77	52.63	769.40	25.75	795.15	78.38
NI – 135	PVC	160	112.64	1,352.58	716.92	52.39	769.31	25.84	795.15	78.23
NI – 136	PVC	160	112.64	1,367.56	717.81	51.10	768.92	26.23	795.15	77.34
NI – 137	PVC	160	112.64	1,390.01	720.07	48.26	768.33	26.82	795.15	75.08
NI – 138	PVC	160	112.64	1,400.66	721.43	46.63	768.05	25.96	794.01	72.59
NI – 139	PVC	160	112.64	1,407.89	722.29	45.57	767.86	25.38	793.24	70.95
NI – 140	PVC	160	112.64	1,427.03	724.22	43.14	767.36	23.84	791.20	66.98
NI – 141	PVC	160	112.64	1,429.46	724.43	42.87	767.29	23.65	790.94	66.52
NI – 142	PVC	160	112.64	1,465.32	727.02	39.34	766.36	20.76	787.12	60.10
NI – 143	PVC	160	112.64	1,483.54	727.72	38.17	765.89	19.29	785.18	57.45
NI – 144	PVC	160	112.64	1,495.10	728.35	37.24	765.59	18.36	783.94	55.60
NI – 145	PVC	160	112.64	1,497.65	728.50	37.02	765.52	18.15	783.67	55.17
NI – 146	PVC	160	112.64	1,505.27	729.06	36.26	765.32	17.54	782.86	53.80
NI – 147	PVC	160	112.64	1,525.93	731.80	32.98	764.78	15.88	780.66	48.86
NI – 148	PVC	160	112.64	1,532.61	732.70	31.89	764.60	15.35	779.94	47.24
NI – 149	PVC	160	112.64	1,539.35	733.39	31.03	764.41	14.81	779.22	45.84
NI – 150	PVC	160	112.64	1,553.10	734.78	29.27	764.06	13.70	777.76	42.98
NI – 151	PVC	160	112.64	1,566.76	736.89	26.81	763.70	12.60	776.30	39.41
NI – 152	PVC	160	112.64	1,572.02	738.01	25.54	763.55	12.19	775.74	37.73
NI – 153	PVC	160	112.64	1,577.31	739.16	24.26	763.41	11.76	775.18	36.02
NI – 154	PVC	160	112.64	1,582.58	740.28	22.99	763.27	11.34	774.61	34.33
NI – 155	PVC	160	112.64	1,593.76	742.48	20.50	762.98	10.44	773.42	30.94
NI – 156	PVC	160	112.64	1,595.87	742.66	20.27	762.92	10.27	773.20	30.54
NI – 157	PVC	160	112.64	1,609.94	743.42	19.00	762.42	9.28	771.70	28.28
NI – 158	PVC	160	112.64	1,626.93	743.10	18.74	761.84	8.04	769.89	26.78
NI – 159	PVC	160	112.64	1,633.67	743.32	18.35	761.67	7.50	769.17	25.85
NI – 160	PVC	160	112.64	1,641.30	743.51	17.95	761.47	6.89	768.35	24.84
NI – 161	PVC	160	112.64	1,648.63	744.12	17.16	761.27	6.30	767.57	23.46
NI – 162	PVC	160	112.64	1,650.73	744.35	16.86	761.22	6.13	767.35	23.00
NI – 163	PVC	160	112.64	1,657.74	745.12	15.92	761.03	5.57	766.60	21.48
NI – 164	PVC	160	112.64	1,664.16	745.74	15.13	760.86	5.05	765.92	20.18
NI – 165	PVC	160	112.64	1,668.79	746.21	14.53	760.74	4.68	765.42	19.21
NI – 166	PVC	160	112.64	1,671.71	746.55	14.11	760.66	4.45	765.11	18.56

Nodo	Material	Cap. [psi]	Cap. [mca]	Est. [m]	Elev. [m]	Presión [mca]	Línea Piezométrica [m]	Sobre presión [mca]	Golpe de Ariete [m]	Presión Total [mca]
NI – 167	PVC	160	112.64	1,681.53	747.83	12.58	760.40	3.66	764.06	16.23
NI – 168	PVC	160	112.64	1,683.53	748.15	12.21	760.35	3.50	763.85	15.70
NI – 169	PVC	160	112.64	1,692.81	749.77	10.34	760.11	2.75	762.86	13.09
NI – 170	PVC	160	112.64	1,697.20	750.45	9.54	759.99	2.40	762.39	11.95
NI – 171	PVC	160	112.64	1,722.19	755.48	3.72	759.20	0.52	759.73	4.25
NI – 172	PVC	160	112.64	1,732.57	755.48	3.39	758.87	0.00	758.62	3.39
NI – 174	PVC	160	112.64	1,733.23	758.55	0.00	758.55	0.00	758.55	0.00

Tabla 23 - Resultados de Presión por Golpe de Ariete.

### 3.9 Subestación e instalaciones eléctricas

#### 3.9.1 Instalaciones eléctricas de motores

##### 3.9.1.1 Cálculo del conductor alimentador

Se calcula a partir de la siguiente formula:

$$I = 1.25 * I_{pc}(\text{motor mayor}) + \sum I_{pc}(\text{otros motores})$$

Ecuación 46 - Cálculo del conductor alimentador.

Dónde:

I = Corriente para seleccionar la capacidad del conductor

I<sub>pc</sub> = Corriente a plena carga (nominal) = 13.3 Amp

∑I<sub>pc</sub> = Suma de las corrientes a plena carga (nominal) de varios motores

$$I = 1.25 * 13.3 A + 0 A$$

$$I = 16.6 \text{ Amperios}$$

### 3.9.1.2 Protección principal del alimentador de la planta de bombeo

Para proteger al conductor de sobrecargas se necesita calcular una corriente para seleccionar una protección principal del alimentador:

Utilizando la fórmula:

$$I = 2.50 * I_{pc}(\text{motor mayor}) + \sum I_{pc}(\text{otros motores})$$

Ecuación 47 - Protección Principal del Alimentador de la Planta de Bombeo.

Donde:

I = Corriente para seleccionar la protección principal del alimentador.

$I_{pc}$  = Corriente a plena carga. = 13.3 Amp.

$\sum I_{pc}$  = Suma de las corrientes a plena carga (nominales) de varios motores. = 0 Amp

$$I = 2.50 * 13.3 \text{ Amp} + 0 \text{ Amp}$$

$$I = 33.25 \text{ Amp}$$

### 3.9.1.3 Circuitos derivados

Para conocer el calibre del conductor del circuito derivado se necesita calcular la corriente con una sobrecarga de 25%, así:

Utilizando la fórmula:

$$I = 1.25 * I_{pc}$$

Ecuación 48 - Cálculo de circuitos derivados.

Dónde:

I = Corriente para seleccionar el conductor del circuito derivado.

$I_{pc}$  = Corriente a plena carga (nominal) del motor. = 13.3 Amp

$$I = 1.25 * 13.3 \text{ Amp}$$

$$I = 16.63 \text{ amp}$$

#### **3.9.1.4 Protección del circuito derivado**

La protección del circuito derivado se hace por medio del interruptor termomagnético y se debe calcular para una corriente que puede ser la corriente de arranque o de corto circuito. Esas protecciones se calculan para una sobrecarga mínima de 60%, de manera que el interruptor termomagnético se calcula con una corriente. (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), 2014)

Utilizando la fórmula:

$$I = 1.60 * I_{pc}$$

Ecuación 49 - Protección del Circuito Derivado.

Dónde:

I = Corriente de protección del circuito derivado.

I<sub>pc</sub> = Corriente a plena carga (nominal) del motor. = 13.3 amp

$$I = 1.60 * 13.3 \text{ amp}$$

$$I = 21.3 \text{ amp}$$

Deberá de usar un disyuntor termomagnético de 25 amperios de 3 polos.

#### **3.9.1.5 Protección del motor**

Para proteger de sobrecargas el motor se permite una sobrecarga de 15%, calculando así una corriente 15% mayor que la corriente nominal.

Utilizando la fórmula:

$$I = 1.15 * I_{pc}$$

Ecuación 50 - Cálculo de Protección del Motor.

Dónde:

I = Corriente de protección del motor.

I<sub>pc</sub> = Corriente a plena carga del motor. = 13.3 amp

$$I = 1.15 * 13.3 \text{ amp}$$

$$I = 15.3 \text{ amp}$$

Por lo tanto, se recomienda usar un relé de sobrecarga de 15-23 amperios.

### 3.9.2 Determinación de la capacidad de la subestación

Se deberá usar una estación con dos transformadores de 15 KVA (30 KVA), voltaje primario 7.6/13.2 KV, voltaje secundario 240/480 V.

### 3.9.3 Cálculo de la corriente de subestación a estación de bombeo

La corriente trifásica que puede entregar esta subestación es:

$$I_{3\phi} = \frac{S}{\sqrt{3} \times V}$$

Ecuación 51 - Corriente que puede entregar la Subestación Eléctrica.

Donde:

S = Potencia total de la subestación en KVA = 30 KVA

V = Voltaje en secundario: 480 voltios

$\sqrt{3}$  = Constante

$$I_{3\phi} = \frac{30000}{\sqrt{3} \times 480}$$

$$I_{3\phi} = 36.1 \text{ amp}$$

### **3.10 Diseño de red de distribución**

#### **3.10.1 Escenario: “Análisis del sistema (red de distribución)”**

##### **3.10.1.1 Asignación de las demandas nodales**

###### **3.10.1.1.1 Caudal de consumo por acometidas**

El caudal que se utilizará para el diseño de la red de distribución es de 2.95 l/s, del cual la acometida de la escuela demanda un caudal de 0.176 l/s quedando 2.774 l/s que se distribuyen equitativamente entre las 215 acometidas domiciliarias del proyecto. Por lo que:

$$Acometida\ Domicilar = \frac{2.774\ l/s}{215} = 0.012891\ l/s$$

###### **3.10.1.1.2 ArcGIS**

Se realiza la asignación de demandas nodales de manera automática, para lo cual se hace uso del software ArcGIS como una herramienta auxiliar. A continuación, se detalla el procedimiento:

- Se deben importar los puntos obtenidos del levantamiento topográfico que contengan únicamente las acometidas domiciliarias y la acometida de la escuela. Estos puntos deben de estar en archivos separados y en formato DXF.
- Al haberse importado los puntos debe a parecer dos capas en la tabla de contenido. Una capa para las acometidas domiciliarias y una capa para la acometida de la escuela.
- Se convierten estos elementos a formato “Shapefile”. Y se agregan las capas respectivas a la tabla de contenido.
- Se desactivan las capas que no estén en formato “Shapefile”
- Se define el sistema de coordenadas para cada capa. Para este proyecto se utiliza las proyecciones Lambert SIRGAS.

En la siguiente imagen se presenta una vista general de los dos archivos tipo shape creados. Se puede distinguir la acometida escolar resaltada en color rojo.

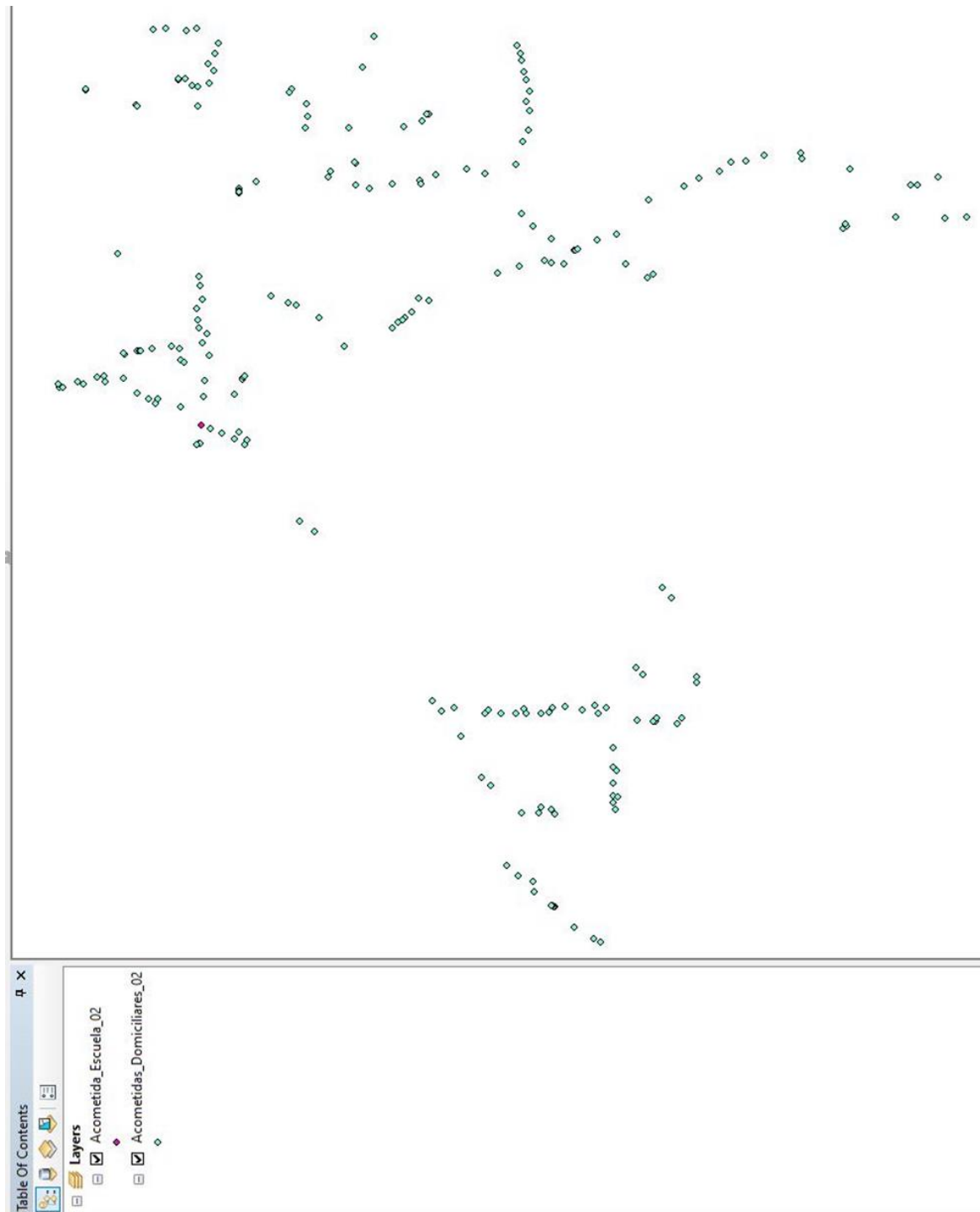


Ilustración 44 - Vista General de Acometidas Domiciliares y Acometida Escolar de archivo tipo Shape en ArcGIS.

- Para las acometidas domiciliarias se debe agregar un campo para cada punto en la tabla de atributo que represente el caudal para las acometidas.
  - Este nuevo campo se nombra como “Qhmax-domestico”.
  - Por medio de la opción “Calculadora de campo” se asigna el valor de 0.0129 l/s. En la siguiente imagen se muestra la introducción del caudal correspondiente para una acometida domiciliar.

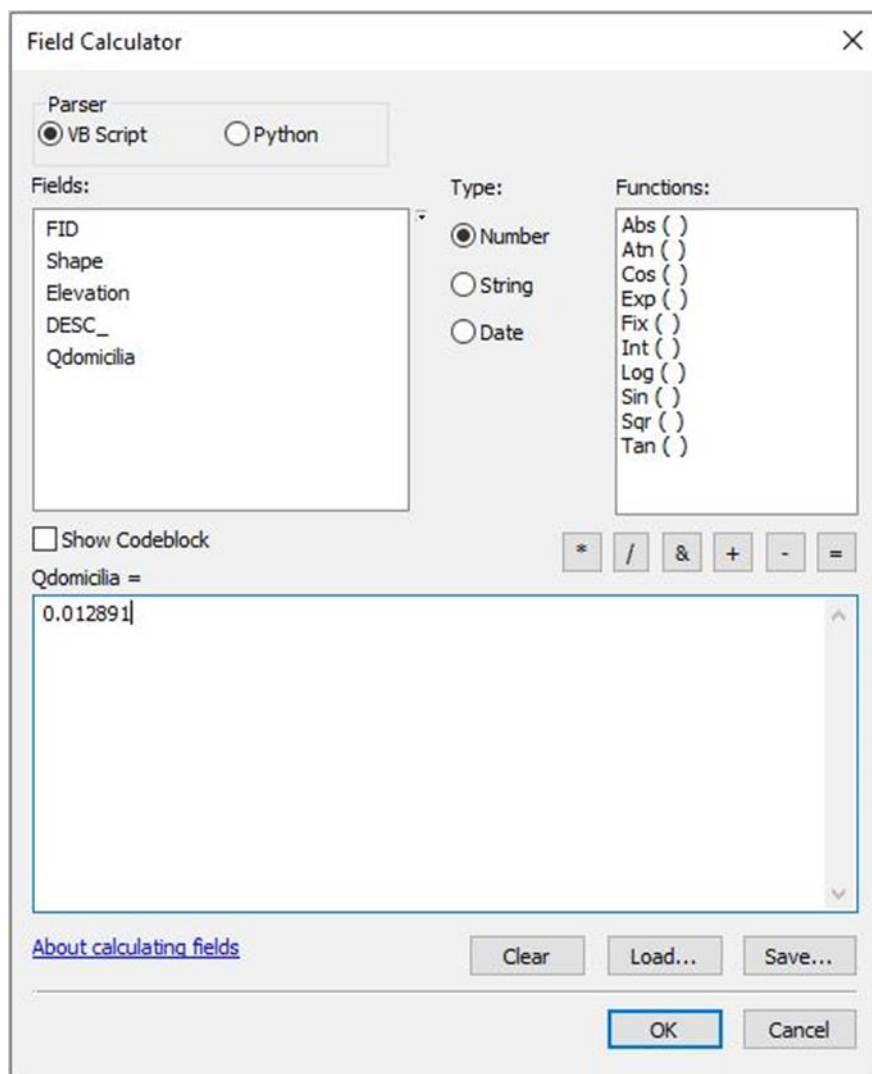


Ilustración 45 - Ventana en ArcGIS para la Introducción de Valor de Caudal de Acometida Domiciliar.



En las siguientes imágenes se muestra la tabla de atributos con las 215 acometidas domiciliarias con su correspondiente caudal

FID	Shape	Elevation	DESC_	Qhmax_domestico
0	Point ZM	698.13	ACOMETIDA	0.012891
1	Point ZM	728.226	ACOMETIDA	0.012891
2	Point ZM	696.682	ACOMETIDA	0.012891
3	Point ZM	724.189	ACOMETIDA	0.012891
4	Point ZM	698.671	ACOMETIDA	0.012891
5	Point ZM	697.227	ACOMETIDA	0.012891
6	Point ZM	690.388	ACOMETIDA	0.012891
7	Point ZM	697.851	ACOMETIDA	0.012891
8	Point ZM	715.111	ACOMETIDA	0.012891
9	Point ZM	705.104	ACOMETIDA	0.012891
10	Point ZM	698.297	ACOMETIDA	0.012891
11	Point ZM	725.32	ACOMETIDA	0.012891
12	Point ZM	699.125	ACOMETIDA	0.012891
13	Point ZM	719.209	ACOMETIDA	0.012891
14	Point ZM	716.284	ACOMETIDA	0.012891
15	Point ZM	731.692	ACOMETIDA	0.012891
16	Point ZM	679.214	ACOMETIDA	0.012891
17	Point ZM	702.455	ACOMETIDA	0.012891
18	Point ZM	706.649	ACOMETIDA	0.012891
19	Point ZM	706.935	ACOMETIDA	0.012891
20	Point ZM	708.254	ACOMETIDA	0.012891
21	Point ZM	660.686	ACOMETIDA	0.012891
22	Point ZM	714.41	ACOMETIDA	0.012891
23	Point ZM	709.339	ACOMETIDA	0.012891
24	Point ZM	714.752	ACOMETIDA	0.012891
25	Point ZM	714.492	ACOMETIDA	0.012891
26	Point ZM	714.131	ACOMETIDA	0.012891
27	Point ZM	714.498	ACOMETIDA	0.012891
28	Point ZM	715.265	ACOMETIDA	0.012891
29	Point ZM	714.577	ACOMETIDA	0.012891
30	Point ZM	730.171	ACOMETIDA	0.012891
31	Point ZM	717.981	ACOMETIDA	0.012891
32	Point ZM	730.19	ACOMETIDA	0.012891
33	Point ZM	731.563	ACOMETIDA	0.012891
34	Point ZM	715.573	ACOMETIDA	0.012891
35	Point ZM	731.018	ACOMETIDA	0.012891
36	Point ZM	715.932	ACOMETIDA	0.012891
37	Point ZM	653.424	ACOMETIDA	0.012891
38	Point ZM	730.482	ACOMETIDA	0.012891
39	Point ZM	729.257	ACOMETIDA	0.012891
40	Point ZM	717.824	ACOMETIDA	0.012891
41	Point ZM	728.72	ACOMETIDA	0.012891
42	Point ZM	717.825	ACOMETIDA	0.012891
43	Point ZM	713.817	ACOMETIDA	0.012891
44	Point ZM	728.783	ACOMETIDA	0.012891
45	Point ZM	713.236	ACOMETIDA	0.012891
46	Point ZM	725.805	ACOMETIDA	0.012891
47	Point ZM	723.714	ACOMETIDA	0.012891
48	Point ZM	725.145	ACOMETIDA	0.012891
49	Point ZM	725.262	ACOMETIDA	0.012891
50	Point ZM	725.089	ACOMETIDA	0.012891
51	Point ZM	716.706	ACOMETIDA	0.012891
52	Point ZM	724.677	ACOMETIDA	0.012891
53	Point ZM	716.711	ACOMETIDA	0.012891
54	Point ZM	721.435	ACOMETIDA	0.012891
55	Point ZM	713.703	ACOMETIDA	0.012891
56	Point ZM	713.44	ACOMETIDA	0.012891
57	Point ZM	718.835	ACOMETIDA	0.012891
58	Point ZM	670.545	ACOMETIDA	0.012891

Ilustración 46 - Tabla de Atributos de Caudal por Acometida Domiciliar en ArcGIS. 1/4

FID	Shape	Elevation	DESC_	Qhmax_domestico
59	Point ZM	713.136	ACOMETIDA	0.012891
60	Point ZM	713.995	ACOMETIDA	0.012891
61	Point ZM	716.364	ACOMETIDA	0.012891
62	Point ZM	716.17	ACOMETIDA	0.012891
63	Point ZM	718.836	ACOMETIDA	0.012891
64	Point ZM	717.45	ACOMETIDA	0.012891
65	Point ZM	715.517	ACOMETIDA	0.012891
66	Point ZM	716.725	ACOMETIDA	0.012891
67	Point ZM	718.46	ACOMETIDA	0.012891
68	Point ZM	718.752	ACOMETIDA	0.012891
69	Point ZM	717.08	ACOMETIDA	0.012891
70	Point ZM	714.308	ACOMETIDA	0.012891
71	Point ZM	700.242	ACOMETIDA	0.012891
72	Point ZM	713.176	ACOMETIDA	0.012891
73	Point ZM	720.015	ACOMETIDA	0.012891
74	Point ZM	720.475	ACOMETIDA	0.012891
75	Point ZM	725.082	ACOMETIDA	0.012891
76	Point ZM	674.157	ACOMETIDA	0.012891
77	Point ZM	724.763	ACOMETIDA	0.012891
78	Point ZM	724.892	ACOMETIDA	0.012891
79	Point ZM	723.301	ACOMETIDA	0.012891
80	Point ZM	722.796	ACOMETIDA	0.012891
81	Point ZM	706.066	ACOMETIDA	0.012891
82	Point ZM	721.666	ACOMETIDA	0.012891
83	Point ZM	721.138	ACOMETIDA	0.012891
84	Point ZM	720.965	ACOMETIDA	0.012891
85	Point ZM	712.776	ACOMETIDA	0.012891
86	Point ZM	703.649	ACOMETIDA	0.012891
87	Point ZM	701.363	ACOMETIDA	0.012891
88	Point ZM	699.65	ACOMETIDA	0.012891
89	Point ZM	678.029	ACOMETIDA	0.012891
90	Point ZM	691.031	ACOMETIDA	0.012891
91	Point ZM	674.751	ACOMETIDA	0.012891
92	Point ZM	676.856	ACOMETIDA	0.012891
93	Point ZM	670.551	ACOMETIDA	0.012891
94	Point ZM	670.794	ACOMETIDA	0.012891
95	Point ZM	668.802	ACOMETIDA	0.012891
96	Point ZM	666.448	ACOMETIDA	0.012891
97	Point ZM	664.91	ACOMETIDA	0.012891
98	Point ZM	665.069	ACOMETIDA	0.012891
99	Point ZM	684.527	ACOMETIDA	0.012891
100	Point ZM	662.221	ACOMETIDA	0.012891
101	Point ZM	684.199	ACOMETIDA	0.012891
102	Point ZM	661.073	ACOMETIDA	0.012891
103	Point ZM	658.886	ACOMETIDA	0.012891
104	Point ZM	657.034	ACOMETIDA	0.012891
105	Point ZM	671.898	ACOMETIDA	0.012891
106	Point ZM	674.423	ACOMETIDA	0.012891
107	Point ZM	659.855	ACOMETIDA	0.012891
108	Point ZM	660.169	ACOMETIDA	0.012891
109	Point ZM	661.167	ACOMETIDA	0.012891
110	Point ZM	661.479	ACOMETIDA	0.012891
111	Point ZM	664.37	ACOMETIDA	0.012891
112	Point ZM	694.951	ACOMETIDA	0.012891
113	Point ZM	659.852	ACOMETIDA	0.012891
114	Point ZM	693.355	ACOMETIDA	0.012891
115	Point ZM	658.892	ACOMETIDA	0.012891
116	Point ZM	657.669	ACOMETIDA	0.012891
117	Point ZM	657.069	ACOMETIDA	0.012891

Ilustración 47 - Tabla de Atributos de Caudal por Acometida Domiciliar en

ArcGIS.2/4

FID	Shape	Elevation	DESC_	Qhmax_domestico
118	Point ZM	655.079	ACOMETIDA	0.012891
119	Point ZM	655.113	ACOMETIDA	0.012891
120	Point ZM	655.153	ACOMETIDA	0.012891
121	Point ZM	655.233	ACOMETIDA	0.012891
122	Point ZM	653.057	ACOMETIDA	0.012891
123	Point ZM	701.738	ACOMETIDA	0.012891
124	Point ZM	650.833	ACOMETIDA	0.012891
125	Point ZM	701.418	ACOMETIDA	0.012891
126	Point ZM	651.227	ACOMETIDA	0.012891
127	Point ZM	696.994	ACOMETIDA	0.012891
128	Point ZM	656.653	ACOMETIDA	0.012891
129	Point ZM	695.786	ACOMETIDA	0.012891
130	Point ZM	655.123	ACOMETIDA	0.012891
131	Point ZM	655.093	ACOMETIDA	0.012891
132	Point ZM	652.498	ACOMETIDA	0.012891
133	Point ZM	651.404	ACOMETIDA	0.012891
134	Point ZM	651.467	ACOMETIDA	0.012891
135	Point ZM	651.579	ACOMETIDA	0.012891
136	Point ZM	694.147	ACOMETIDA	0.012891
137	Point ZM	650.873	ACOMETIDA	0.012891
138	Point ZM	652.962	ACOMETIDA	0.012891
139	Point ZM	652.593	ACOMETIDA	0.012891
140	Point ZM	652.438	ACOMETIDA	0.012891
141	Point ZM	652.51	ACOMETIDA	0.012891
142	Point ZM	652.676	ACOMETIDA	0.012891
143	Point ZM	652.568	ACOMETIDA	0.012891
144	Point ZM	652.518	ACOMETIDA	0.012891
145	Point ZM	652.455	ACOMETIDA	0.012891
146	Point ZM	654.953	ACOMETIDA	0.012891
147	Point ZM	654.496	ACOMETIDA	0.012891
148	Point ZM	650.998	ACOMETIDA	0.012891
149	Point ZM	650.962	ACOMETIDA	0.012891
150	Point ZM	650.82	ACOMETIDA	0.012891
151	Point ZM	652.311	ACOMETIDA	0.012891
152	Point ZM	713.21	ACOMETIDA	0.012891
153	Point ZM	713.225	ACOMETIDA	0.012891
154	Point ZM	713.208	ACOMETIDA	0.012891
155	Point ZM	713.197	ACOMETIDA	0.012891
156	Point ZM	700.349	ACOMETIDA	0.012891
157	Point ZM	682.499	ACOMETIDA	0.012891
158	Point ZM	682.348	ACOMETIDA	0.012891
159	Point ZM	679.834	ACOMETIDA	0.012891
160	Point ZM	676.787	ACOMETIDA	0.012891
161	Point ZM	676.524	ACOMETIDA	0.012891
162	Point ZM	673.353	ACOMETIDA	0.012891
163	Point ZM	690.132	ACOMETIDA	0.012891
164	Point ZM	676.157	ACOMETIDA	0.012891
165	Point ZM	679.006	ACOMETIDA	0.012891
166	Point ZM	678.84	ACOMETIDA	0.012891
167	Point ZM	678.825	ACOMETIDA	0.012891
168	Point ZM	691.792	ACOMETIDA	0.012891
169	Point ZM	692.02	ACOMETIDA	0.012891
170	Point ZM	691.79	ACOMETIDA	0.012891
171	Point ZM	691.58	ACOMETIDA	0.012891
172	Point ZM	690.975	ACOMETIDA	0.012891
173	Point ZM	689.94	ACOMETIDA	0.012891
174	Point ZM	686.887	ACOMETIDA	0.012891
175	Point ZM	685.005	ACOMETIDA	0.012891
176	Point ZM	691.587	ACOMETIDA	0.012891

Ilustración 48 - Tabla de Atributos de Caudal por Acometida Domiciliar en ArcGIS.

FID	Shape	Elevation	DESC_	Qhmax_domestico
157	Point ZM	682.499	ACOMETIDA	0.012891
158	Point ZM	682.348	ACOMETIDA	0.012891
159	Point ZM	679.834	ACOMETIDA	0.012891
160	Point ZM	676.787	ACOMETIDA	0.012891
161	Point ZM	676.524	ACOMETIDA	0.012891
162	Point ZM	673.353	ACOMETIDA	0.012891
163	Point ZM	690.132	ACOMETIDA	0.012891
164	Point ZM	676.157	ACOMETIDA	0.012891
165	Point ZM	679.006	ACOMETIDA	0.012891
166	Point ZM	678.84	ACOMETIDA	0.012891
167	Point ZM	678.825	ACOMETIDA	0.012891
168	Point ZM	691.792	ACOMETIDA	0.012891
169	Point ZM	692.02	ACOMETIDA	0.012891
170	Point ZM	691.79	ACOMETIDA	0.012891
171	Point ZM	691.58	ACOMETIDA	0.012891
172	Point ZM	690.975	ACOMETIDA	0.012891
173	Point ZM	689.94	ACOMETIDA	0.012891
174	Point ZM	686.887	ACOMETIDA	0.012891
175	Point ZM	685.005	ACOMETIDA	0.012891
176	Point ZM	691.587	ACOMETIDA	0.012891
177	Point ZM	692.066	ACOMETIDA	0.012891
178	Point ZM	691.728	ACOMETIDA	0.012891
179	Point ZM	690.26	ACOMETIDA	0.012891
180	Point ZM	685.166	ACOMETIDA	0.012891
181	Point ZM	683.924	ACOMETIDA	0.012891
182	Point ZM	683.695	ACOMETIDA	0.012891
183	Point ZM	683.634	ACOMETIDA	0.012891
184	Point ZM	683.351	ACOMETIDA	0.012891
185	Point ZM	692.433	ACOMETIDA	0.012891
186	Point ZM	691.231	ACOMETIDA	0.012891
187	Point ZM	700.905	ACOMETIDA	0.012891
188	Point ZM	699.858	ACOMETIDA	0.012891
189	Point ZM	698.786	ACOMETIDA	0.012891
190	Point ZM	692.753	ACOMETIDA	0.012891
191	Point ZM	692.29	ACOMETIDA	0.012891
192	Point ZM	694.685	ACOMETIDA	0.012891
193	Point ZM	694.341	ACOMETIDA	0.012891
194	Point ZM	695.65	ACOMETIDA	0.012891
195	Point ZM	696.342	ACOMETIDA	0.012891
196	Point ZM	697.178	ACOMETIDA	0.012891
197	Point ZM	699.901	ACOMETIDA	0.012891
198	Point ZM	699.355	ACOMETIDA	0.012891
199	Point ZM	703.796	ACOMETIDA	0.012891
200	Point ZM	699.158	ACOMETIDA	0.012891
201	Point ZM	699.181	ACOMETIDA	0.012891
202	Point ZM	702.828	ACOMETIDA	0.012891
203	Point ZM	700.634	ACOMETIDA	0.012891
204	Point ZM	700.375	ACOMETIDA	0.012891
205	Point ZM	709.49	ACOMETIDA	0.012891
206	Point ZM	714.158	ACOMETIDA	0.012891
207	Point ZM	710.814	ACOMETIDA	0.012891
208	Point ZM	707.558	ACOMETIDA	0.012891
209	Point ZM	714.216	ACOMETIDA	0.012891
210	Point ZM	714.404	ACOMETIDA	0.012891
211	Point ZM	704.087	ACOMETIDA	0.012891
212	Point ZM	703.928	ACOMETIDA	0.012891
213	Point ZM	703.81	ACOMETIDA	0.012891
214	Point ZM	691.763	ACOMETIDA	0.012891

Ilustración 49 - Tabla de Atributos de Caudal por Acometida Domiciliar en ArcGIS.

- Para la acometida de la escuela se debe agregar un campo en la tabla de atributo que represente el caudal para esa acometida.
  - Este nuevo campo se nombra como “Qhmax-escuela”.
  - Por medio de la opción “Calculadora de campo” se asigna el valor de 0.176 l/s. En la siguiente imagen se muestra la introducción del caudal correspondiente para una acometida escolar.

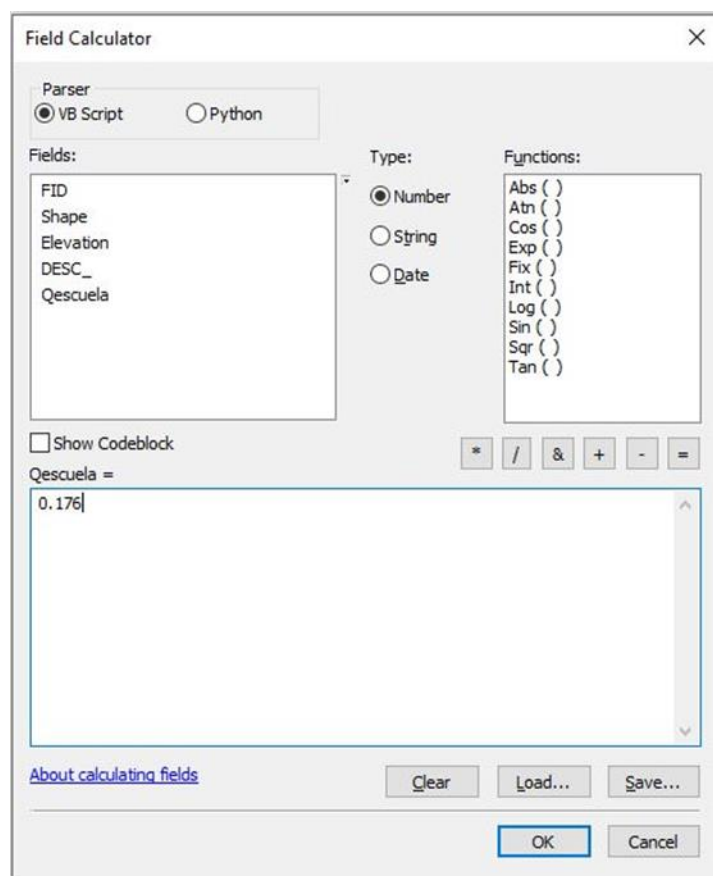
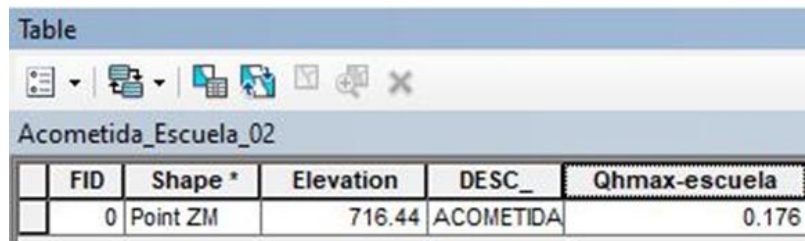


Ilustración 50 - Ventana en ArcGIS para la Introducción de Valor de Caudal de Acometida Escolar.

En las siguientes imágenes se muestra la tabla de atributos de la acometida escolar con su correspondiente caudal.



FID	Shape *	Elevation	DESC_	Qhmax-escuela
0	Point ZM	716.44	ACOMETIDA	0.176

Ilustración 51 - Tabla de Atributos de Caudal por Acometida Escolar en ArcGIS.

- Se unen los dos archivos en uno solo por medio de la herramienta "Merge" de geoprocresamiento y luego se selecciona funcionar.

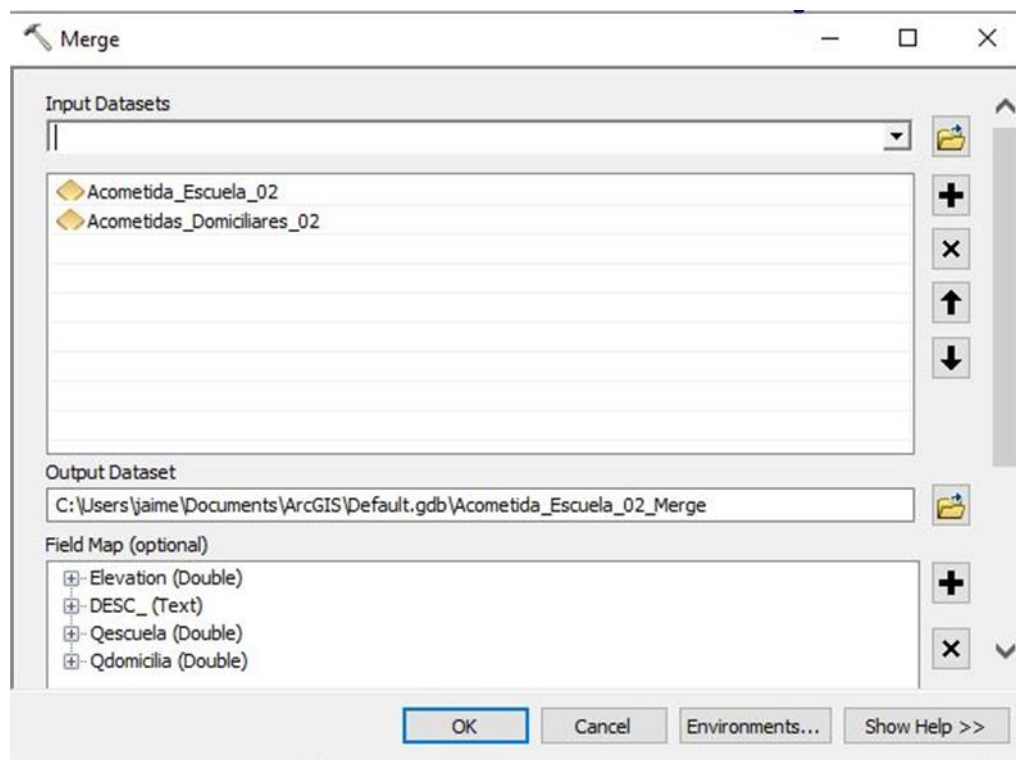


Ilustración 52 - Herramienta "Merge" en ArcGIS.

- A esta nueva capa le asignamos el nombre de “Caudal Diseño”.
- Se crea un nuevo campo denominado “Qhmax”.
- En este nuevo campo “Qhmax” y por medio de “Calculadora de campo” se establece una fórmula en la cual se sumen los valores de “Qhmax-domestico” y “Qhmax-escuela”. En la siguiente imagen se muestra la fórmula que se establece para sumar los caudales de las acometidas domiciliarias y el caudal de la acometida escolar. Esto se hace con la finalidad de tener en un mismo campo el caudal correspondiente de cada acometida.

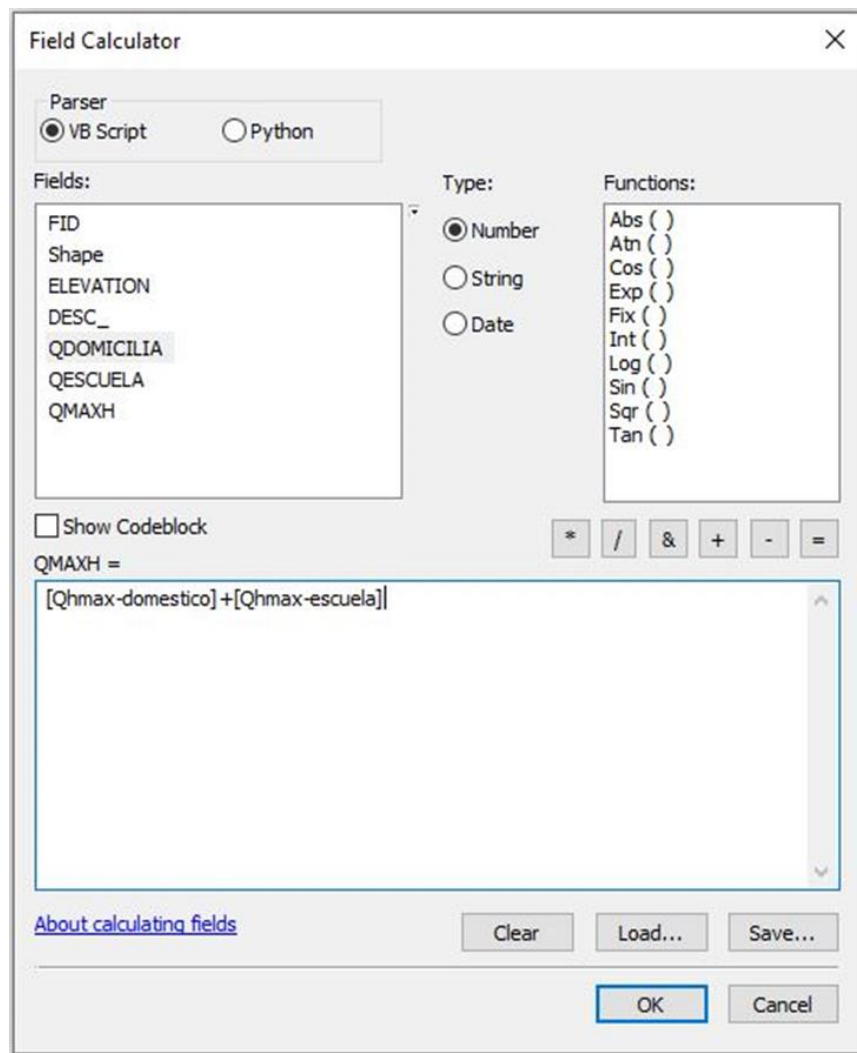


Ilustración 53 - Calculadora de Campo para obtener Caudal Máximo Horario.

En las siguientes imágenes se muestra la tabla de atributos del archivo tipo shape que será exportado a WaterCAD para asignar las demandas nodales del sistema.

FID	Shape	ELEVATION	DESC_	Qhmax-domestico	Qhmax-escuela	QMAXH
0	Point ZM	698.13	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
1	Point ZM	728.226	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
2	Point ZM	696.682	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
3	Point ZM	724.189	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
4	Point ZM	698.671	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
5	Point ZM	697.227	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
6	Point ZM	690.388	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
7	Point ZM	697.851	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
8	Point ZM	715.111	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
9	Point ZM	705.104	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
10	Point ZM	698.297	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
11	Point ZM	725.32	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
12	Point ZM	699.125	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
13	Point ZM	719.209	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
14	Point ZM	716.284	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
15	Point ZM	731.692	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
16	Point ZM	679.214	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
17	Point ZM	702.455	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
18	Point ZM	706.649	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
19	Point ZM	706.935	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
20	Point ZM	708.254	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
21	Point ZM	660.686	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
22	Point ZM	714.41	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
23	Point ZM	709.339	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
24	Point ZM	714.752	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
25	Point ZM	714.492	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
26	Point ZM	714.131	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
27	Point ZM	714.498	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
28	Point ZM	715.265	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
29	Point ZM	714.577	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
30	Point ZM	730.171	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
31	Point ZM	717.981	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
32	Point ZM	730.19	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
33	Point ZM	731.563	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
34	Point ZM	715.573	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
35	Point ZM	731.018	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
36	Point ZM	715.932	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
37	Point ZM	653.424	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
38	Point ZM	730.482	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
39	Point ZM	729.257	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
40	Point ZM	717.824	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
41	Point ZM	728.72	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
42	Point ZM	717.825	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
43	Point ZM	713.817	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
44	Point ZM	728.783	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
45	Point ZM	713.236	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
46	Point ZM	725.805	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
47	Point ZM	723.714	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
48	Point ZM	725.145	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
49	Point ZM	725.262	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
50	Point ZM	725.089	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
51	Point ZM	716.706	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
52	Point ZM	724.677	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
53	Point ZM	716.711	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
54	Point ZM	721.435	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
55	Point ZM	713.703	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
56	Point ZM	713.44	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
57	Point ZM	718.835	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
58	Point ZM	670.545	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891

Ilustración 54 - Tabla de Atributos de Caudal Máximo Horario por Acometidas tanto Domiciliares como Escolares en ArcGIS. 1/4



FID	Shape	ELEVATION	DESC_	Qhmax-domestico	Qhmax-escuela	QMAXH
59	Point ZM	713.136	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
60	Point ZM	713.995	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
61	Point ZM	716.364	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
62	Point ZM	716.17	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
63	Point ZM	718.836	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
64	Point ZM	717.45	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
65	Point ZM	715.517	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
66	Point ZM	716.725	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
67	Point ZM	718.46	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
68	Point ZM	718.752	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
69	Point ZM	717.08	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
70	Point ZM	714.308	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
71	Point ZM	700.242	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
72	Point ZM	713.176	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
73	Point ZM	720.015	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
74	Point ZM	720.475	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
75	Point ZM	725.082	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
76	Point ZM	674.157	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
77	Point ZM	724.763	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
78	Point ZM	724.892	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
79	Point ZM	723.301	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
80	Point ZM	722.796	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
81	Point ZM	706.066	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
82	Point ZM	721.666	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
83	Point ZM	721.138	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
84	Point ZM	720.965	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
85	Point ZM	712.776	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
86	Point ZM	703.649	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
87	Point ZM	701.363	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
88	Point ZM	699.65	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
89	Point ZM	678.029	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
90	Point ZM	691.031	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
91	Point ZM	674.751	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
92	Point ZM	676.856	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
93	Point ZM	670.551	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
94	Point ZM	670.794	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
95	Point ZM	668.802	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
96	Point ZM	666.448	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
97	Point ZM	664.91	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
98	Point ZM	665.069	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
99	Point ZM	684.527	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
100	Point ZM	662.221	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
101	Point ZM	684.199	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
102	Point ZM	661.073	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
103	Point ZM	658.886	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
104	Point ZM	657.034	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
105	Point ZM	671.898	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
106	Point ZM	674.423	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
107	Point ZM	659.855	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
108	Point ZM	660.169	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
109	Point ZM	661.167	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
110	Point ZM	661.479	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
111	Point ZM	664.37	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
112	Point ZM	694.951	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
113	Point ZM	659.852	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
114	Point ZM	693.355	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
115	Point ZM	658.892	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
116	Point ZM	657.669	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
117	Point ZM	657.069	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891

Ilustración 55 - Tabla de Atributos de Caudal Máximo Horario por Acometidas tanto Domiciliares como Escolares en ArcGIS. 2/4

FID	Shape	ELEVATION	DESC_	Qhmax-domestico	Qhmax-escuela	QMAXH
118	Point ZM	655.079	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
119	Point ZM	655.113	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
120	Point ZM	655.153	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
121	Point ZM	655.233	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
122	Point ZM	653.057	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
123	Point ZM	701.738	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
124	Point ZM	650.833	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
125	Point ZM	701.418	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
126	Point ZM	651.227	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
127	Point ZM	696.994	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
128	Point ZM	656.653	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
129	Point ZM	695.786	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
130	Point ZM	655.123	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
131	Point ZM	655.093	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
132	Point ZM	652.498	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
133	Point ZM	651.404	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
134	Point ZM	651.467	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
135	Point ZM	651.579	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
136	Point ZM	694.147	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
137	Point ZM	650.873	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
138	Point ZM	652.962	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
139	Point ZM	652.593	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
140	Point ZM	652.438	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
141	Point ZM	652.51	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
142	Point ZM	652.676	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
143	Point ZM	652.568	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
144	Point ZM	652.518	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
145	Point ZM	652.455	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
146	Point ZM	654.953	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
147	Point ZM	654.496	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
148	Point ZM	650.998	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
149	Point ZM	650.962	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
150	Point ZM	650.82	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
151	Point ZM	652.311	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
152	Point ZM	713.21	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
153	Point ZM	713.225	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
154	Point ZM	713.208	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
155	Point ZM	713.197	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
156	Point ZM	700.349	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
157	Point ZM	682.499	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
158	Point ZM	682.348	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
159	Point ZM	679.834	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
160	Point ZM	676.787	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
161	Point ZM	676.524	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
162	Point ZM	673.353	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
163	Point ZM	690.132	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
164	Point ZM	676.157	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
165	Point ZM	679.006	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
166	Point ZM	678.84	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
167	Point ZM	678.825	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
168	Point ZM	691.792	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
169	Point ZM	692.02	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
170	Point ZM	691.79	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
171	Point ZM	691.58	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
172	Point ZM	690.975	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
173	Point ZM	689.94	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
174	Point ZM	686.887	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
175	Point ZM	685.005	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
176	Point ZM	691.587	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891

Ilustración 56 - Tabla de Atributos de Caudal Máximo Horario por Acometidas tanto Domiciliares como Escolares en ArcGIS. 3/4

FID	Shape	ELEVATION	DESC_	Qhmax-domestico	Qhmax-escuela	QMAXH
158	Point ZM	682.348	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
159	Point ZM	679.834	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
160	Point ZM	676.787	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
161	Point ZM	676.524	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
162	Point ZM	673.353	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
163	Point ZM	690.132	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
164	Point ZM	676.157	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
165	Point ZM	679.006	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
166	Point ZM	678.84	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
167	Point ZM	678.825	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
168	Point ZM	691.792	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
169	Point ZM	692.02	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
170	Point ZM	691.79	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
171	Point ZM	691.58	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
172	Point ZM	690.975	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
173	Point ZM	689.94	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
174	Point ZM	686.887	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
175	Point ZM	685.005	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
176	Point ZM	691.587	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
177	Point ZM	692.066	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
178	Point ZM	691.728	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
179	Point ZM	690.26	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
180	Point ZM	685.166	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
181	Point ZM	683.924	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
182	Point ZM	683.695	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
183	Point ZM	683.634	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
184	Point ZM	683.351	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
185	Point ZM	692.433	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
186	Point ZM	691.231	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
187	Point ZM	700.905	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
188	Point ZM	699.858	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
189	Point ZM	698.786	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
190	Point ZM	692.753	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
191	Point ZM	692.29	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
192	Point ZM	694.685	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
193	Point ZM	694.341	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
194	Point ZM	695.65	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
195	Point ZM	696.342	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
196	Point ZM	697.178	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
197	Point ZM	699.901	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
198	Point ZM	699.355	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
199	Point ZM	703.796	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
200	Point ZM	699.158	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
201	Point ZM	699.181	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
202	Point ZM	702.828	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
203	Point ZM	700.634	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
204	Point ZM	700.375	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
205	Point ZM	709.49	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
206	Point ZM	714.158	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
207	Point ZM	710.814	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
208	Point ZM	707.558	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
209	Point ZM	714.216	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
210	Point ZM	714.404	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
211	Point ZM	704.087	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
212	Point ZM	703.928	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
213	Point ZM	703.81	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
214	Point ZM	691.763	ACOMETIDA	0.012891	0	0.012891
215	Point ZM	716.44	ACOMETIDA	0	0.176	0.176

Ilustración 57 - Tabla de Atributos de Caudal Máximo Horario por Acometidas tanto Domiciliares como Escolares en ArcGIS. 4/4

### 3.10.1.1.3 WaterCAD

#### Procedimiento:

- Para añadir los datos de demandas se selecciona la herramienta

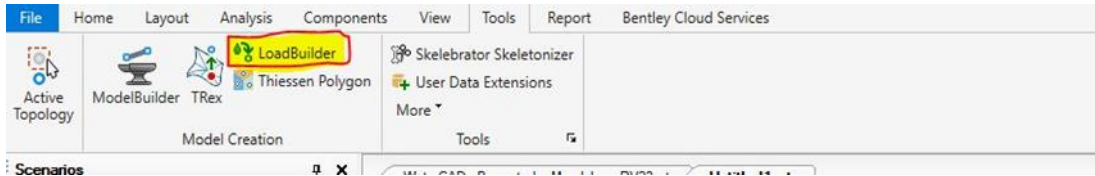


Ilustración 58 - Herramienta "LoadBuilder".

- Dentro de la ventana se hace clic en "New" y se selecciona "External Data" la opción "Point load data", luego de ello se utiliza la opción "Nearest Pipe" que permite que los caudales que contienen los puntos a importar se unan a la tubería más cercana y a partir de todos los caudales recolectados en ese tramo de tubería se repartan a los nodos.

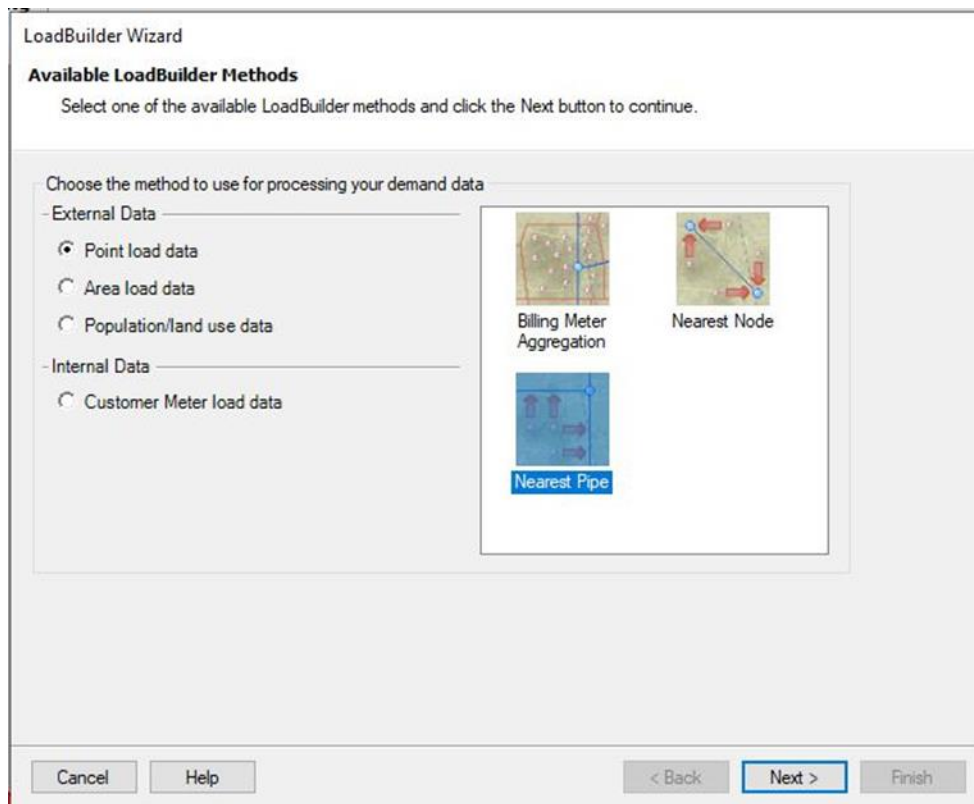


Ilustración 59 - Herramienta "LoadBuilder" para importar Caudales a WaterCAD.

- Al hacer clic en “Next”, WaterCAD solicita seleccionar a que tuberías se le va a aplicar “Pipe Layer”, se selecciona todas las tuberías.
- Luego en la opción “Load Assignment” es decir asignación de cargas, es necesario indicar de qué forma se realizará, se selecciona de igual distribución “Equal Distribution”.
- En la opción “Node Layer”, seleccionar todos los nodos.
- En la opción “Billing Meter Layer” se debe seleccionar el archivo tipo Shape “Caudal Diseño”.
- En la opción “Load Type Field” se usará “DESC\_”,
- En la opción “Polyline Distribution” se selecciona “Equal Distribution”.
- En la opción “Usage Field” se usa la opción “Qhmax” y la unidad será de litros por segundo “l/s”.

Ilustración 60 - Herramienta "LoadBuilder" en WaterCAD.

- Al dar clic en “Next” se muestra un resumen, se da clic en “Next” nuevamente y se muestra de manera previa los caudales que se van a insertar a cada nodo.
- Se da clic en “Next” y en label se escribe “Qhmax” que sería el caudal de diseño y en la opción de alternativa, se usa una alternativa existente “Base Demand” y se da clic en “Finish”.

En las siguientes imágenes se detallan las demandas nodales que se han asignado automáticamente en WaterCAD:

Label ▲	Demand (Base) (L/s)	Label ▲	Demand (Base) (L/s)
ND - 54	0.01	ND - 150	0.01
ND - 55	0.01	ND - 151	0.01
ND - 69	0.01	ND - 164	0.01
ND - 70	0.02	ND - 165	0.01
ND - 71	0.02	ND - 167	0.01
ND - 75	0.01	ND - 168	0.01
ND - 76	0.02	ND - 172	0.01
ND - 77	0.02	ND - 173	0.01
ND - 78	0.01	ND - 175	0.02
ND - 79	0.01	ND - 176	0.02
ND - 84	0.01	ND - 177	0.01
ND - 85	0.01	ND - 182	0.01
ND - 86	0.01	ND - 183	0.01
ND - 87	0.03	ND - 185	0.01
ND - 88	0.03	ND - 186	0.01
ND - 89	0.01	ND - 187	0.01
ND - 93	0.01	ND - 188	0.01
ND - 94	0.01	ND - 189	0.01
ND - 96	0.01	ND - 194	0.01
ND - 97	0.01	ND - 195	0.01
ND - 99	0.01	ND - 196	0.01
ND - 100	0.01	ND - 197	0.01
ND - 101	0.01	ND - 199	0.01
ND - 102	0.01	ND - 200	0.01
ND - 104	0.02	ND - 201	0.01
ND - 105	0.02	ND - 202	0.01
ND - 107	0.01	ND - 203	0.01
ND - 108	0.01	ND - 204	0.01
ND - 109	0.01	ND - 205	0.01
ND - 113	0.01	ND - 206	0.01
ND - 114	0.01	ND - 207	0.01
ND - 117	0.01	ND - 208	0.01
ND - 118	0.01	ND - 213	0.03
ND - 120	0.01	ND - 214	0.03
ND - 121	0.01	ND - 217	0.01
ND - 122	0.01	ND - 218	0.01
ND - 123	0.01	ND - 220	0.01
ND - 124	0.01	ND - 221	0.01
ND - 125	0.01	ND - 222	0.01
ND - 126	0.01	ND - 223	0.01
ND - 127	0.01	ND - 224	0.01
ND - 130	0.01	ND - 225	0.01
ND - 131	0.01	ND - 226	0.01
ND - 136	0.01	ND - 227	0.02
ND - 137	0.01	ND - 228	0.02
ND - 147	0.01	ND - 229	0.01
ND - 148	0.01	ND - 230	0.01
ND - 149	0.01	ND - 231	0.01

Ilustración 61 - Demandas Nodales asignadas en WaterCAD. 1/2

Label ▲	Demand (Base) (L/s)	Label ▲	Demand (Base) (L/s)	Label ▲	Demand (Base) (L/s)
ND - 334	0.01	ND - 234	0.01	ND - 410	0.01
ND - 335	0.01	ND - 235	0.01	ND - 411	0.01
ND - 336	0.01	ND - 237	0.01	ND - 412	0.01
ND - 337	0.01	ND - 238	0.01	ND - 413	0.02
ND - 338	0.01	ND - 239	0.01	ND - 414	0.01
ND - 340	0.01	ND - 240	0.01	ND - 417	0.03
ND - 341	0.03	ND - 251	0.01	ND - 418	0.03
ND - 342	0.03	ND - 252	0.03	ND - 419	0.01
ND - 343	0.01	ND - 253	0.02	ND - 420	0.01
ND - 348	0.01	ND - 258	0.01	ND - 424	0.01
ND - 349	0.01	ND - 259	0.01	ND - 425	0.01
ND - 350	0.03	ND - 260	0.01	ND - 432	0.01
ND - 351	0.03	ND - 261	0.01	ND - 433	0.01
ND - 352	0.01	ND - 262	0.01	ND - 434	0.01
ND - 353	0.03	ND - 264	0.01	ND - 437	0.01
ND - 354	0.03	ND - 265	0.01	ND - 438	0.02
ND - 355	0.01	ND - 270	0.01	ND - 439	0.01
ND - 356	0.01	ND - 271	0.01	ND - 440	0.01
ND - 357	0.01	ND - 288	0.01	ND - 441	0.03
ND - 358	0.02	ND - 289	0.01	ND - 442	0.03
ND - 359	0.01	ND - 292	0.01	ND - 446	0.01
ND - 361	0.03	ND - 293	0.01	ND - 447	0.01
ND - 362	0.03	ND - 294	0.01	ND - 448	0.01
ND - 364	0.01	ND - 295	0.01	ND - 449	0.01
ND - 365	0.01	ND - 298	0.01	ND - 453	0.01
ND - 366	0.01	ND - 299	0.01	ND - 454	0.01
ND - 367	0.03	ND - 300	0.03	ND - 456	0.01
ND - 368	0.01	ND - 301	0.04	ND - 457	0.02
ND - 375	0.01	ND - 303	0.01	ND - 458	0.01
ND - 376	0.01	ND - 304	0.01	ND - 459	0.01
ND - 377	0.01	ND - 305	0.02	ND - 460	0.01
ND - 394	0.01	ND - 306	0.02	ND - 461	0.01
ND - 395	0.01	ND - 307	0.01	ND - 462	0.01
ND - 396	0.01	ND - 314	0.01	ND - 463	0.01
ND - 397	0.01	ND - 315	0.01	ND - 464	0.01
ND - 400	0.01	ND - 317	0.01	ND - 465	0.01
ND - 401	0.01	ND - 318	0.01	ND - 466	0.01
ND - 402	0.01	ND - 319	0.03	ND - 467	0.03
ND - 403	0.01	ND - 320	0.02	ND - 468	0.01
ND - 404	0.01	ND - 321	0.01	ND - 472	0.01
ND - 406	0.01	ND - 322	0.01	ND - 473	0.01
ND - 407	0.02	ND - 324	0.01	ND - 474	0.01
ND - 408	0.03	ND - 325	0.01	ND - 478	0.01
ND - 409	0.02	ND - 326	0.01	ND - 479	0.01
ND - 410	0.01	ND - 327	0.01	ND - 488	0.01
ND - 411	0.01	ND - 330	0.09	ND - 489	0.01
ND - 412	0.01	ND - 331	0.11	ND - 490	0.01
ND - 413	0.02	ND - 332	0.02	ND - 491	0.01

Ilustración 62 - Demandas Nodales asignadas en WaterCAD. 2/2



En la siguiente imagen se puede ver gráficamente en color verde las acometidas que fueron importadas a WaterCAD por medio del Shapefile. En rojo se pueden ver los nodos a los que el programa le asignó demanda debido a su cercanía con las acometidas.

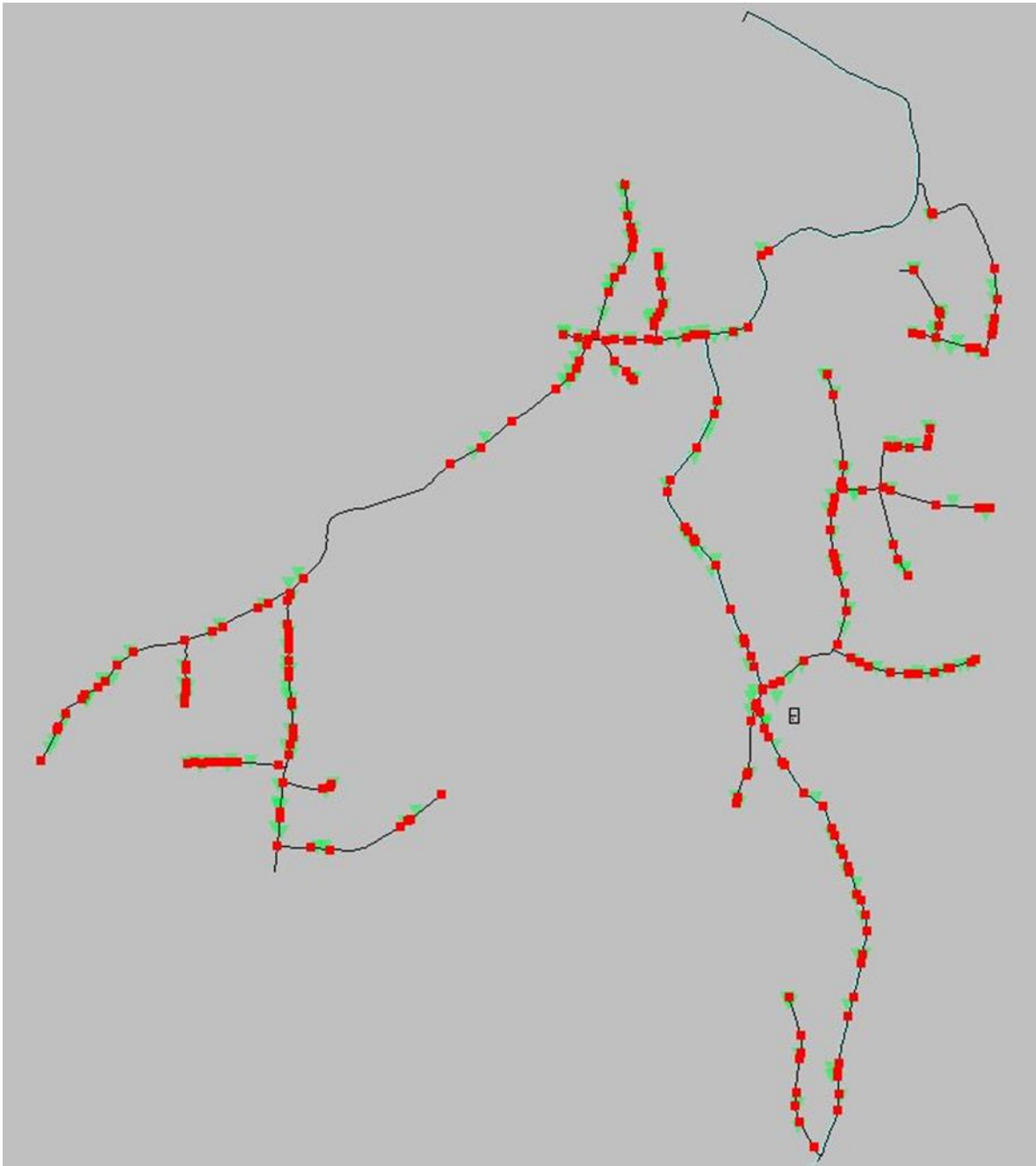


Ilustración 63 - Acometidas Importadas a WaterCAD.

### 3.10.1.2 Propiedades de los elementos

#### 3.10.1.2.1 Tuberías

Habiendo exportado el modelo a WaterCAD se asignarán las siguientes propiedades a las todas las tuberías.

Material	Chw	Diámetro [m]
PVC 160psi	140	0.05571

Tabla 24 - Propiedades de las Tuberías en WaterCAD.

#### 3.10.1.2.2 Tanque

Las propiedades del tanque en este escenario ya fueron definidas en la sección correspondiente a la línea de impelencia.

#### 3.10.1.2.3 Resultados

En las siguientes imágenes se presentan los resultados del cómputo del modelo.

En la vista general del modelo en WaterCAD se han indicado los nodos inicial y final de los segmentos donde las presiones sobrepasan el valor máximo permitido de 50 mca por la Normativa de ANDA, en las tablas estos valores se muestran en sombreado naranja.

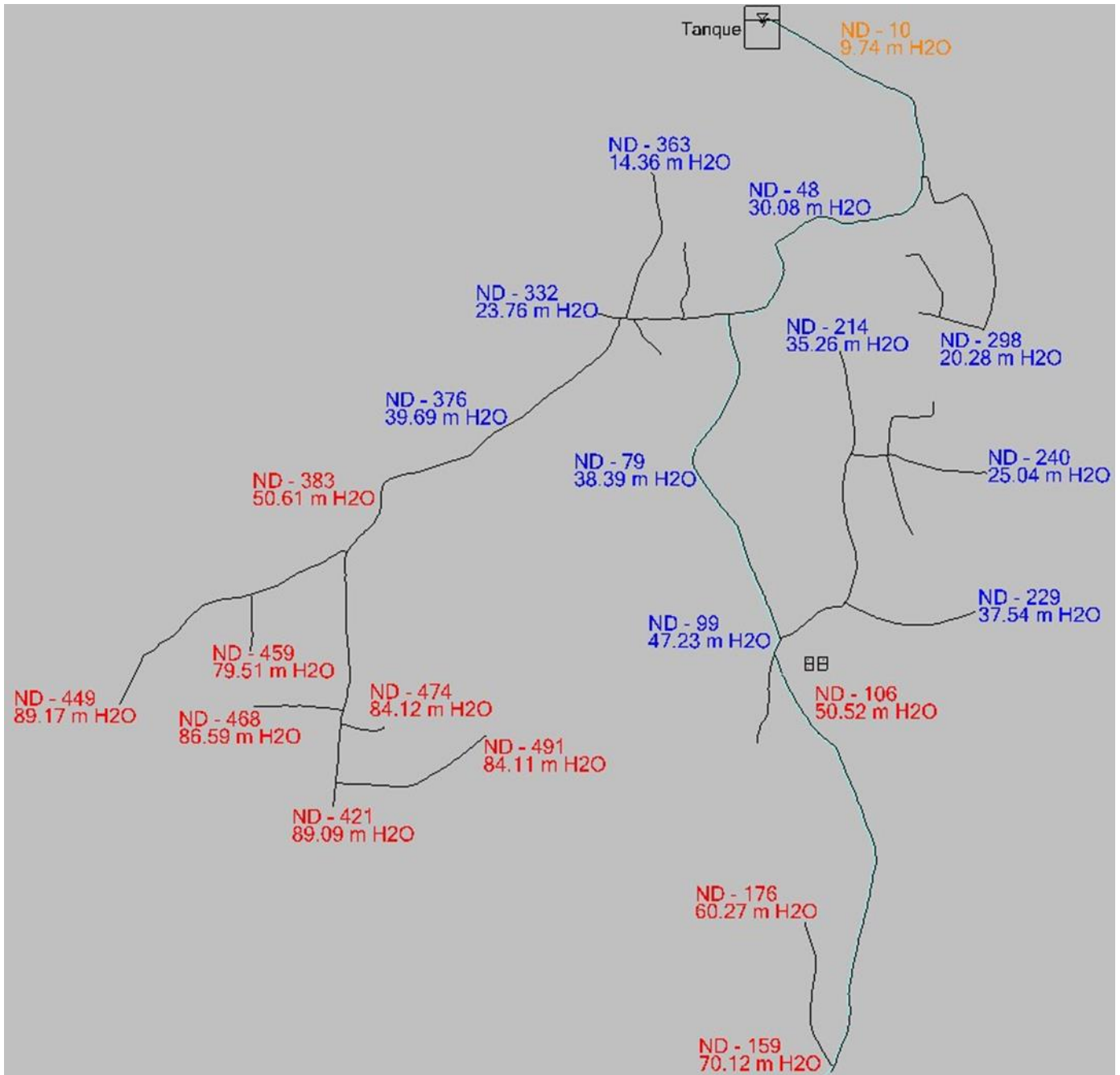


Ilustración 64 - Vista del Modelo en WaterCAD en escenario: "Análisis del Sistema (Red de Distribución)"

## Ramal – 1

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 1	755.54	1.05
ND - 2	750.76	5.07
ND - 3	750.03	5.66
ND - 4	748.46	6.95
ND - 5	748.24	7.13
ND - 6	746.94	8.11
ND - 7	746.55	8.42
ND - 8	746.18	8.66
ND - 9	745.43	9.20
ND - 10	744.69	9.74
ND - 11	744.42	9.94
ND - 12	743.86	10.28
ND - 13	743.59	10.34
ND - 14	743.42	10.29
ND - 15	743.75	9.46
ND - 16	742.93	9.84
ND - 17	742.82	9.91
ND - 18	740.61	11.78
ND - 19	739.48	12.75
ND - 20	738.30	13.76
ND - 21	737.16	14.74
ND - 22	735.03	16.47
ND - 23	733.38	17.59
ND - 24	733.09	17.79
ND - 25	732.32	18.36
ND - 26	729.41	20.61
ND - 27	728.89	20.90
ND - 28	728.70	21.01
ND - 29	728.09	21.24
ND - 30	727.42	21.42
ND - 31	725.91	22.24
ND - 32	724.72	23.05
ND - 33	724.55	23.18
ND - 34	722.67	24.57
ND - 35	721.70	25.32
ND - 36	720.59	26.20
ND - 37	718.97	27.44
ND - 38	717.80	28.26
ND - 39	717.21	28.59
ND - 40	717.06	28.64
ND - 41	716.87	28.73
ND - 42	716.51	28.83
ND - 43	716.33	28.85
ND - 44	716.21	28.83
ND - 45	715.99	28.73
ND - 46	715.70	28.86
ND - 47	715.39	29.07
ND - 48	714.16	30.08
ND - 49	712.63	31.39
ND - 50	711.94	31.97
ND - 51	711.31	32.51

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 52	709.09	34.37
ND - 53	708.16	35.11
ND - 54	707.75	35.44
ND - 55	707.00	35.96
ND - 56	706.83	36.03
ND - 57	706.79	36.01
ND - 58	706.80	35.71
ND - 59	706.99	35.33
ND - 60	707.00	35.18
ND - 61	707.07	34.95
ND - 62	707.33	34.42
ND - 63	707.41	34.20
ND - 64	707.59	33.93
ND - 65	708.06	33.32
ND - 66	708.50	32.79
ND - 67	708.96	32.21
ND - 68	709.62	31.40
ND - 69	710.27	30.58
ND - 70	711.31	29.13
ND - 71	712.30	27.45
ND - 72	711.75	27.87
ND - 73	708.62	30.82
ND - 74	708.27	31.16
ND - 75	707.50	31.89
ND - 76	706.25	33.06
ND - 77	703.79	35.32
ND - 78	700.96	37.95
ND - 79	700.47	38.38
ND - 80	699.77	39.04
ND - 81	699.17	39.58
ND - 82	698.79	39.94
ND - 83	698.37	40.33
ND - 84	697.77	40.89
ND - 85	697.49	41.15
ND - 86	696.97	41.63
ND - 87	696.77	41.80
ND - 88	695.26	43.18
ND - 89	691.48	46.77
ND - 90	690.81	47.40
ND - 91	690.54	47.63
ND - 92	690.24	47.89
ND - 93	690.22	47.90
ND - 94	690.20	47.90
ND - 95	690.16	47.91
ND - 96	690.18	47.86
ND - 97	690.36	47.64
ND - 98	690.48	47.50
ND - 99	690.69	47.23
ND - 100	690.44	47.48
ND - 101	690.08	47.83
ND - 102	690.00	47.90

Ilustración 65 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 1 en escenario "Análisis del Sistema" de la Red de Distribución. 1/2

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 103	689.95	47.95
ND - 104	689.60	48.30
ND - 105	688.11	49.78
ND - 106	687.36	50.52
ND - 107	686.67	51.21
ND - 108	683.64	54.22
ND - 109	683.39	54.47
ND - 110	682.89	54.97
ND - 111	682.99	54.87
ND - 112	683.09	54.77
ND - 113	683.39	54.46
ND - 114	683.73	54.11
ND - 115	683.56	54.28
ND - 116	683.23	54.61
ND - 117	683.03	54.81
ND - 118	682.92	54.91
ND - 119	682.80	55.03
ND - 120	682.68	55.15
ND - 121	682.60	55.23
ND - 122	682.40	55.42
ND - 123	682.33	55.49
ND - 124	682.12	55.70
ND - 125	682.02	55.80
ND - 126	681.97	55.84
ND - 127	681.85	55.97
ND - 128	681.67	56.14
ND - 129	681.09	56.72
ND - 130	680.79	57.02
ND - 131	680.44	57.36
ND - 132	680.15	57.65
ND - 133	679.94	57.87
ND - 134	679.75	58.05
ND - 135	678.96	58.84
ND - 136	678.85	58.95
ND - 137	677.81	59.98
ND - 138	677.52	60.27
ND - 139	677.19	60.61
ND - 140	677.10	60.69
ND - 141	676.83	60.96
ND - 142	676.73	61.06
ND - 143	676.38	61.41
ND - 144	676.20	61.59
ND - 145	675.96	61.83
ND - 146	675.52	62.26
ND - 147	675.27	62.51
ND - 148	674.69	63.09
ND - 149	674.52	63.26
ND - 150	673.04	64.74
ND - 151	671.10	66.67
ND - 152	670.80	66.98
ND - 153	670.46	67.31

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 111	682.99	54.87
ND - 112	683.09	54.77
ND - 113	683.39	54.46
ND - 114	683.73	54.11
ND - 115	683.56	54.28
ND - 116	683.23	54.61
ND - 117	683.03	54.81
ND - 118	682.92	54.91
ND - 119	682.80	55.03
ND - 120	682.68	55.15
ND - 121	682.60	55.23
ND - 122	682.40	55.42
ND - 123	682.33	55.49
ND - 124	682.12	55.70
ND - 125	682.02	55.80
ND - 126	681.97	55.84
ND - 127	681.85	55.97
ND - 128	681.67	56.14
ND - 129	681.09	56.72
ND - 130	680.79	57.02
ND - 131	680.44	57.36
ND - 132	680.15	57.65
ND - 133	679.94	57.87
ND - 134	679.75	58.05
ND - 135	678.96	58.84
ND - 136	678.85	58.95
ND - 137	677.81	59.98
ND - 138	677.52	60.27
ND - 139	677.19	60.61
ND - 140	677.10	60.69
ND - 141	676.83	60.96
ND - 142	676.73	61.06
ND - 143	676.38	61.41
ND - 144	676.20	61.59
ND - 145	675.96	61.83
ND - 146	675.52	62.26
ND - 147	675.27	62.51
ND - 148	674.69	63.09
ND - 149	674.52	63.26
ND - 150	673.04	64.74
ND - 151	671.10	66.67
ND - 152	670.80	66.98
ND - 153	670.46	67.31
ND - 154	669.99	67.78
ND - 155	669.16	68.61
ND - 156	668.64	69.12
ND - 157	668.37	69.40
ND - 158	667.93	69.84
ND - 159	667.65	70.12
ND - 160	667.26	70.50

Ilustración 66 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 1 en escenario "Análisis del Sistema" de la Red de Distribución. 2/2

Ramal – 2

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 161	667.75	70.02
ND - 162	668.00	69.77
ND - 163	668.32	69.45
ND - 164	668.57	69.19
ND - 165	671.90	65.88
ND - 166	673.96	63.82
ND - 167	674.30	63.47
ND - 168	675.29	62.49
ND - 169	675.45	62.33
ND - 170	676.52	61.26
ND - 171	676.75	61.03
ND - 172	677.09	60.69
ND - 173	677.29	60.49
ND - 174	677.19	60.59
ND - 175	677.17	60.61
ND - 176	677.51	60.27

Ilustración 67 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 2 en escenario "Análisis del Sistema" de la Red de Distribución.

Ramal – 3

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 177	690.10	47.80
ND - 178	690.55	47.35
ND - 179	690.56	47.34
ND - 180	690.38	47.52
ND - 181	690.29	47.61
ND - 182	689.81	48.09
ND - 183	689.87	48.03
ND - 184	690.18	47.72
ND - 185	689.33	48.57
ND - 186	689.07	48.83

Ilustración 68 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 3 en escenario "Análisis del Sistema" de la Red de Distribución.

Ramal – 4

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 187	690.70	47.20
ND - 188	690.74	47.15
ND - 189	690.02	47.83
ND - 190	689.91	47.93
ND - 191	689.99	47.84
ND - 192	690.05	47.76
ND - 193	690.03	47.77
ND - 194	690.10	47.70
ND - 195	690.95	46.83
ND - 196	691.44	46.33
ND - 197	692.69	45.07
ND - 198	692.72	45.04
ND - 199	692.75	45.01
ND - 200	693.05	44.70
ND - 201	692.98	44.77
ND - 202	694.14	43.60
ND - 203	694.81	42.92
ND - 204	694.89	42.84
ND - 205	695.40	42.33
ND - 206	696.26	41.46
ND - 207	696.89	40.83
ND - 208	697.99	39.74
ND - 209	699.23	38.51
ND - 210	699.39	38.34
ND - 211	700.01	37.72
ND - 212	700.11	37.62
ND - 213	701.44	36.29
ND - 214	702.48	35.26

Ilustración 69 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 4 en escenario "Análisis del Sistema" de la Red de Distribución.

Ramal – 5

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 215	689.97	47.84
ND - 216	689.76	48.04
ND - 217	689.86	47.94
ND - 218	690.02	47.78
ND - 219	690.16	47.64
ND - 220	690.40	47.40
ND - 221	691.82	45.98
ND - 222	693.48	44.32
ND - 223	693.77	44.03
ND - 224	694.38	43.42
ND - 225	696.26	41.55
ND - 226	698.08	39.73
ND - 227	698.55	39.26
ND - 228	699.94	37.88
ND - 229	700.28	37.54

Ilustración 70 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 5 en escenario "Análisis del Sistema" de la Red de Distribución.

Ramal – 6

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 230	696.60	41.13
ND - 231	698.26	39.46
ND - 232	699.60	38.13
ND - 233	699.74	37.99
ND - 234	700.12	37.61
ND - 235	700.83	36.90
ND - 236	701.43	36.30
ND - 237	705.99	31.75
ND - 238	710.78	26.97
ND - 239	712.02	25.73
ND - 240	712.71	25.04

Ilustración 71 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 6 en escenario "Análisis del Sistema" de la Red de Distribución.



Ramal – 7

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 241	699.84	37.89
ND - 242	699.84	37.89
ND - 243	699.73	38.00
ND - 244	699.59	38.14
ND - 245	699.53	38.19
ND - 246	699.50	38.23
ND - 247	699.45	38.27
ND - 248	699.43	38.30
ND - 249	699.37	38.36
ND - 250	699.20	38.53
ND - 251	699.15	38.57
ND - 252	698.96	38.76
ND - 253	698.60	39.13

Ilustración 72 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 7 en escenario "Análisis del Sistema" de la Red de Distribución.

Ramal – 8

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 254	700.30	37.43
ND - 255	701.85	35.88
ND - 256	703.12	34.61
ND - 257	703.44	34.30
ND - 258	703.79	33.95
ND - 259	704.65	33.08
ND - 260	705.20	32.54
ND - 261	706.93	30.81
ND - 262	710.34	27.41
ND - 263	710.98	26.77
ND - 264	711.38	26.37
ND - 265	712.69	25.07

Ilustración 73 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 8 en escenario "Análisis del Sistema" de la Red de Distribución.

Ramal – 9

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 266	726.35	21.80
ND - 267	726.38	21.77
ND - 268	726.43	21.72
ND - 269	726.85	21.30
ND - 270	728.59	19.56
ND - 271	728.88	19.27
ND - 272	729.37	18.78
ND - 273	730.15	18.00
ND - 274	730.58	17.57
ND - 275	730.70	17.44
ND - 276	730.93	17.22
ND - 277	730.78	17.37
ND - 278	730.48	17.66
ND - 279	729.58	18.56
ND - 280	728.55	19.58
ND - 281	728.74	19.39
ND - 282	729.19	18.94
ND - 283	729.48	18.65
ND - 284	729.65	18.48
ND - 285	729.85	18.28
ND - 286	729.96	18.16
ND - 287	729.97	18.15
ND - 288	730.01	18.11
ND - 289	730.27	17.85
ND - 290	730.14	17.97
ND - 291	729.98	18.13
ND - 292	729.67	18.43
ND - 293	729.20	18.91
ND - 294	728.95	19.15
ND - 295	728.77	19.34
ND - 296	728.46	19.65
ND - 297	728.12	19.98
ND - 298	727.82	20.28
ND - 299	727.74	20.35
ND - 300	727.30	20.79
ND - 301	723.56	24.53
ND - 302	721.64	26.44
ND - 303	720.77	27.31
ND - 304	719.88	28.20

Ilustración 74 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 9 en escenario "Análisis del Sistema" de la Red de Distribución.

Ramal – 10

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 305	723.79	24.29
ND - 306	723.61	24.47
ND - 307	723.57	24.52
ND - 308	723.46	24.62
ND - 309	723.41	24.67
ND - 310	723.13	24.95
ND - 311	723.10	24.99
ND - 312	722.89	25.20
ND - 313	722.76	25.32
ND - 314	722.52	25.56
ND - 315	722.30	25.78
ND - 316	719.38	28.70

Ilustración 75 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 10 en escenario "Análisis del Sistema" de la Red de Distribución.

Ramal – 11

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 317	712.34	27.37
ND - 318	712.68	26.95
ND - 319	712.75	26.81
ND - 320	713.13	26.19
ND - 321	713.16	26.14
ND - 322	713.29	25.95
ND - 323	713.42	25.76
ND - 324	713.52	25.61
ND - 325	713.64	25.45
ND - 326	713.82	25.19
ND - 327	714.12	24.82
ND - 328	714.18	24.75
ND - 329	714.33	24.55
ND - 330	714.34	24.51
ND - 331	714.64	24.21
ND - 332	715.09	23.76

Ilustración 76 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 11 en escenario "Análisis del Sistema" de la Red de Distribución.

## Ramal – 12

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 333	713.33	25.97
ND - 334	713.70	25.60
ND - 335	713.94	25.36
ND - 336	714.10	25.21
ND - 337	714.34	24.96
ND - 338	714.77	24.53
ND - 339	715.02	24.28
ND - 340	715.86	23.45
ND - 341	716.08	23.23
ND - 342	716.72	22.58
ND - 343	717.20	22.10

Ilustración 77 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 12 en escenario "Análisis del Sistema" en la Red de Distribución.

## Ramal – 13

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 344	714.16	24.77
ND - 345	713.61	25.32
ND - 346	713.50	25.43
ND - 347	713.04	25.88
ND - 348	712.79	26.13
ND - 349	711.82	27.10
ND - 350	711.67	27.25
ND - 351	711.65	27.28

Ilustración 78 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 13 en escenario "Análisis del Sistema" de la Red de Distribución.

## Ramal – 14

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 352	714.51	24.37
ND - 353	716.85	22.02
ND - 354	717.74	21.14
ND - 355	718.20	20.68
ND - 356	719.09	19.79
ND - 357	719.32	19.56
ND - 358	719.58	19.29
ND - 359	720.07	18.81
ND - 360	720.66	18.22
ND - 361	721.11	17.77
ND - 362	723.54	15.35
ND - 363	724.53	14.36

Ilustración 79 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 14 en escenario "Análisis del Sistema" de la Red de Distribución.

## Ramal – 15

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 364	713.84	24.99
ND - 365	712.98	25.79
ND - 366	712.53	26.22
ND - 367	711.80	26.92
ND - 368	710.08	28.59
ND - 369	709.68	28.98
ND - 370	706.34	32.25
ND - 371	705.93	32.65
ND - 372	705.02	33.55
ND - 373	703.89	34.66
ND - 374	703.42	35.12
ND - 375	702.51	36.01
ND - 376	698.73	39.69
ND - 377	697.09	41.24
ND - 378	696.47	41.82
ND - 379	696.35	41.92
ND - 380	696.00	42.25
ND - 381	689.32	48.76
ND - 382	688.77	49.29
ND - 383	687.41	50.61
ND - 384	686.38	51.62
ND - 385	685.36	52.62
ND - 386	683.52	54.43
ND - 387	682.87	55.07
ND - 388	681.62	56.30
ND - 389	680.84	57.07
ND - 390	679.24	58.64
ND - 391	678.24	59.62
ND - 392	677.21	60.63
ND - 393	676.73	61.10
ND - 394	675.91	61.91
ND - 395	673.39	64.37
ND - 396	673.26	64.51
ND - 397	672.21	65.55
ND - 398	670.98	66.77
ND - 399	669.98	67.75
ND - 400	669.61	68.12
ND - 401	668.86	68.86
ND - 402	668.10	69.61
ND - 403	667.53	70.18
ND - 404	666.72	70.99
ND - 405	665.87	71.83
ND - 406	664.94	72.75
ND - 407	663.34	74.34
ND - 408	662.25	75.42
ND - 409	658.77	78.89
ND - 410	658.29	79.36
ND - 411	655.43	82.20
ND - 412	654.87	82.76
ND - 413	654.12	83.50
ND - 414	653.27	84.35

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 371	705.93	32.65
ND - 372	705.02	33.55
ND - 373	703.89	34.66
ND - 374	703.42	35.12
ND - 375	702.51	36.01
ND - 376	698.73	39.69
ND - 377	697.09	41.24
ND - 378	696.47	41.82
ND - 379	696.35	41.92
ND - 380	696.00	42.25
ND - 381	689.32	48.76
ND - 382	688.77	49.29
ND - 383	687.41	50.61
ND - 384	686.38	51.62
ND - 385	685.36	52.62
ND - 386	683.52	54.43
ND - 387	682.87	55.07
ND - 388	681.62	56.30
ND - 389	680.84	57.07
ND - 390	679.24	58.64
ND - 391	678.24	59.62
ND - 392	677.21	60.63
ND - 393	676.73	61.10
ND - 394	675.91	61.91
ND - 395	673.39	64.37
ND - 396	673.26	64.51
ND - 397	672.21	65.55
ND - 398	670.98	66.77
ND - 399	669.98	67.75
ND - 400	669.61	68.12
ND - 401	668.86	68.86
ND - 402	668.10	69.61
ND - 403	667.53	70.18
ND - 404	666.72	70.99
ND - 405	665.87	71.83
ND - 406	664.94	72.75
ND - 407	663.34	74.34
ND - 408	662.25	75.42
ND - 409	658.77	78.89
ND - 410	658.29	79.36
ND - 411	655.43	82.20
ND - 412	654.87	82.76
ND - 413	654.12	83.50
ND - 414	653.27	84.35
ND - 415	652.53	85.08
ND - 416	651.98	85.63
ND - 418	649.82	87.78
ND - 419	649.71	87.89
ND - 420	649.01	88.59
ND - 421	648.51	89.09

Ilustración 80 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 15 en escenario "Análisis del Sistema" de la Red de Distribución.

## Ramal – 16

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 422	673.60	64.16
ND - 423	673.64	64.12
ND - 424	673.20	64.55
ND - 425	672.42	65.33
ND - 426	671.88	65.86
ND - 427	671.37	66.38
ND - 428	671.13	66.61
ND - 429	670.86	66.88
ND - 430	670.75	66.99
ND - 431	670.24	67.50
ND - 432	670.00	67.74
ND - 433	668.94	68.79
ND - 434	666.45	71.27
ND - 435	665.24	72.47
ND - 436	662.20	75.50
ND - 437	658.36	79.34
ND - 438	657.04	80.65
ND - 439	655.53	82.16
ND - 440	654.87	82.81
ND - 441	653.85	83.83
ND - 442	653.43	84.25
ND - 443	653.16	84.53
ND - 444	652.27	85.41
ND - 445	652.12	85.56
ND - 446	651.71	85.96
ND - 447	650.61	87.07
ND - 448	650.46	87.22
ND - 449	648.50	89.17

Ilustración 81 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 16 en escenario "Análisis del Sistema" de la Red de Distribución.

## Ramal – 17

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 450	666.36	71.36
ND - 451	665.47	72.25
ND - 452	664.89	72.82
ND - 453	663.34	74.37
ND - 454	662.32	75.39
ND - 455	661.53	76.18
ND - 456	660.30	77.40
ND - 457	659.32	78.39
ND - 458	658.78	78.92
ND - 459	658.19	79.51

Ilustración 82 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 17 en escenario "Análisis del Sistema" de la Red de Distribución.

### Ramal – 18

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 460	652.29	85.32
ND - 461	651.09	86.51
ND - 462	651.00	86.61
ND - 463	650.95	86.65
ND - 464	650.89	86.71
ND - 465	650.89	86.71
ND - 466	650.98	86.63
ND - 467	651.09	86.51
ND - 468	651.01	86.59

Ilustración 83 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 18 en escenario "Análisis del Sistema" de la Red de Distribución.

### Ramal – 19

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 469	651.79	85.82
ND - 470	652.37	85.24
ND - 471	652.80	84.81
ND - 472	653.01	84.60
ND - 473	653.38	84.23
ND - 474	653.49	84.12

Ilustración 84 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 19 en escenario "Análisis del Sistema" de la Red de Distribución.

### Ramal – 20

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 475	649.03	88.57
ND - 476	649.08	88.52
ND - 477	649.14	88.45
ND - 478	649.20	88.40
ND - 479	649.36	88.24
ND - 480	649.40	88.19
ND - 481	649.58	88.02
ND - 482	649.73	87.87
ND - 483	649.89	87.71
ND - 484	650.11	87.49
ND - 485	650.16	87.44
ND - 486	650.37	87.23
ND - 487	650.40	87.20
ND - 488	650.60	87.00
ND - 489	650.87	86.73
ND - 490	651.04	86.56
ND - 491	653.50	84.11

Ilustración 85 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 20 en escenario "Análisis del Sistema" de la Red de Distribución.

En las tablas anteriores se puede apreciar que la presión en los primeros 17 nodos del ramal 1, está por debajo 10 mca que es la presión mínima que establece la normativa de ANDA en redes de distribución. Considerando que estos nodos son los primero desde la salida del tanque y que entre ese tramo no se encuentra ninguna acometida la cual demande un consumo, se acepta que desde el nodo ND-1 hasta el nodo ND-17 las presiones estén por debajo de la mínima establecida por ANDA. También se aprecia que en la zona sur del ramal 1 a partir del nodo ND-106 y hasta el nodo ND-160 las presiones sobrepasan el valor de 50 mca, el cual es la máxima valor de presión que la normativa de ANDA permite en redes de distribución. Así mismo, todos los nodos del ramal 2 están por encima de este límite superior. Es de notar que el ramal 2 se conecta con el ramal 1, por lo que si se logra disminuir la presión antes del nodo ND-106 muy probablemente los nodos del ramal 2 también disminuirán su presión. De igual manera en el ramal 15 desde el nodo ND-383 hasta el nodo ND-421 y todos los nodos de los ramales 16, 17, 18, 19 y 20, que se derivan del ramal 15, están por encima de la máxima presión permitida.

### **3.10.1.3 Escenario: “Aislamiento total”**

En este escenario se analizará cómo se comportan las presiones de la red de distribución cuando se agregan tres válvulas de compuerta para aislar tres sectores al mismo tiempo. A continuación, se detallan los sectores que quedarían deshabilitados:

- Válvula de compuerta Oeste: esta válvula está instalada en la tubería TD-364. Aísla el sector Oeste.



Properties - Isolation Valve - Valvula de Compuerta: Oeste (714) [icon] [X]

Valvula de Compuerta: Oeste [icon] [?] 100%

<Show All> [icon]

Property Search [icon]

<b>&lt;General&gt;</b>	
ID	714
Label	Valvula de Compuerta: Oeste
Notes	
GIS-IDs	<Collection: 0 items>
Hyperlinks	<Collection: 0 items>
Referenced Pipe	TD - 364
<b>&lt;Geometry&gt;</b>	
X (m)	426,909.80
Y (m)	326,980.33
Is coordinate fixed?	True
Is offset to the left of referenced link?	True
Distance from End Point (Scaled) (m)	3.55
Is distance measured from start point of referenced link?	True
<b>Active Topology</b>	
Is Active?	True
<b>Initial Settings</b>	
Status (Initial)	Closed
<b>Physical</b>	
Zone	<None>
Is Operable?	True
Minor Loss Coefficient	0.200
Installation Year	0
Diameter (Valve) (mm)	55.71
Elevation (m)	714.07

Ilustración 86 - Propiedades de Válvula de Compuerta Oeste.

- Válvula de compuerta Sur: esta válvula está instalada en la tubería TD-101. Aísla el sector Sur.

Properties - Isolation Valve - Valvula de Compuerta: Sur (716)	
Valvula de Compuerta: Sur	
<Show All>	
Property Search	
<b>&lt;General&gt;</b>	
ID	716
Label	Valvula de Compuerta: Sur
Notes	
GIS-IDs	<Collection: 0 items>
Hyperlinks	<Collection: 0 items>
Referenced Pipe	TD - 101
<b>&lt;Geometry&gt;</b>	
X (m)	427,090.21
Y (m)	326,609.78
Is coordinate fixed?	True
Is offset to the left of referenced link?	False
Distance from End Point (Scaled) (m)	7.21
Is distance measured from start point of referenced link?	True
<b>Active Topology</b>	
Is Active?	True
<b>Initial Settings</b>	
Status (Initial)	Closed
<b>Physical</b>	
Zone	<None>
Is Operable?	True
Minor Loss Coefficient	0.200
Installation Year	0
Diameter (Valve) (mm)	55.71
Elevation (m)	690.25

Ilustración 87 - Propiedades de Válvula de Compuerta Sur.

- Válvula de compuerta Este: esta válvula está instalada en la tubería TD-187. Aísla el sector Este.

The screenshot shows a software window titled "Properties - Isolation Valve - Valvula de Compuerta: Este (715)". The window contains a search bar with "Valvula de Compuerta: Este" and a zoom level of "100%". Below the search bar is a "Property Search" field. The main content is a list of properties organized into sections:

Properties - Isolation Valve - Valvula de Compuerta: Este (715)	
Valvula de Compuerta: Este	
100%	
<Show All>	
Property Search	
<b>&lt;General&gt;</b>	
ID	715
Label	Valvula de Compuerta: Este
Notes	
GIS-IDs	<Collection: 0 items>
Hyperlinks	<Collection: 0 items>
Referenced Pipe	TD - 187
<b>&lt;Geometry&gt;</b>	
X (m)	427,098.26
Y (m)	326,620.86
Is coordinate fixed?	True
Is offset to the left of referenced link?	True
Distance from End Point (Scaled) (m)	5.84
Is distance measured from start point of referenced link?	True
<b>Active Topology</b>	
Is Active?	True
<b>Initial Settings</b>	
Status (Initial)	Closed
<b>Physical</b>	
Zone	<None>
Is Operable?	True
Minor Loss Coefficient	0.200
Installation Year	0
Diameter (Valve) (mm)	55.71
Elevation (m)	690.69

Ilustración 88 - Propiedades de Válvula de Compuerta Este.

Se han agregado a la red las válvulas de compuerta en estado "Abierto", es decir permite el flujo.

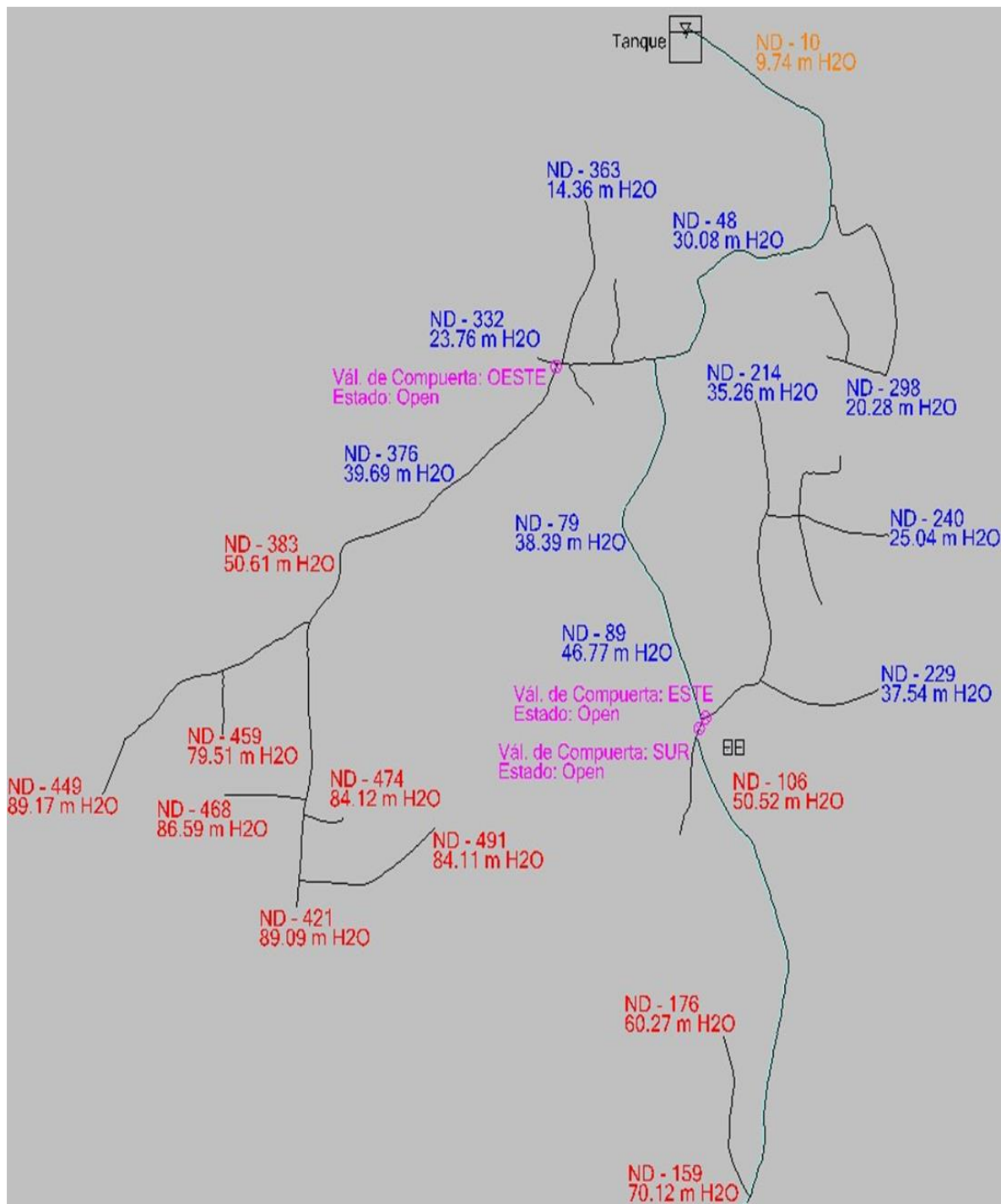


Ilustración 89 - Vista del Modelo en WaterCAD en escenario: "Aislamiento Total" con Válvulas de Compuerta Abierta de la Red de Distribución.

Se han agregado a la red las válvulas de compuerta en estado "Cerrado", es decir interrumpe el paso del flujo.

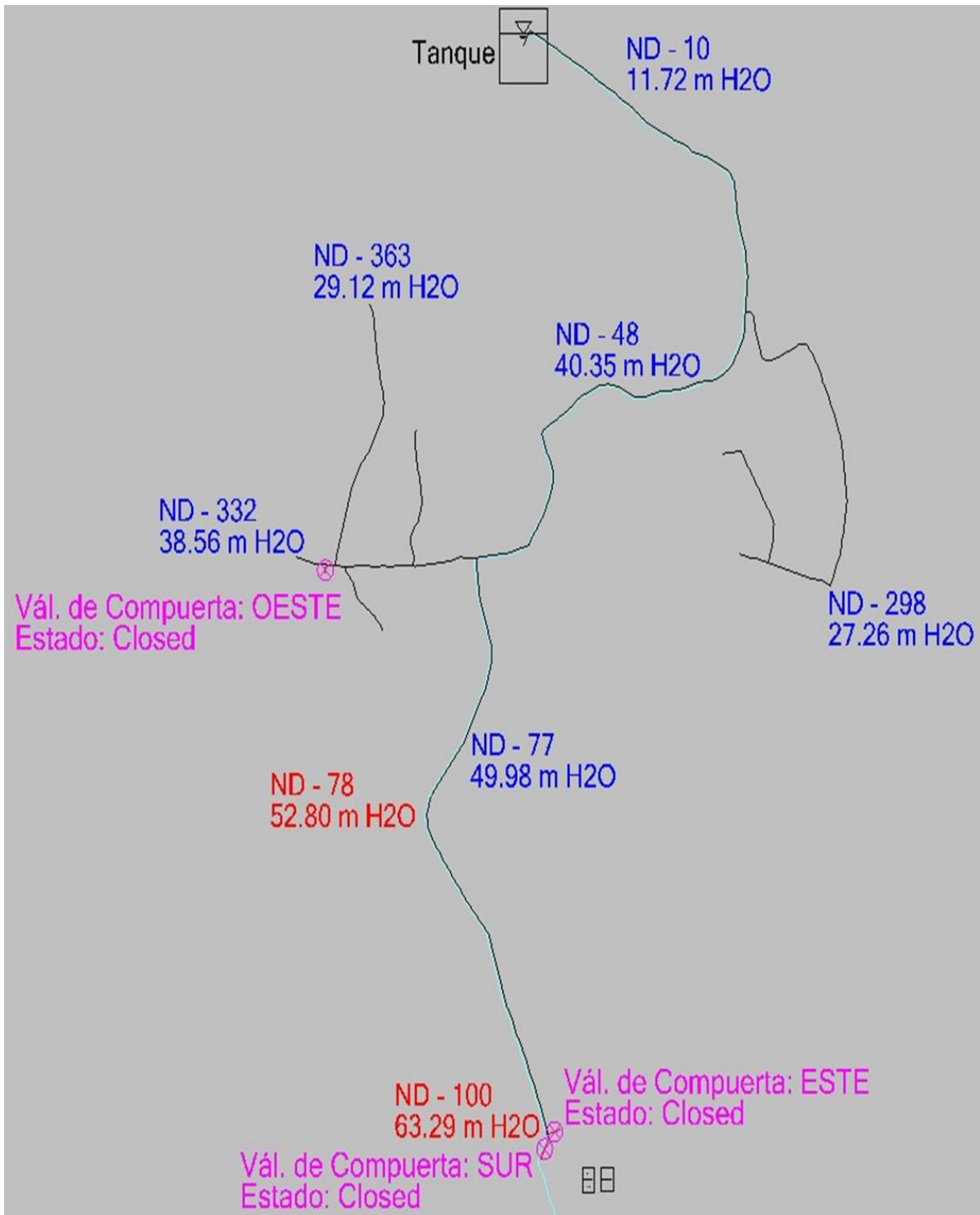


Ilustración 90 - Vista del Modelo en WaterCAD en escenario: "Aislamiento Total" con Válvulas de Compuerta Cerrada de la Red de Distribución.

### 3.10.1.3.1 Resultados

Se presentan las presiones nodales para los ramales 1 (del ND-1 hasta ND-101), 9, 10, 11, 12, 13 y 14.

Ramal – 1

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 1	755.54	1.32	ND - 52	709.09	45.28
ND - 2	750.76	5.94	ND - 53	708.16	46.18
ND - 3	750.03	6.64	ND - 54	707.75	46.58
ND - 4	748.46	8.16	ND - 55	707.00	47.30
ND - 5	748.24	8.36	ND - 56	706.83	47.45
ND - 6	746.94	9.60	ND - 57	706.79	47.48
ND - 7	746.55	9.97	ND - 58	706.80	47.43
ND - 8	746.18	10.31	ND - 59	706.99	47.21
ND - 9	745.43	11.02	ND - 60	707.00	47.18
ND - 10	744.69	11.72	ND - 61	707.07	47.08
ND - 11	744.42	11.98	ND - 62	707.33	46.78
ND - 12	743.86	12.49	ND - 63	707.41	46.68
ND - 13	743.59	12.72	ND - 64	707.59	46.49
ND - 14	743.42	12.84	ND - 65	708.06	46.00
ND - 15	743.75	12.42	ND - 66	708.50	45.55
ND - 16	742.93	13.15	ND - 67	708.96	45.07
ND - 17	742.82	13.25	ND - 68	709.62	44.38
ND - 18	740.61	15.39	ND - 69	710.27	43.70
ND - 19	739.48	16.49	ND - 70	711.31	42.60
ND - 20	738.30	17.63	ND - 71	712.30	41.52
ND - 21	737.16	18.73	ND - 72	711.75	42.06
ND - 22	735.03	20.78	ND - 73	708.62	45.17
ND - 23	733.38	22.32	ND - 74	708.27	45.52
ND - 24	733.09	22.60	ND - 75	707.50	46.29
ND - 25	732.32	23.33	ND - 76	706.25	47.53
ND - 26	729.41	26.10	ND - 77	703.79	49.98
ND - 27	728.89	26.58	ND - 78	700.96	52.80
ND - 28	728.70	26.75	ND - 79	700.47	53.29
ND - 29	728.09	27.28	ND - 80	699.77	53.99
ND - 30	727.42	27.85	ND - 81	699.17	54.58
ND - 31	725.91	29.22	ND - 82	698.79	54.96
ND - 32	724.72	30.35	ND - 83	698.37	55.38
ND - 33	724.55	30.52	ND - 84	697.77	55.98
ND - 34	722.67	32.32	ND - 85	697.49	56.26
ND - 35	721.70	33.25	ND - 86	696.97	56.78
ND - 36	720.59	34.32	ND - 87	696.77	56.97
ND - 37	718.97	35.88	ND - 88	695.26	58.48
ND - 38	717.80	37.00	ND - 89	691.48	62.25
ND - 39	717.21	37.54	ND - 90	690.81	62.92
ND - 40	717.06	37.67	ND - 91	690.54	63.18
ND - 41	716.87	37.85	ND - 92	690.24	63.48
ND - 42	716.51	38.17	ND - 93	690.22	63.50
ND - 43	716.33	38.33	ND - 94	690.20	63.53
ND - 44	716.21	38.42	ND - 95	690.16	63.57
ND - 45	715.99	38.59	ND - 96	690.18	63.54
ND - 46	715.70	38.86	ND - 97	690.36	63.37
ND - 47	715.39	39.15	ND - 98	690.48	63.24
ND - 48	714.16	40.35	ND - 99	690.69	63.04
ND - 49	712.63	41.84	ND - 100	690.44	63.29
ND - 50	711.94	42.51	ND - 101	690.08	0.00
ND - 51	711.31	43.13	ND - 102	690.00	(N/A)

Ilustración 91 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 1 en escenario "Aislamiento Total" de la Red de Distribución.

Ramal – 9

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 266	726.35	28.78
ND - 267	726.38	28.75
ND - 268	726.43	28.70
ND - 269	726.85	28.28
ND - 270	728.59	26.54
ND - 271	728.88	26.25
ND - 272	729.37	25.76
ND - 273	730.15	24.98
ND - 274	730.58	24.55
ND - 275	730.70	24.42
ND - 276	730.93	24.20
ND - 277	730.78	24.35
ND - 278	730.48	24.64
ND - 279	729.58	25.54
ND - 280	728.55	26.56
ND - 281	728.74	26.37
ND - 282	729.19	25.92
ND - 283	729.48	25.63
ND - 284	729.65	25.46
ND - 285	729.85	25.26
ND - 286	729.96	25.14
ND - 287	729.97	25.13
ND - 288	730.01	25.09
ND - 289	730.27	24.83
ND - 290	730.14	24.95
ND - 291	729.98	25.11
ND - 292	729.67	25.42
ND - 293	729.20	25.89
ND - 294	728.95	26.13
ND - 295	728.77	26.32
ND - 296	728.46	26.63
ND - 297	728.12	26.97
ND - 298	727.82	27.26
ND - 299	727.74	27.34
ND - 300	727.30	27.78
ND - 301	723.56	31.51
ND - 302	721.64	33.42
ND - 303	720.77	34.29
ND - 304	719.88	35.18

Ilustración 92 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 9 en escenario "Aislamiento Total" de la Red de Distribución.

Ramal – 10

Label ▲	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 305	723.79	31.28
ND - 306	723.61	31.46
ND - 307	723.57	31.50
ND - 308	723.46	31.60
ND - 309	723.41	31.65
ND - 310	723.13	31.93
ND - 311	723.10	31.97
ND - 312	722.89	32.18
ND - 313	722.76	32.31
ND - 314	722.52	32.54
ND - 315	722.30	32.76
ND - 316	719.38	35.68

Ilustración 93 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 10 en escenario "Aislamiento Total" de la Red de Distribución.

Ramal – 11

Label ▲	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 317	712.34	41.47
ND - 318	712.68	41.11
ND - 319	712.75	41.02
ND - 320	713.13	40.59
ND - 321	713.16	40.55
ND - 322	713.29	40.41
ND - 323	713.42	40.28
ND - 324	713.52	40.17
ND - 325	713.64	40.04
ND - 326	713.82	39.84
ND - 327	714.12	39.53
ND - 328	714.18	39.47
ND - 329	714.33	39.32
ND - 330	714.34	39.31
ND - 331	714.64	39.01
ND - 332	715.09	38.56

Ilustración 94 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 11 en escenario "Aislamiento Total" de la Red de Distribución.



Ramal – 12

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 333	713.33	40.39
ND - 334	713.70	40.01
ND - 335	713.94	39.77
ND - 336	714.10	39.62
ND - 337	714.34	39.37
ND - 338	714.77	38.94
ND - 339	715.02	38.69
ND - 340	715.86	37.86
ND - 341	716.08	37.64
ND - 342	716.72	36.99
ND - 343	717.20	36.52

Ilustración 95 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal -12 en escenario "Aislamiento Total" de la Red de Distribución.

Ramal – 13

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 344	714.16	39.49
ND - 345	713.61	40.05
ND - 346	713.50	40.15
ND - 347	713.04	40.61
ND - 348	712.79	40.86
ND - 349	711.82	41.82
ND - 350	711.67	41.97
ND - 351	711.65	42.00

Ilustración 96 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 13 en escenario "Aislamiento Total" de la Red de Distribución.

## Ramal – 14

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 352	714.51	39.13
ND - 353	716.85	36.79
ND - 354	717.74	35.90
ND - 355	718.20	35.44
ND - 356	719.09	34.55
ND - 357	719.32	34.32
ND - 358	719.58	34.06
ND - 359	720.07	33.57
ND - 360	720.66	32.99
ND - 361	721.11	32.54
ND - 362	723.54	30.11
ND - 363	724.53	29.12

Ilustración 97 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 14 en escenario "Aislamiento Total" de la Red de Distribución.

Solamente el ramal 1 a partir del nodo ND-78 presentan presiones por encima de la máxima permitida.

### 3.10.1.4 Escenario: "Aislamiento sector este"

En este escenario se analizará cómo se comportan las presiones de la red de distribución cuando únicamente la "Válvula de compuerta Este" está cerrada. Esta válvula está instalada en la tubería TD-187 y aísla el sector Este.

Properties - Isolation Valve - Valvula de Compuerta: Este (715)

Valvula de Compuerta: Este 100%

<Show All>

Property Search

<b>&lt;General&gt;</b>	
ID	715
Label	Valvula de Compuerta: Este
Notes	
GIS-IDs	<Collection: 0 items>
Hyperlinks	<Collection: 0 items>
Referenced Pipe	TD - 187
<b>&lt;Geometry&gt;</b>	
X (m)	427,098.26
Y (m)	326,620.86
Is coordinate fixed?	True
Is offset to the left of referenced link?	True
Distance from End Point (Scaled) (m)	5.84
Is distance measured from start point of referenced link?	True
<b>Active Topology</b>	
Is Active?	True
<b>Initial Settings</b>	
Status (Initial)	Closed
<b>Physical</b>	
Zone	<None>
Is Operable?	True
Minor Loss Coefficient	0.200
Installation Year	0
Diameter (Valve) (mm)	55.71
Elevation (m)	690.69

Ilustración 98 - Propiedades de Válvula de Compuerta Este.

Se han activado la válvula de compuerta del sector Este en estado "Cerrado", es decir interrumpe el paso del flujo.

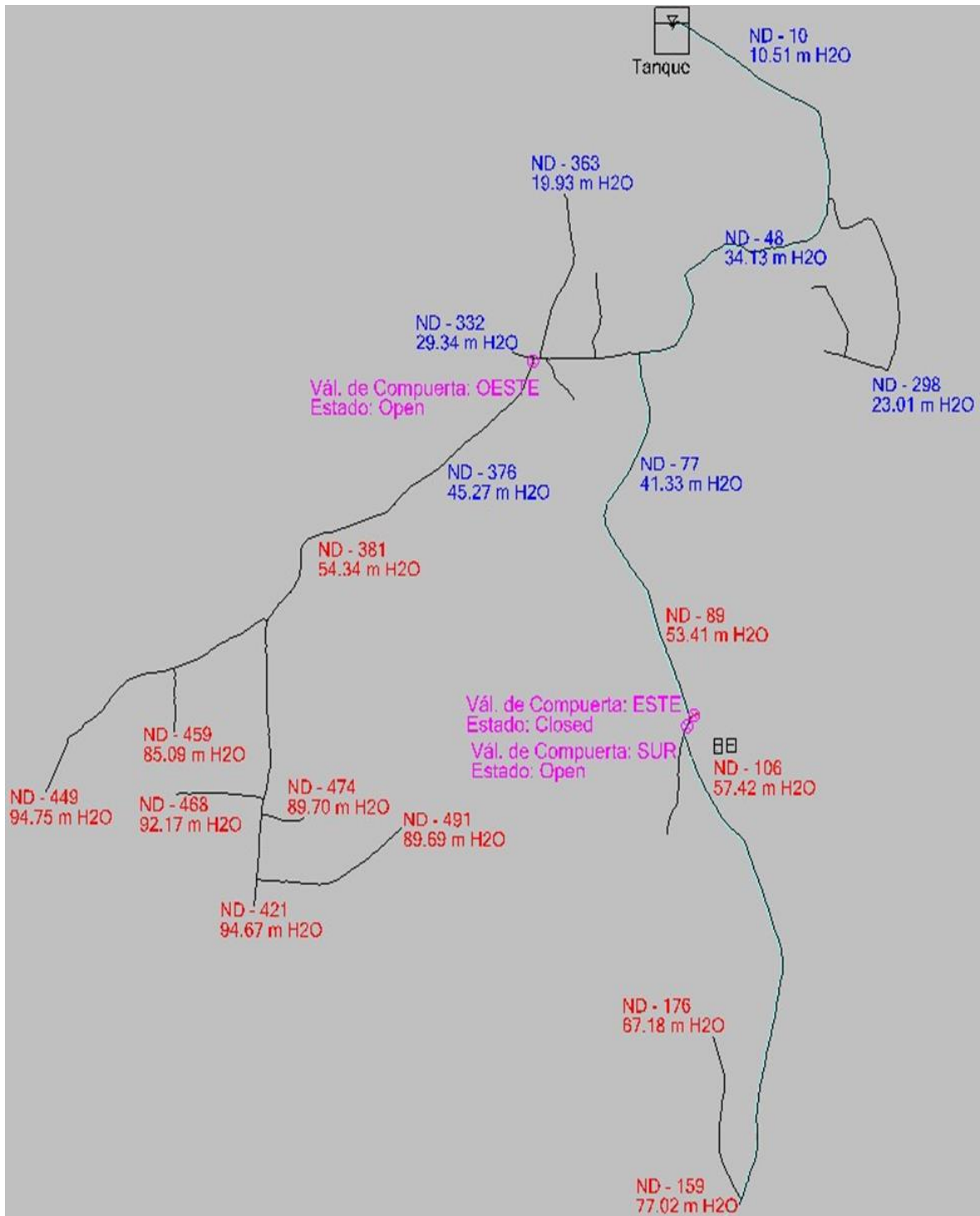


Ilustración 99 - Vista del Modelo en WaterCAD en escenario: "Aislamiento Este" con Válvula de Compuerta Este Cerrada de la Red de Distribución.

### 3.10.1.4.1 Resultados

En las siguientes imágenes se presentan las presiones nodales:

Ramal – 1

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 1	755.54	1.15
ND - 2	750.76	5.41
ND - 3	750.03	6.05
ND - 4	748.46	7.42
ND - 5	748.24	7.61
ND - 6	746.94	8.69
ND - 7	746.55	9.02
ND - 8	746.18	9.31
ND - 9	745.43	9.92
ND - 10	744.69	10.51
ND - 11	744.42	10.74
ND - 12	743.86	11.15
ND - 13	743.59	11.27
ND - 14	743.42	11.29
ND - 15	743.75	10.62
ND - 16	742.93	11.13
ND - 17	742.82	11.22
ND - 18	740.61	13.19
ND - 19	739.48	14.21
ND - 20	738.30	15.28
ND - 21	737.16	16.30
ND - 22	735.03	18.15
ND - 23	733.38	19.44
ND - 24	733.09	19.67
ND - 25	732.32	20.30
ND - 26	729.41	22.76
ND - 27	728.89	23.12
ND - 28	728.70	23.25
ND - 29	728.09	23.60
ND - 30	727.42	23.93
ND - 31	725.91	24.97
ND - 32	724.72	25.91
ND - 33	724.55	26.05
ND - 34	722.67	27.61
ND - 35	721.70	28.43
ND - 36	720.59	29.39
ND - 37	718.97	30.76
ND - 38	717.80	31.70
ND - 39	717.21	32.11
ND - 40	717.06	32.20
ND - 41	716.87	32.31
ND - 42	716.51	32.50
ND - 43	716.33	32.58
ND - 44	716.21	32.60
ND - 45	715.99	32.62
ND - 46	715.70	32.80
ND - 47	715.39	33.04
ND - 48	714.16	34.13
ND - 49	712.63	35.51
ND - 50	711.94	36.13
ND - 51	711.31	36.70

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 52	709.09	38.68
ND - 53	708.16	39.48
ND - 54	707.75	39.84
ND - 55	707.00	40.44
ND - 56	706.83	40.54
ND - 57	706.79	40.54
ND - 58	706.80	40.34
ND - 59	706.99	40.03
ND - 60	707.00	39.92
ND - 61	707.07	39.75
ND - 62	707.33	39.31
ND - 63	707.41	39.14
ND - 64	707.59	38.90
ND - 65	708.06	38.33
ND - 66	708.50	37.84
ND - 67	708.96	37.30
ND - 68	709.62	36.54
ND - 69	710.27	35.77
ND - 70	711.31	34.47
ND - 71	712.30	33.03
ND - 72	711.75	33.54
ND - 73	708.62	36.61
ND - 74	708.27	36.95
ND - 75	707.50	37.71
ND - 76	706.25	38.94
ND - 77	703.79	41.33
ND - 78	700.96	44.11
ND - 79	700.47	44.58
ND - 80	699.77	45.27
ND - 81	699.17	45.85
ND - 82	698.79	46.23
ND - 83	698.37	46.64
ND - 84	697.77	47.23
ND - 85	697.49	47.50
ND - 86	696.97	48.01
ND - 87	696.77	48.20
ND - 88	695.26	49.68
ND - 89	691.48	53.41
ND - 90	690.81	54.07
ND - 91	690.54	54.33
ND - 92	690.24	54.62
ND - 93	690.22	54.64
ND - 94	690.20	54.66
ND - 95	690.16	54.69
ND - 96	690.18	54.66
ND - 97	690.36	54.48
ND - 98	690.48	54.35
ND - 99	690.69	54.13
ND - 100	690.44	54.38
ND - 101	690.08	54.73
ND - 102	690.00	54.80

Ilustración 100 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 1 en escenario "Aislamiento Este" de la Red de Distribución. 1/2

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 103	689.95	54.85
ND - 104	689.60	55.20
ND - 105	688.11	56.68
ND - 106	687.36	57.42
ND - 107	686.67	58.11
ND - 108	683.64	61.12
ND - 109	683.39	61.37
ND - 110	682.89	61.87
ND - 111	682.99	61.77
ND - 112	683.09	61.67
ND - 113	683.39	61.36
ND - 114	683.73	61.02
ND - 115	683.56	61.19
ND - 116	683.23	61.51
ND - 117	683.03	61.71
ND - 118	682.92	61.82
ND - 119	682.80	61.93
ND - 120	682.68	62.06
ND - 121	682.60	62.13
ND - 122	682.40	62.33
ND - 123	682.33	62.39
ND - 124	682.12	62.61
ND - 125	682.02	62.70
ND - 126	681.97	62.74
ND - 127	681.85	62.87
ND - 128	681.67	63.04
ND - 129	681.09	63.62
ND - 130	680.79	63.92
ND - 131	680.44	64.26
ND - 132	680.15	64.56
ND - 133	679.94	64.77
ND - 134	679.75	64.95
ND - 135	678.96	65.74
ND - 136	678.85	65.85
ND - 137	677.81	66.89
ND - 138	677.52	67.18
ND - 139	677.19	67.51
ND - 140	677.10	67.59
ND - 141	676.83	67.86
ND - 142	676.73	67.96
ND - 143	676.38	68.32
ND - 144	676.20	68.50
ND - 145	675.96	68.74
ND - 146	675.52	69.17
ND - 147	675.27	69.42
ND - 148	674.69	70.00
ND - 149	674.52	70.16
ND - 150	673.04	71.64
ND - 151	671.10	73.57
ND - 152	670.80	73.88
ND - 153	670.46	74.21

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 111	682.99	61.77
ND - 112	683.09	61.67
ND - 113	683.39	61.36
ND - 114	683.73	61.02
ND - 115	683.56	61.19
ND - 116	683.23	61.51
ND - 117	683.03	61.71
ND - 118	682.92	61.82
ND - 119	682.80	61.93
ND - 120	682.68	62.06
ND - 121	682.60	62.13
ND - 122	682.40	62.33
ND - 123	682.33	62.39
ND - 124	682.12	62.61
ND - 125	682.02	62.70
ND - 126	681.97	62.74
ND - 127	681.85	62.87
ND - 128	681.67	63.04
ND - 129	681.09	63.62
ND - 130	680.79	63.92
ND - 131	680.44	64.26
ND - 132	680.15	64.56
ND - 133	679.94	64.77
ND - 134	679.75	64.95
ND - 135	678.96	65.74
ND - 136	678.85	65.85
ND - 137	677.81	66.89
ND - 138	677.52	67.18
ND - 139	677.19	67.51
ND - 140	677.10	67.59
ND - 141	676.83	67.86
ND - 142	676.73	67.96
ND - 143	676.38	68.32
ND - 144	676.20	68.50
ND - 145	675.96	68.74
ND - 146	675.52	69.17
ND - 147	675.27	69.42
ND - 148	674.69	70.00
ND - 149	674.52	70.16
ND - 150	673.04	71.64
ND - 151	671.10	73.57
ND - 152	670.80	73.88
ND - 153	670.46	74.21
ND - 154	669.99	74.68
ND - 155	669.16	75.52
ND - 156	668.64	76.03
ND - 157	668.37	76.30
ND - 158	667.93	76.74
ND - 159	667.65	77.02
ND - 160	667.26	77.41

Ilustración 101 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 1 en escenario "Aislamiento Este" de la Red de Distribución. 2/2

Ramal – 2

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 161	667.75	76.92
ND - 162	668.00	76.67
ND - 163	668.32	76.35
ND - 164	668.57	76.10
ND - 165	671.90	72.78
ND - 166	673.96	70.72
ND - 167	674.30	70.38
ND - 168	675.29	69.40
ND - 169	675.45	69.23
ND - 170	676.52	68.16
ND - 171	676.75	67.94
ND - 172	677.09	67.59
ND - 173	677.29	67.39
ND - 174	677.19	67.49
ND - 175	677.17	67.52
ND - 176	677.51	67.18

Ilustración 102 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 2 en escenario "Aislamiento Este" de la Red de Distribución.

Ramal – 3

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 177	690.10	54.71
ND - 178	690.55	54.25
ND - 179	690.56	54.24
ND - 180	690.38	54.42
ND - 181	690.29	54.52
ND - 182	689.81	55.00
ND - 183	689.87	54.93
ND - 184	690.18	54.63
ND - 185	689.33	55.47
ND - 186	689.07	55.73

Ilustración 103 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 3 en escenario "Aislamiento Este" de la Red de Distribución.

Ramal – 9

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 266	726.35	24.53
ND - 267	726.38	24.50
ND - 268	726.43	24.45
ND - 269	726.85	24.03
ND - 270	728.59	22.29
ND - 271	728.88	22.00
ND - 272	729.37	21.51
ND - 273	730.15	20.73
ND - 274	730.58	20.30
ND - 275	730.70	20.17
ND - 276	730.93	19.95
ND - 277	730.78	20.10
ND - 278	730.48	20.39
ND - 279	729.58	21.29
ND - 280	728.55	22.31
ND - 281	728.74	22.12
ND - 282	729.19	21.67
ND - 283	729.48	21.38
ND - 284	729.65	21.21
ND - 285	729.85	21.01
ND - 286	729.96	20.89
ND - 287	729.97	20.88
ND - 288	730.01	20.84
ND - 289	730.27	20.58
ND - 290	730.14	20.70
ND - 291	729.98	20.86
ND - 292	729.67	21.16
ND - 293	729.20	21.64
ND - 294	728.95	21.88
ND - 295	728.77	22.07
ND - 296	728.46	22.38
ND - 297	728.12	22.71
ND - 298	727.82	23.01
ND - 299	727.74	23.08
ND - 300	727.30	23.53
ND - 301	723.56	27.26
ND - 302	721.64	29.17
ND - 303	720.77	30.04
ND - 304	719.88	30.93

Ilustración 104 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 9 en escenario "Aislamiento Este" de la Red de Distribución.



Ramal – 10

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 305	723.79	27.03
ND - 306	723.61	27.20
ND - 307	723.57	27.25
ND - 308	723.46	27.35
ND - 309	723.41	27.40
ND - 310	723.13	27.68
ND - 311	723.10	27.72
ND - 312	722.89	27.93
ND - 313	722.76	28.05
ND - 314	722.52	28.29
ND - 315	722.30	28.51
ND - 316	719.38	31.43

Ilustración 105 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 10 en escenario "Aislamiento Este" de la Red de Distribución.

Ramal – 11

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 317	712.34	32.95
ND - 318	712.68	32.53
ND - 319	712.75	32.39
ND - 320	713.13	31.76
ND - 321	713.16	31.72
ND - 322	713.29	31.53
ND - 323	713.42	31.34
ND - 324	713.52	31.19
ND - 325	713.64	31.03
ND - 326	713.82	30.76
ND - 327	714.12	30.40
ND - 328	714.18	30.33
ND - 329	714.33	30.13
ND - 330	714.34	30.09
ND - 331	714.64	29.78
ND - 332	715.09	29.34

Ilustración 106 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 11 en escenario "Aislamiento Este" de la Red de Distribución.

Ramal – 12

Label ▲	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 333	713.33	31.55
ND - 334	713.70	31.17
ND - 335	713.94	30.94
ND - 336	714.10	30.78
ND - 337	714.34	30.54
ND - 338	714.77	30.11
ND - 339	715.02	29.86
ND - 340	715.86	29.02
ND - 341	716.08	28.80
ND - 342	716.72	28.16
ND - 343	717.20	27.68

Ilustración 107 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 12 en escenario "Aislamiento Este" de la Red de Distribución.

Ramal – 13

Label ▲	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 344	714.16	30.35
ND - 345	713.61	30.90
ND - 346	713.50	31.01
ND - 347	713.04	31.46
ND - 348	712.79	31.71
ND - 349	711.82	32.68
ND - 350	711.67	32.83
ND - 351	711.65	32.85

Ilustración 108 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal -13 en escenario "Aislamiento Este" de la Red de Distribución.

Ramal – 14

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 352	714.51	29.95
ND - 353	716.85	27.60
ND - 354	717.74	26.72
ND - 355	718.20	26.26
ND - 356	719.09	25.36
ND - 357	719.32	25.14
ND - 358	719.58	24.87
ND - 359	720.07	24.38
ND - 360	720.66	23.80
ND - 361	721.11	23.35
ND - 362	723.54	20.93
ND - 363	724.53	19.93

Ilustración 109 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 14 en escenario "Aislamiento Este" de la Red de Distribución.

Ramal – 15

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 364	713.84	30.56	ND - 371	705.93	38.23
ND - 365	712.98	31.37	ND - 372	705.02	39.13
ND - 366	712.53	31.80	ND - 373	703.89	40.24
ND - 367	711.80	32.50	ND - 374	703.42	40.70
ND - 368	710.08	34.16	ND - 375	702.51	41.59
ND - 369	709.68	34.56	ND - 376	698.73	45.27
ND - 370	706.34	37.83	ND - 377	697.09	46.81
ND - 371	705.93	38.23	ND - 378	696.47	47.40
ND - 372	705.02	39.13	ND - 379	696.35	47.50
ND - 373	703.89	40.24	ND - 380	696.00	47.82
ND - 374	703.42	40.70	ND - 381	689.32	54.34
ND - 375	702.51	41.59	ND - 382	688.77	54.86
ND - 376	698.73	45.27	ND - 383	687.41	56.18
ND - 377	697.09	46.81	ND - 384	686.38	57.20
ND - 378	696.47	47.40	ND - 385	685.36	58.20
ND - 379	696.35	47.50	ND - 386	683.52	60.00
ND - 380	696.00	47.82	ND - 387	682.87	60.65
ND - 381	689.32	54.34	ND - 388	681.62	61.87
ND - 382	688.77	54.86	ND - 389	680.84	62.64
ND - 383	687.41	56.18	ND - 390	679.24	64.22
ND - 384	686.38	57.20	ND - 391	678.24	65.20
ND - 385	685.36	58.20	ND - 392	677.21	66.21
ND - 386	683.52	60.00	ND - 393	676.73	66.68
ND - 387	682.87	60.65	ND - 394	675.91	67.48
ND - 388	681.62	61.87	ND - 395	673.39	69.95
ND - 389	680.84	62.64	ND - 396	673.26	70.09
ND - 390	679.24	64.22	ND - 397	672.21	71.13
ND - 391	678.24	65.20	ND - 398	670.98	72.34
ND - 392	677.21	66.21	ND - 399	669.98	73.33
ND - 393	676.73	66.68	ND - 400	669.61	73.70
ND - 394	675.91	67.48	ND - 401	668.86	74.44
ND - 395	673.39	69.95	ND - 402	668.10	75.19
ND - 396	673.26	70.09	ND - 403	667.53	75.76
ND - 397	672.21	71.13	ND - 404	666.72	76.57
ND - 398	670.98	72.34	ND - 405	665.87	77.40
ND - 399	669.98	73.33	ND - 406	664.94	78.32
ND - 400	669.61	73.70	ND - 407	663.34	79.92
ND - 401	668.86	74.44	ND - 408	662.25	81.00
ND - 402	668.10	75.19	ND - 409	658.77	84.46
ND - 403	667.53	75.76	ND - 410	658.29	84.94
ND - 404	666.72	76.57	ND - 411	655.43	87.78
ND - 405	665.87	77.40	ND - 412	654.87	88.34
ND - 406	664.94	78.32	ND - 413	654.12	89.08
ND - 407	663.34	79.92	ND - 414	653.27	89.92
ND - 408	662.25	81.00	ND - 415	652.53	90.66
ND - 409	658.77	84.46	ND - 416	651.98	91.20
ND - 410	658.29	84.94	ND - 418	649.82	93.36
ND - 411	655.43	87.78	ND - 419	649.71	93.47
ND - 412	654.87	88.34	ND - 420	649.01	94.17
ND - 413	654.12	89.08	ND - 421	648.51	94.67
ND - 414	653.27	89.92			

Ilustración 110 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 15 en escenario "Aislamiento Este" de la Red de Distribución.

## Ramal – 16

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 422	673.60	69.74
ND - 423	673.64	69.69
ND - 424	673.20	70.13
ND - 425	672.42	70.91
ND - 426	671.88	71.44
ND - 427	671.37	71.96
ND - 428	671.13	72.19
ND - 429	670.86	72.46
ND - 430	670.75	72.56
ND - 431	670.24	73.08
ND - 432	670.00	73.31
ND - 433	668.94	74.37
ND - 434	666.45	76.85
ND - 435	665.24	78.05
ND - 436	662.20	81.08
ND - 437	658.36	84.92
ND - 438	657.04	86.23
ND - 439	655.53	87.74
ND - 440	654.87	88.39
ND - 441	653.85	89.41
ND - 442	653.43	89.83
ND - 443	653.16	90.10
ND - 444	652.27	90.98
ND - 445	652.12	91.14
ND - 446	651.71	91.54
ND - 447	650.61	92.65
ND - 448	650.46	92.80
ND - 449	648.50	94.75

Ilustración 111 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 16 en escenario "Aislamiento Este" de la Red de Distribución.

## Ramal – 17

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 450	666.36	76.94
ND - 451	665.47	77.83
ND - 452	664.89	78.40
ND - 453	663.34	79.95
ND - 454	662.32	80.97
ND - 455	661.53	81.75
ND - 456	660.30	82.98
ND - 457	659.32	83.96
ND - 458	658.78	84.50
ND - 459	658.19	85.09

Ilustración 112 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 17 en escenario "Aislamiento Este" de la Red de Distribución.

## Ramal – 18

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 460	652.29	90.90
ND - 461	651.09	92.09
ND - 462	651.00	92.18
ND - 463	650.95	92.23
ND - 464	650.89	92.29
ND - 465	650.89	92.29
ND - 466	650.98	92.20
ND - 467	651.09	92.09
ND - 468	651.01	92.17

Ilustración 113 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 18 en escenario "Aislamiento Este" de la Red de Distribución.

## Ramal – 19

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 469	651.79	91.40
ND - 470	652.37	90.82
ND - 471	652.80	90.39
ND - 472	653.01	90.18
ND - 473	653.38	89.81
ND - 474	653.49	89.70

Ilustración 114 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 19 en escenario "Aislamiento Este" de la Red de Distribución.

## Ramal – 20

Label	Elevation (m)	Pressure (m H <sub>2</sub> O)
ND - 475	649.03	94.14
ND - 476	649.08	94.10
ND - 477	649.14	94.03
ND - 478	649.20	93.98
ND - 479	649.36	93.81
ND - 480	649.40	93.77
ND - 481	649.58	93.60
ND - 482	649.73	93.44
ND - 483	649.89	93.28
ND - 484	650.11	93.07
ND - 485	650.16	93.02
ND - 486	650.37	92.81
ND - 487	650.40	92.78
ND - 488	650.60	92.58
ND - 489	650.87	92.31
ND - 490	651.04	92.14
ND - 491	653.50	89.68

Ilustración 115 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 20 en escenario "Aislamiento Este" de la Red de Distribución.

En el ramal 1 a partir del nodo ND-89 se presentan presiones que están por encima del máximo. También desde el nodo ND-381 del ramal 15 y todos los nodos de los ramales 2, 3, 16, 17, 18, 19 y 20 se aprecian presiones por arriba de 50 mca.

### 3.10.1.5 Escenario: "Aislamiento sector sur"

En este escenario se analizará cómo se comportan las presiones de la red de distribución cuando únicamente la "Válvula de compuerta Sur" está cerrada. Esta válvula está instalada en la tubería TD-101. Aísla parcialmente el ramal 1 desde el nodo ND-101 y aísla el Sector Sur.

Properties - Isolation Valve - Valvula de Compuerta: Sur (716)

Valvula de Compuerta: Sur 100%

<Show All>

Property Search

<b>&lt;General&gt;</b>	
ID	716
Label	Valvula de Compuerta: Sur
Notes	
GIS-IDs	<Collection: 0 items>
Hyperlinks	<Collection: 0 items>
Referenced Pipe	TD - 101
<b>&lt;Geometry&gt;</b>	
X (m)	427,090.21
Y (m)	326,609.78
Is coordinate fixed?	True
Is offset to the left of referenced link?	False
Distance from End Point (Scaled) (m)	7.21
Is distance measured from start point of referenced link?	True
<b>Active Topology</b>	
Is Active?	True
<b>Initial Settings</b>	
Status (Initial)	Closed
<b>Physical</b>	
Zone	<None>
Is Operable?	True
Minor Loss Coefficient	0.200
Installation Year	0
Diameter (Valve) (mm)	55.71
Elevation (m)	690.25

Ilustración 116 - Propiedades de la Válvula de Compuerta Sur.



Vista del modelo en WaterCAD en escenario: "Aislamiento Sector Sur (Red de Distribución)". Se han activado la válvula de compuerta del sector Sur en estado "Cerrado", es decir interrumpe el paso del flujo.

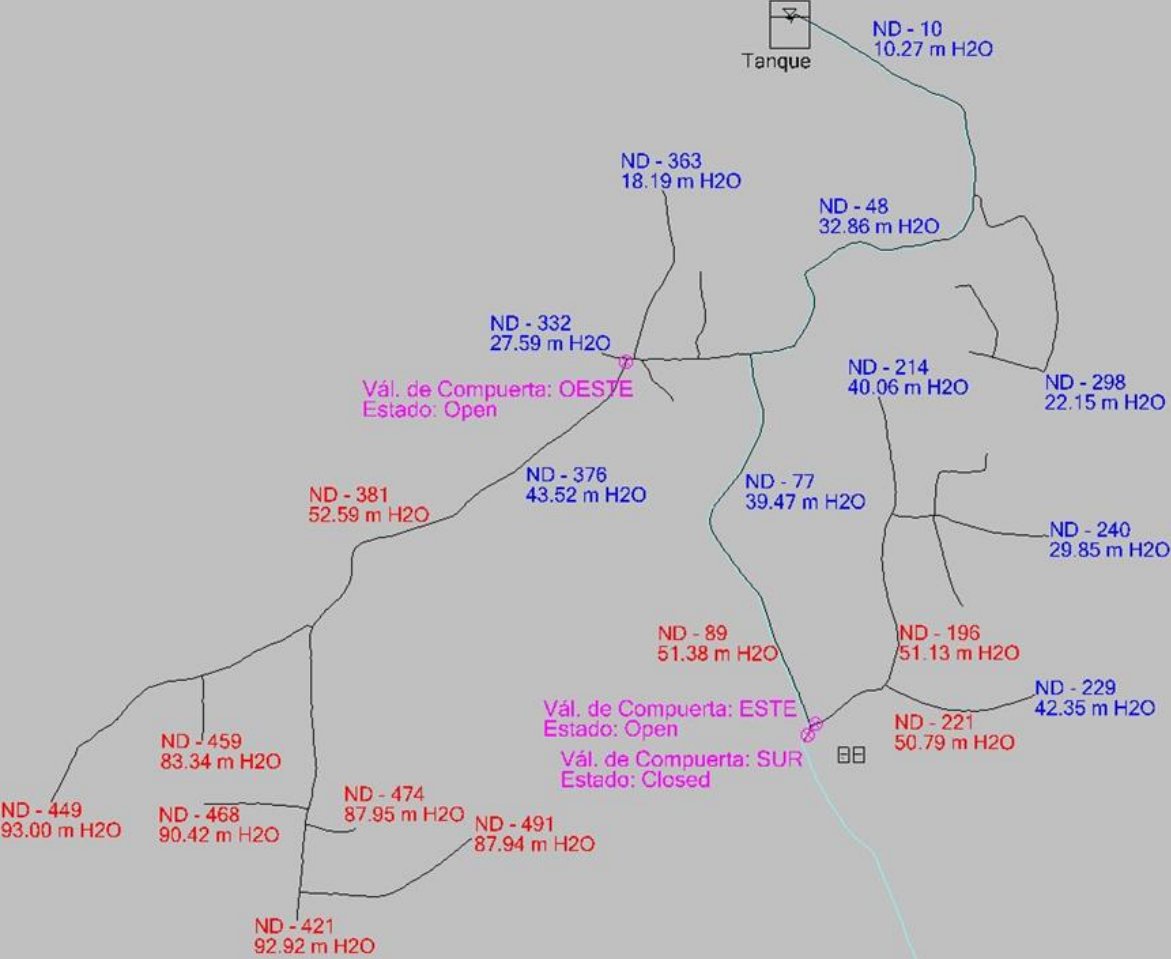


Ilustración 117 - Vista del Modelo en WaterCAD en escenario: "Aislamiento Sur" con Válvula de Compuerta Sur Cerrada de la Red de Distribución.

### 3.10.1.5.1 Resultados

En las siguientes imágenes se presentan las presiones nodales:

Ramal – 1

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 1	755.54	1.12
ND - 2	750.76	5.30
ND - 3	750.03	5.93
ND - 4	748.46	7.28
ND - 5	748.24	7.46
ND - 6	746.94	8.51
ND - 7	746.55	8.83
ND - 8	746.18	9.10
ND - 9	745.43	9.69
ND - 10	744.69	10.27
ND - 11	744.42	10.49
ND - 12	743.86	10.88
ND - 13	743.59	10.98
ND - 14	743.42	10.97
ND - 15	743.75	10.25
ND - 16	742.93	10.73
ND - 17	742.82	10.80
ND - 18	740.61	12.75
ND - 19	739.48	13.75
ND - 20	738.30	14.80
ND - 21	737.16	15.81
ND - 22	735.03	17.62
ND - 23	733.38	18.86
ND - 24	733.09	19.08
ND - 25	732.32	19.69
ND - 26	729.41	22.08
ND - 27	728.89	22.42
ND - 28	728.70	22.55
ND - 29	728.09	22.86
ND - 30	727.42	23.14
ND - 31	725.91	24.11
ND - 32	724.72	25.01
ND - 33	724.55	25.15
ND - 34	722.67	26.65
ND - 35	721.70	27.45
ND - 36	720.59	28.38
ND - 37	718.97	29.72
ND - 38	717.80	30.62
ND - 39	717.21	31.01
ND - 40	717.06	31.08
ND - 41	716.87	31.19
ND - 42	716.51	31.35
ND - 43	716.33	31.41
ND - 44	716.21	31.42
ND - 45	715.99	31.40
ND - 46	715.70	31.57
ND - 47	715.39	31.79
ND - 48	714.16	32.86
ND - 49	712.63	34.22
ND - 50	711.94	34.83
ND - 51	711.31	35.39
ND - 52	709.09	37.32
ND - 53	708.16	38.11
ND - 54	707.75	38.46
ND - 55	707.00	39.04
ND - 56	706.83	39.13
ND - 57	706.79	39.12
ND - 58	706.80	38.89
ND - 59	706.99	38.56
ND - 60	707.00	38.44
ND - 61	707.07	38.24
ND - 62	707.33	37.77
ND - 63	707.41	37.59
ND - 64	707.59	37.34
ND - 65	708.06	36.76
ND - 66	708.50	36.26
ND - 67	708.96	35.70
ND - 68	709.62	34.93
ND - 69	710.27	34.15
ND - 70	711.31	32.80
ND - 71	712.30	31.28
ND - 72	711.75	31.77
ND - 73	708.62	34.80
ND - 74	708.27	35.15
ND - 75	707.50	35.90
ND - 76	706.25	37.11
ND - 77	703.79	39.47
ND - 78	700.96	42.20
ND - 79	700.47	42.67
ND - 80	699.77	43.35
ND - 81	699.17	43.92
ND - 82	698.79	44.29
ND - 83	698.37	44.70
ND - 84	697.77	45.28
ND - 85	697.49	45.54
ND - 86	696.97	46.05
ND - 87	696.77	46.24
ND - 88	695.26	47.69
ND - 89	691.48	51.38
ND - 90	690.81	52.03
ND - 91	690.54	52.28
ND - 92	690.24	52.57
ND - 93	690.22	52.58
ND - 94	690.20	52.60
ND - 95	690.16	52.62
ND - 96	690.18	52.59
ND - 97	690.36	52.40
ND - 98	690.48	52.27
ND - 99	690.69	52.03
ND - 100	690.44	52.28
ND - 101	690.08	0.00
ND - 102	690.00	(N/A)

Ilustración 118 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 1 en escenario "Aislamiento Sur" de la Red de Distribución.

## Ramal – 4

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 187	690.70	52.00
ND - 188	690.74	51.95
ND - 189	690.02	52.63
ND - 190	689.91	52.73
ND - 191	689.99	52.64
ND - 192	690.05	52.56
ND - 193	690.03	52.58
ND - 194	690.10	52.50
ND - 195	690.95	51.63
ND - 196	691.44	51.13
ND - 197	692.69	49.87
ND - 198	692.72	49.84
ND - 199	692.75	49.81
ND - 200	693.05	49.50
ND - 201	692.98	49.57
ND - 202	694.14	48.40
ND - 203	694.81	47.72
ND - 204	694.89	47.64
ND - 205	695.40	47.14
ND - 206	696.26	46.27
ND - 207	696.89	45.64
ND - 208	697.99	44.54
ND - 209	699.23	43.31
ND - 210	699.39	43.15
ND - 211	700.01	42.53
ND - 212	700.11	42.42
ND - 213	701.44	41.10
ND - 214	702.48	40.06

Ilustración 119 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 4 en escenario "Aislamiento Sur" de la Red de Distribución.

## Ramal – 5

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 215	689.97	52.64
ND - 216	689.76	52.84
ND - 217	689.86	52.75
ND - 218	690.02	52.59
ND - 219	690.16	52.45
ND - 220	690.40	52.21
ND - 221	691.82	50.79
ND - 222	693.48	49.13
ND - 223	693.77	48.84
ND - 224	694.38	48.23
ND - 225	696.26	46.36
ND - 226	698.08	44.53
ND - 227	698.55	44.07
ND - 228	699.94	42.68
ND - 229	700.28	42.35

Ilustración 120 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 5 en escenario "Aislamiento Sur" de la Red de Distribución.

Ramal – 6

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 230	696.60	45.94
ND - 231	698.26	44.27
ND - 232	699.60	42.93
ND - 233	699.74	42.79
ND - 234	700.12	42.41
ND - 235	700.83	41.71
ND - 236	701.43	41.10
ND - 237	705.99	36.56
ND - 238	710.78	31.77
ND - 239	712.02	30.54
ND - 240	712.71	29.85

Ilustración 121 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 6 en escenario "Aislamiento Sur" de la Red de Distribución.

Ramal – 7

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 241	699.84	42.70
ND - 242	699.84	42.69
ND - 243	699.73	42.80
ND - 244	699.59	42.94
ND - 245	699.53	43.00
ND - 246	699.50	43.03
ND - 247	699.45	43.08
ND - 248	699.43	43.11
ND - 249	699.37	43.17
ND - 250	699.20	43.33
ND - 251	699.15	43.38
ND - 252	698.96	43.57
ND - 253	698.60	43.93

Ilustración 122 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 7 en escenario "Aislamiento Sur" de la Red de Distribución.

Ramal – 8

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 254	700.30	42.24
ND - 255	701.85	40.68
ND - 256	703.12	39.42
ND - 257	703.44	39.10
ND - 258	703.79	38.75
ND - 259	704.65	37.89
ND - 260	705.20	37.35
ND - 261	706.93	35.61
ND - 262	710.34	32.21
ND - 263	710.98	31.58
ND - 264	711.38	31.18
ND - 265	712.69	29.87

Ilustración 123 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 8 en escenario "Aislamiento Sur" de la Red de Distribución.

Ramal – 9

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 266	726.35	23.67
ND - 267	726.38	23.64
ND - 268	726.43	23.59
ND - 269	726.85	23.17
ND - 270	728.59	21.43
ND - 271	728.88	21.14
ND - 272	729.37	20.65
ND - 273	730.15	19.87
ND - 274	730.58	19.44
ND - 275	730.70	19.31
ND - 276	730.93	19.09
ND - 277	730.78	19.24
ND - 278	730.48	19.54
ND - 279	729.58	20.43
ND - 280	728.55	21.45
ND - 281	728.74	21.26
ND - 282	729.19	20.81
ND - 283	729.48	20.52
ND - 284	729.65	20.35
ND - 285	729.85	20.15
ND - 286	729.96	20.04
ND - 287	729.97	20.02
ND - 288	730.01	19.98
ND - 289	730.27	19.72
ND - 290	730.14	19.84
ND - 291	729.98	20.01
ND - 292	729.67	20.31
ND - 293	729.20	20.78
ND - 294	728.95	21.03
ND - 295	728.77	21.21
ND - 296	728.46	21.52
ND - 297	728.12	21.86
ND - 298	727.82	22.15
ND - 299	727.74	22.23
ND - 300	727.30	22.67
ND - 301	723.56	26.40
ND - 302	721.64	28.31
ND - 303	720.77	29.18
ND - 304	719.88	30.07

Ilustración 124 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 9 en escenario "Aislamiento Sur" de la Red de Distribución.

Ramal – 10

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 305	723.79	26.17
ND - 306	723.61	26.35
ND - 307	723.57	26.39
ND - 308	723.46	26.50
ND - 309	723.41	26.55
ND - 310	723.13	26.82
ND - 311	723.10	26.86
ND - 312	722.89	27.07
ND - 313	722.76	27.20
ND - 314	722.52	27.44
ND - 315	722.30	27.65
ND - 316	719.38	30.57

Ilustración 125 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 10 en escenario "Aislamiento Sur" de la Red de Distribución.

Ramal – 11

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 317	712.34	31.20
ND - 318	712.68	30.78
ND - 319	712.75	30.64
ND - 320	713.13	30.02
ND - 321	713.16	29.97
ND - 322	713.29	29.78
ND - 323	713.42	29.59
ND - 324	713.52	29.45
ND - 325	713.64	29.28
ND - 326	713.82	29.02
ND - 327	714.12	28.65
ND - 328	714.18	28.58
ND - 329	714.33	28.38
ND - 330	714.34	28.34
ND - 331	714.64	28.04
ND - 332	715.09	27.59

Ilustración 126 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 11 en escenario "Aislamiento Sur" de la Red de Distribución.

Ramal – 12

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 333	713.33	29.81
ND - 334	713.70	29.43
ND - 335	713.94	29.19
ND - 336	714.10	29.04
ND - 337	714.34	28.79
ND - 338	714.77	28.36
ND - 339	715.02	28.11
ND - 340	715.86	27.28
ND - 341	716.08	27.06
ND - 342	716.72	26.41
ND - 343	717.20	25.94

Ilustración 127 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 12 en escenario "Aislamiento Sur" de la Red de Distribución.

Ramal – 13

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 344	714.16	28.60
ND - 345	713.61	29.15
ND - 346	713.50	29.26
ND - 347	713.04	29.71
ND - 348	712.79	29.97
ND - 349	711.82	30.93
ND - 350	711.67	31.08
ND - 351	711.65	31.11

Ilustración 128 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 13 en escenario "Aislamiento Sur" de la Red de Distribución.



Ramal – 14

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 352	714.51	28.20
ND - 353	716.85	25.85
ND - 354	717.74	24.97
ND - 355	718.20	24.51
ND - 356	719.09	23.62
ND - 357	719.32	23.39
ND - 358	719.58	23.13
ND - 359	720.07	22.64
ND - 360	720.66	22.05
ND - 361	721.11	21.60
ND - 362	723.54	19.18
ND - 363	724.53	18.19

Ilustración 129 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 14 en escenario "Aislamiento Total" de la Red de Distribución.

Ramal – 15

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 364	713.84	28.82	ND - 371	705.93	36.48
ND - 365	712.98	29.62	ND - 372	705.02	37.38
ND - 366	712.53	30.05	ND - 373	703.89	38.49
ND - 367	711.80	30.75	ND - 374	703.42	38.95
ND - 368	710.08	32.42	ND - 375	702.51	39.84
ND - 369	709.68	32.81	ND - 376	698.73	43.52
ND - 370	706.34	36.08	ND - 377	697.09	45.07
ND - 371	705.93	36.48	ND - 378	696.47	45.65
ND - 372	705.02	37.38	ND - 379	696.35	45.75
ND - 373	703.89	38.49	ND - 380	696.00	46.08
ND - 374	703.42	38.95	ND - 381	689.32	52.59
ND - 375	702.51	39.84	ND - 382	688.77	53.12
ND - 376	698.73	43.52	ND - 383	687.41	54.44
ND - 377	697.09	45.07	ND - 384	686.38	55.45
ND - 378	696.47	45.65	ND - 385	685.36	56.45
ND - 379	696.35	45.75	ND - 386	683.52	58.26
ND - 380	696.00	46.08	ND - 387	682.87	58.90
ND - 381	689.32	52.59	ND - 388	681.62	60.13
ND - 382	688.77	53.12	ND - 389	680.84	60.90
ND - 383	687.41	54.44	ND - 390	679.24	62.47
ND - 384	686.38	55.45	ND - 391	678.24	63.45
ND - 385	685.36	56.45	ND - 392	677.21	64.46
ND - 386	683.52	58.26	ND - 393	676.73	64.93
ND - 387	682.87	58.90	ND - 394	675.91	65.74
ND - 388	681.62	60.13	ND - 395	673.39	68.21
ND - 389	680.84	60.90	ND - 396	673.26	68.34
ND - 390	679.24	62.47	ND - 397	672.21	69.38
ND - 391	678.24	63.45	ND - 398	670.98	70.60
ND - 392	677.21	64.46	ND - 399	669.98	71.58
ND - 393	676.73	64.93	ND - 400	669.61	71.95
ND - 394	675.91	65.74	ND - 401	668.86	72.69
ND - 395	673.39	68.21	ND - 402	668.10	73.44
ND - 396	673.26	68.34	ND - 403	667.53	74.01
ND - 397	672.21	69.38	ND - 404	666.72	74.82
ND - 398	670.98	70.60	ND - 405	665.87	75.66
ND - 399	669.98	71.58	ND - 406	664.94	76.58
ND - 400	669.61	71.95	ND - 407	663.34	78.17
ND - 401	668.86	72.69	ND - 408	662.25	79.25
ND - 402	668.10	73.44	ND - 409	658.77	82.72
ND - 403	667.53	74.01	ND - 410	658.29	83.19
ND - 404	666.72	74.82	ND - 411	655.43	86.03
ND - 405	665.87	75.66	ND - 412	654.87	86.59
ND - 406	664.94	76.58	ND - 413	654.12	87.33
ND - 407	663.34	78.17	ND - 414	653.27	88.18
ND - 408	662.25	79.25	ND - 415	652.53	88.91
ND - 409	658.77	82.72	ND - 416	651.98	89.46
ND - 410	658.29	83.19	ND - 418	649.82	91.61
ND - 411	655.43	86.03	ND - 419	649.71	91.72
ND - 412	654.87	86.59	ND - 420	649.01	92.42
ND - 413	654.12	87.33	ND - 421	648.51	92.92
ND - 414	653.27	88.18			

Ilustración 130 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 15 en escenario "Aislamiento Sur" de la Red de Distribución.

## Ramal – 16

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 422	673.60	67.99
ND - 423	673.64	67.95
ND - 424	673.20	68.38
ND - 425	672.42	69.16
ND - 426	671.88	69.70
ND - 427	671.37	70.21
ND - 428	671.13	70.44
ND - 429	670.86	70.71
ND - 430	670.75	70.82
ND - 431	670.24	71.33
ND - 432	670.00	71.57
ND - 433	668.94	72.62
ND - 434	666.45	75.10
ND - 435	665.24	76.30
ND - 436	662.20	79.34
ND - 437	658.36	83.17
ND - 438	657.04	84.48
ND - 439	655.53	85.99
ND - 440	654.87	86.64
ND - 441	653.85	87.66
ND - 442	653.43	88.08
ND - 443	653.16	88.36
ND - 444	652.27	89.24
ND - 445	652.12	89.39
ND - 446	651.71	89.79
ND - 447	650.61	90.90
ND - 448	650.46	91.05
ND - 449	648.50	93.00

Ilustración 131 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 16 en escenario "Aislamiento Sur" de la Red de Distribución.

## Ramal – 17

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 450	666.36	75.19
ND - 451	665.47	76.08
ND - 452	664.89	76.65
ND - 453	663.34	78.20
ND - 454	662.32	79.22
ND - 455	661.53	80.01
ND - 456	660.30	81.23
ND - 457	659.32	82.22
ND - 458	658.78	82.75
ND - 459	658.19	83.34

Ilustración 132 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 17 en escenario "Aislamiento Sur" de la Red de Distribución.

Ramal – 18

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 460	652.29	89.16
ND - 461	651.09	90.34
ND - 462	651.00	90.44
ND - 463	650.95	90.48
ND - 464	650.89	90.54
ND - 465	650.89	90.54
ND - 466	650.98	90.46
ND - 467	651.09	90.34
ND - 468	651.01	90.42

Ilustración 133 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 18 en escenario "Aislamiento Sur" de la Red de Distribución.

Ramal – 19

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 469	651.79	89.65
ND - 470	652.37	89.07
ND - 471	652.80	88.64
ND - 472	653.01	88.43
ND - 473	653.38	88.06
ND - 474	653.49	87.95

Ilustración 134 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 19 en escenario "Aislamiento Sur" de la Red de Distribución.

## Ramal – 20

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 475	649.03	92.40
ND - 476	649.08	92.35
ND - 477	649.14	92.29
ND - 478	649.20	92.23
ND - 479	649.36	92.07
ND - 480	649.40	92.03
ND - 481	649.58	91.85
ND - 482	649.73	91.70
ND - 483	649.89	91.54
ND - 484	650.11	91.32
ND - 485	650.16	91.27
ND - 486	650.37	91.06
ND - 487	650.40	91.03
ND - 488	650.60	90.83
ND - 489	650.87	90.56
ND - 490	651.04	90.39
ND - 491	653.50	87.94

Ilustración 135 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 20 en escenario "Aislamiento Sur" de la Red de Distribución.

En el ramal 1 a partir del nodo ND-89 se presentan presiones que están por encima del máximo, en el ramal 4 del nodo ND-187 hasta ND-196, en el ramal 5 del nodo ND-215 hasta ND-221. También desde el nodo ND-381 del ramal 15 y todos los nodos de los ramales 16, 17, 18, 19 y 20 se aprecian presiones por arriba de 50 mca.

### 3.10.1.6 Escenario: "Aislamiento sector oeste"

En este escenario se analizará cómo se comportan las presiones de la red de distribución cuando únicamente la "Válvula de compuerta Oeste" está cerrada. Esta válvula está instalada en la tubería TD-364 y aísla el Sector Oeste.

Properties - Isolation Valve - Valvula de Compuerta: Oeste (714) 🔍 ✕

Valvula de Compuerta: Oeste 🔍 ? 100%

<Show All>

Property Search 🔍

<b>&lt;General&gt;</b>	
ID	714
Label	Valvula de Compuerta: Oeste
Notes	
GIS-IDs	<Collection: 0 items>
Hyperlinks	<Collection: 0 items>
Referenced Pipe	TD - 364
<b>&lt;Geometry&gt;</b>	
X (m)	426,909.80
Y (m)	326,980.33
Is coordinate fixed?	True
Is offset to the left of referenced link?	True
Distance from End Point (Scaled) (m)	3.55
Is distance measured from start point of referenced link?	True
<b>Active Topology</b>	
Is Active?	True
<b>Initial Settings</b>	
Status (Initial)	Closed
<b>Physical</b>	
Zone	<None>
Is Operable?	True
Minor Loss Coefficient	0.200
Installation Year	0
Diameter (Valve) (mm)	55.71
Elevation (m)	714.07

Ilustración 136 - Propiedades de Válvula de Compuerta Oeste.

Vista del modelo en WaterCAD en escenario: "Aislamiento Sector Oeste (Red de Distribución)". Se han activado la válvula de compuerta del sector Oeste en estado "Cerrado", es decir interrumpe el paso del flujo.

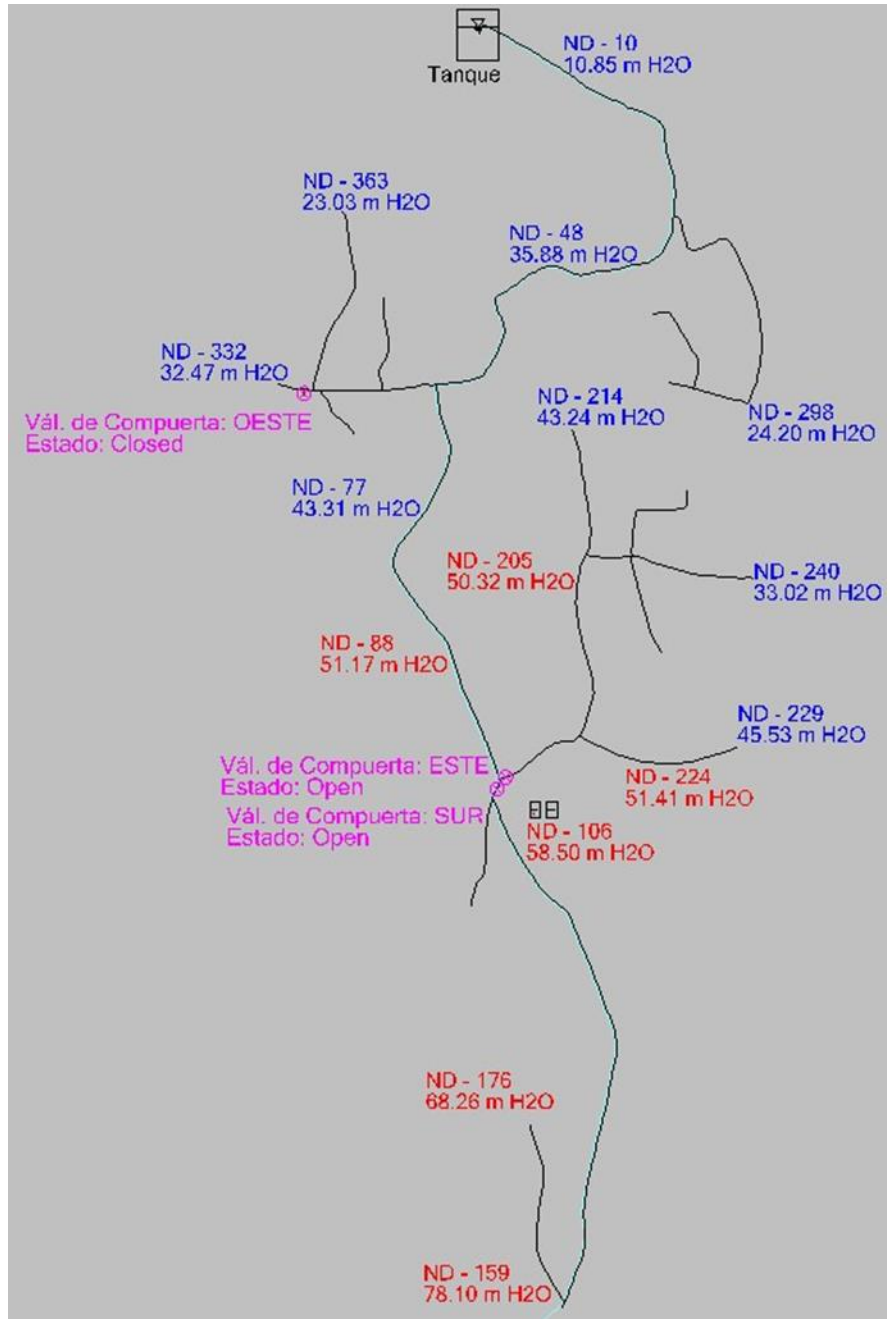


Ilustración 137 - Vista del Modelo en WaterCAD en escenario: "Aislamiento Oeste" con Válvulas de Compuerta Oeste Cerrada de la Red de Distribución.

### 3.10.1.6.1 Resultados

En las siguientes imágenes se presentan las presiones nodales:

Ramal – 1

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 1	755.54	1.20	ND - 52	709.09	40.54
ND - 2	750.76	5.56	ND - 53	708.16	41.37
ND - 3	750.03	6.21	ND - 54	707.75	41.74
ND - 4	748.46	7.63	ND - 55	707.00	42.38
ND - 5	748.24	7.82	ND - 56	706.83	42.49
ND - 6	746.94	8.95	ND - 57	706.79	42.50
ND - 7	746.55	9.29	ND - 58	706.80	42.35
ND - 8	746.18	9.59	ND - 59	706.99	42.06
ND - 9	745.43	10.22	ND - 60	707.00	41.97
ND - 10	744.69	10.85	ND - 61	707.07	41.82
ND - 11	744.42	11.08	ND - 62	707.33	41.42
ND - 12	743.86	11.52	ND - 63	707.41	41.27
ND - 13	743.59	11.67	ND - 64	707.59	41.04
ND - 14	743.42	11.72	ND - 65	708.06	40.50
ND - 15	743.75	11.12	ND - 66	708.50	40.02
ND - 16	742.93	11.70	ND - 67	708.96	39.49
ND - 17	742.82	11.78	ND - 68	709.62	38.76
ND - 18	740.61	13.81	ND - 69	710.27	38.02
ND - 19	739.48	14.85	ND - 70	711.31	36.77
ND - 20	738.30	15.93	ND - 71	712.30	35.43
ND - 21	737.16	16.98	ND - 72	711.75	35.85
ND - 22	735.03	18.89	ND - 73	708.62	38.81
ND - 23	733.38	20.25	ND - 74	708.27	39.14
ND - 24	733.09	20.49	ND - 75	707.50	39.87
ND - 25	732.32	21.15	ND - 76	706.25	41.05
ND - 26	729.41	23.69	ND - 77	703.79	43.31
ND - 27	728.89	24.09	ND - 78	700.96	45.93
ND - 28	728.70	24.23	ND - 79	700.47	46.37
ND - 29	728.09	24.63	ND - 80	699.77	47.02
ND - 30	727.42	25.03	ND - 81	699.17	47.56
ND - 31	725.91	26.16	ND - 82	698.79	47.92
ND - 32	724.72	27.15	ND - 83	698.37	48.31
ND - 33	724.55	27.30	ND - 84	697.77	48.88
ND - 34	722.67	28.92	ND - 85	697.49	49.13
ND - 35	721.70	29.78	ND - 86	696.97	49.61
ND - 36	720.59	30.77	ND - 87	696.77	49.79
ND - 37	718.97	32.20	ND - 88	695.26	51.17
ND - 38	717.80	33.19	ND - 89	691.48	54.75
ND - 39	717.21	33.64	ND - 90	690.81	55.38
ND - 40	717.06	33.74	ND - 91	690.54	55.62
ND - 41	716.87	33.87	ND - 92	690.24	55.88
ND - 42	716.51	34.10	ND - 93	690.22	55.88
ND - 43	716.33	34.20	ND - 94	690.20	55.88
ND - 44	716.21	34.24	ND - 95	690.16	55.89
ND - 45	715.99	34.30	ND - 96	690.18	55.84
ND - 46	715.70	34.51	ND - 97	690.36	55.63
ND - 47	715.39	34.76	ND - 98	690.48	55.49
ND - 48	714.16	35.88	ND - 99	690.69	55.21
ND - 49	712.63	37.29	ND - 100	690.44	55.46
ND - 50	711.94	37.93	ND - 101	690.08	55.81
ND - 51	711.31	38.51	ND - 102	690.00	55.88

Ilustración 138 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 1 en escenario "Aislamiento Oeste" de la Red de Distribución. 1/2



Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 103	689.95	55.93
ND - 104	689.60	56.28
ND - 105	688.11	57.76
ND - 106	687.36	58.50
ND - 107	686.67	59.19
ND - 108	683.64	62.20
ND - 109	683.39	62.46
ND - 110	682.89	62.95
ND - 111	682.99	62.85
ND - 112	683.09	62.75
ND - 113	683.39	62.44
ND - 114	683.73	62.10
ND - 115	683.56	62.27
ND - 116	683.23	62.59
ND - 117	683.03	62.79
ND - 118	682.92	62.90
ND - 119	682.80	63.02
ND - 120	682.68	63.14
ND - 121	682.60	63.21
ND - 122	682.40	63.41
ND - 123	682.33	63.47
ND - 124	682.12	63.69
ND - 125	682.02	63.78
ND - 126	681.97	63.82
ND - 127	681.85	63.95
ND - 128	681.67	64.13
ND - 129	681.09	64.70
ND - 130	680.79	65.00
ND - 131	680.44	65.34
ND - 132	680.15	65.64
ND - 133	679.94	65.85
ND - 134	679.75	66.03
ND - 135	678.96	66.82
ND - 136	678.85	66.93
ND - 137	677.81	67.97
ND - 138	677.52	68.26
ND - 139	677.19	68.59
ND - 140	677.10	68.67
ND - 141	676.83	68.94
ND - 142	676.73	69.04
ND - 143	676.38	69.40
ND - 144	676.20	69.58
ND - 145	675.96	69.82
ND - 146	675.52	70.25
ND - 147	675.27	70.50
ND - 148	674.69	71.08
ND - 149	674.52	71.24
ND - 150	673.04	72.72
ND - 151	671.10	74.65
ND - 152	670.80	74.96
ND - 153	670.46	75.29

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 111	682.99	62.85
ND - 112	683.09	62.75
ND - 113	683.39	62.44
ND - 114	683.73	62.10
ND - 115	683.56	62.27
ND - 116	683.23	62.59
ND - 117	683.03	62.79
ND - 118	682.92	62.90
ND - 119	682.80	63.02
ND - 120	682.68	63.14
ND - 121	682.60	63.21
ND - 122	682.40	63.41
ND - 123	682.33	63.47
ND - 124	682.12	63.69
ND - 125	682.02	63.78
ND - 126	681.97	63.82
ND - 127	681.85	63.95
ND - 128	681.67	64.13
ND - 129	681.09	64.70
ND - 130	680.79	65.00
ND - 131	680.44	65.34
ND - 132	680.15	65.64
ND - 133	679.94	65.85
ND - 134	679.75	66.03
ND - 135	678.96	66.82
ND - 136	678.85	66.93
ND - 137	677.81	67.97
ND - 138	677.52	68.26
ND - 139	677.19	68.59
ND - 140	677.10	68.67
ND - 141	676.83	68.94
ND - 142	676.73	69.04
ND - 143	676.38	69.40
ND - 144	676.20	69.58
ND - 145	675.96	69.82
ND - 146	675.52	70.25
ND - 147	675.27	70.50
ND - 148	674.69	71.08
ND - 149	674.52	71.24
ND - 150	673.04	72.72
ND - 151	671.10	74.65
ND - 152	670.80	74.96
ND - 153	670.46	75.29
ND - 154	669.99	75.76
ND - 155	669.16	76.60
ND - 156	668.64	77.11
ND - 157	668.37	77.38
ND - 158	667.93	77.82
ND - 159	667.65	78.10
ND - 160	667.26	78.49

Ilustración 139 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 1 en escenario "Aislamiento Oeste" de la Red de Distribución. 2/2

Ramal – 2

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 161	667.75	78.00
ND - 162	668.00	77.75
ND - 163	668.32	77.43
ND - 164	668.57	77.18
ND - 165	671.90	73.86
ND - 166	673.96	71.81
ND - 167	674.30	71.46
ND - 168	675.29	70.48
ND - 169	675.45	70.31
ND - 170	676.52	69.24
ND - 171	676.75	69.02
ND - 172	677.09	68.67
ND - 173	677.29	68.47
ND - 174	677.19	68.57
ND - 175	677.17	68.60
ND - 176	677.51	68.26

Ilustración 140 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 2 en escenario "Aislamiento Oeste" de la Red de Distribución.

Ramal – 3

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 177	690.10	55.79
ND - 178	690.55	55.33
ND - 179	690.56	55.32
ND - 180	690.38	55.50
ND - 181	690.29	55.60
ND - 182	689.81	56.08
ND - 183	689.87	56.01
ND - 184	690.18	55.71
ND - 185	689.33	56.55
ND - 186	689.07	56.81

Ilustración 141 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 3 en escenario "Aislamiento Oeste" de la Red de Distribución.

Ramal – 4

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 187	690.70	55.18
ND - 188	690.74	55.13
ND - 189	690.02	55.81
ND - 190	689.91	55.91
ND - 191	689.99	55.82
ND - 192	690.05	55.74
ND - 193	690.03	55.76
ND - 194	690.10	55.68
ND - 195	690.95	54.81
ND - 196	691.44	54.31
ND - 197	692.69	53.05
ND - 198	692.72	53.02
ND - 199	692.75	52.99
ND - 200	693.05	52.68
ND - 201	692.98	52.75
ND - 202	694.14	51.58
ND - 203	694.81	50.90
ND - 204	694.89	50.82
ND - 205	695.40	50.32
ND - 206	696.26	49.45
ND - 207	696.89	48.82
ND - 208	697.99	47.72
ND - 209	699.23	46.49
ND - 210	699.39	46.33
ND - 211	700.01	45.71
ND - 212	700.11	45.60
ND - 213	701.44	44.28
ND - 214	702.48	43.24

Ilustración 142 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 4 en escenario "Aislamiento Oeste" de la Red de Distribución.

Ramal – 5

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 215	689.97	55.82
ND - 216	689.76	56.02
ND - 217	689.86	55.92
ND - 218	690.02	55.77
ND - 219	690.16	55.62
ND - 220	690.40	55.39
ND - 221	691.82	53.96
ND - 222	693.48	52.31
ND - 223	693.77	52.02
ND - 224	694.38	51.41
ND - 225	696.26	49.54
ND - 226	698.08	47.71
ND - 227	698.55	47.25
ND - 228	699.94	45.86
ND - 229	700.28	45.53

Ilustración 143 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 5 en escenario "Aislamiento Oeste" de la Red de Distribución.

Ramal – 6

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 230	696.60	49.12
ND - 231	698.26	47.45
ND - 232	699.60	46.11
ND - 233	699.74	45.97
ND - 234	700.12	45.59
ND - 235	700.83	44.89
ND - 236	701.43	44.28
ND - 237	705.99	39.74
ND - 238	710.78	34.95
ND - 239	712.02	33.72
ND - 240	712.71	33.02

Ilustración 144 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 6 en escenario "Aislamiento Oeste" de la Red de Distribución.

Ramal – 7

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 241	699.84	45.88
ND - 242	699.84	45.87
ND - 243	699.73	45.98
ND - 244	699.59	46.12
ND - 245	699.53	46.18
ND - 246	699.50	46.21
ND - 247	699.45	46.26
ND - 248	699.43	46.28
ND - 249	699.37	46.34
ND - 250	699.20	46.51
ND - 251	699.15	46.56
ND - 252	698.96	46.75
ND - 253	698.60	47.11

Ilustración 145 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 7 en escenario "Aislamiento Total" de la Red de Distribución.

Ramal – 8

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 254	700.30	45.42
ND - 255	701.85	43.86
ND - 256	703.12	42.59
ND - 257	703.44	42.28
ND - 258	703.79	41.93
ND - 259	704.65	41.07
ND - 260	705.20	40.53
ND - 261	706.93	38.79
ND - 262	710.34	35.39
ND - 263	710.98	34.76
ND - 264	711.38	34.36
ND - 265	712.69	33.05

Ilustración 146 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 8 en escenario "Aislamiento Oeste" de la Red de Distribución.

Ramal – 9

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 266	726.35	25.71
ND - 267	726.38	25.69
ND - 268	726.43	25.64
ND - 269	726.85	25.21
ND - 270	728.59	23.48
ND - 271	728.88	23.19
ND - 272	729.37	22.70
ND - 273	730.15	21.91
ND - 274	730.58	21.49
ND - 275	730.70	21.36
ND - 276	730.93	21.13
ND - 277	730.78	21.28
ND - 278	730.48	21.58
ND - 279	729.58	22.47
ND - 280	728.55	23.50
ND - 281	728.74	23.30
ND - 282	729.19	22.86
ND - 283	729.48	22.57
ND - 284	729.65	22.39
ND - 285	729.85	22.19
ND - 286	729.96	22.08
ND - 287	729.97	22.06
ND - 288	730.01	22.03
ND - 289	730.27	21.77
ND - 290	730.14	21.89
ND - 291	729.98	22.05
ND - 292	729.67	22.35
ND - 293	729.20	22.83
ND - 294	728.95	23.07
ND - 295	728.77	23.25
ND - 296	728.46	23.56
ND - 297	728.12	23.90
ND - 298	727.82	24.20
ND - 299	727.74	24.27
ND - 300	727.30	24.71
ND - 301	723.56	28.45
ND - 302	721.64	30.36
ND - 303	720.77	31.22
ND - 304	719.88	32.12

Ilustración 147 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 9 en escenario "Aislamiento Oeste" de la Red de Distribución.

Ramal – 10

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 305	723.79	28.21
ND - 306	723.61	28.39
ND - 307	723.57	28.44
ND - 308	723.46	28.54
ND - 309	723.41	28.59
ND - 310	723.13	28.87
ND - 311	723.10	28.91
ND - 312	722.89	29.12
ND - 313	722.76	29.24
ND - 314	722.52	29.48
ND - 315	722.30	29.70
ND - 316	719.38	32.62

Ilustración 148 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 10 en escenario "Aislamiento Oeste" de la Red de Distribución.

Ramal – 11

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 317	712.34	35.38
ND - 318	712.68	35.03
ND - 319	712.75	34.93
ND - 320	713.13	34.50
ND - 321	713.16	34.47
ND - 322	713.29	34.32
ND - 323	713.42	34.19
ND - 324	713.52	34.08
ND - 325	713.64	33.95
ND - 326	713.82	33.75
ND - 327	714.12	33.45
ND - 328	714.18	33.38
ND - 329	714.33	33.23
ND - 330	714.34	33.22
ND - 331	714.64	32.92
ND - 332	715.09	32.47

Ilustración 149 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 11 en escenario "Aislamiento Oeste" de la Red de Distribución.

Ramal – 12

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 333	713.33	34.30
ND - 334	713.70	33.92
ND - 335	713.94	33.68
ND - 336	714.10	33.53
ND - 337	714.34	33.28
ND - 338	714.77	32.85
ND - 339	715.02	32.60
ND - 340	715.86	31.77
ND - 341	716.08	31.55
ND - 342	716.72	30.91
ND - 343	717.20	30.43

Ilustración 150 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 12 en escenario "Aislamiento Oeste" de la Red de Distribución.

Ramal – 13

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 344	714.16	33.41
ND - 345	713.61	33.96
ND - 346	713.50	34.07
ND - 347	713.04	34.52
ND - 348	712.79	34.77
ND - 349	711.82	35.74
ND - 350	711.67	35.89
ND - 351	711.65	35.91

Ilustración 151 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 13 en escenario "Aislamiento Oeste" de la Red de Distribución.



## Ramal -14

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 352	714.51	33.05
ND - 353	716.85	30.70
ND - 354	717.74	29.82
ND - 355	718.20	29.36
ND - 356	719.09	28.46
ND - 357	719.32	28.24
ND - 358	719.58	27.97
ND - 359	720.07	27.48
ND - 360	720.66	26.90
ND - 361	721.11	26.45
ND - 362	723.54	24.02
ND - 363	724.53	23.03

Ilustración 152 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 14 en escenario "Aislamiento Oeste" de la Red de Distribución.

El ramal 1 desde el nodo ND-88 presenta presiones por encima del límite máximo, todos los nodos de los ramales 2 y 3 también sobre pasan el valor de 50 mca.

Así como, el ramal 4 desde el nodo ND-187 hasta ND-205 y el ramal 5 desde el nodo ND-215 hasta ND-224.

### 3.10.2 Escenario: "Diseño del sistema (red de distribución)"

Para este escenario se mantienen las mismas asignaciones de demandas nodales según lo establecido en el escenario "Análisis del Sistema". En este escenario se busca que la red de distribución esté dentro los parámetros de presión permitidos por la normativa de ANDA.

#### 3.10.2.1 Propiedades de los elementos

Las propiedades del tanque y de las tuberías se mantienen según lo establecido en el escenario "Análisis del Sistema".

### 3.10.2.1.1 Válvulas reductoras de presión

Se agregan válvulas reductoras de presión para disminuir las presiones en los nodos que se han identificado que sobrepasan el límite máximo. De los cinco escenarios que se analizaron previamente se puede destacar que los ramales 1 y 15 son los más críticos, por lo cual se compararán los nodos que marcan la frontera del límite máximo permitido y que van cambiando en cada escenario.

<b>Escenario</b>	<b>Ramal 1</b>	<b>Ramal 15</b>
Análisis del Sistema	ND-106	ND-383
Aislamiento Total	ND-77	--
Aislamiento Sector Este	ND-89	ND-381
Aislamiento Sector Sur	ND-89	ND-381
Aislamiento Sector Oeste	ND-88	--

Tabla 25 - Nodos Críticos con presión mayor a la permitida en los diferentes Escenarios en la Red de Distribución.

Para controlar las presiones en los Sectores Este y Sur en los cinco escenarios analizados se agregará una válvula reductora de presión en la tubería TD-77 (antes del nodo ND-77) denominada "VRP-Centro" y se configura para que la presión de entrada sea reducida a una presión de salida de 20 mca, las demás propiedades de la válvula "VRP-Centro" son las siguientes:

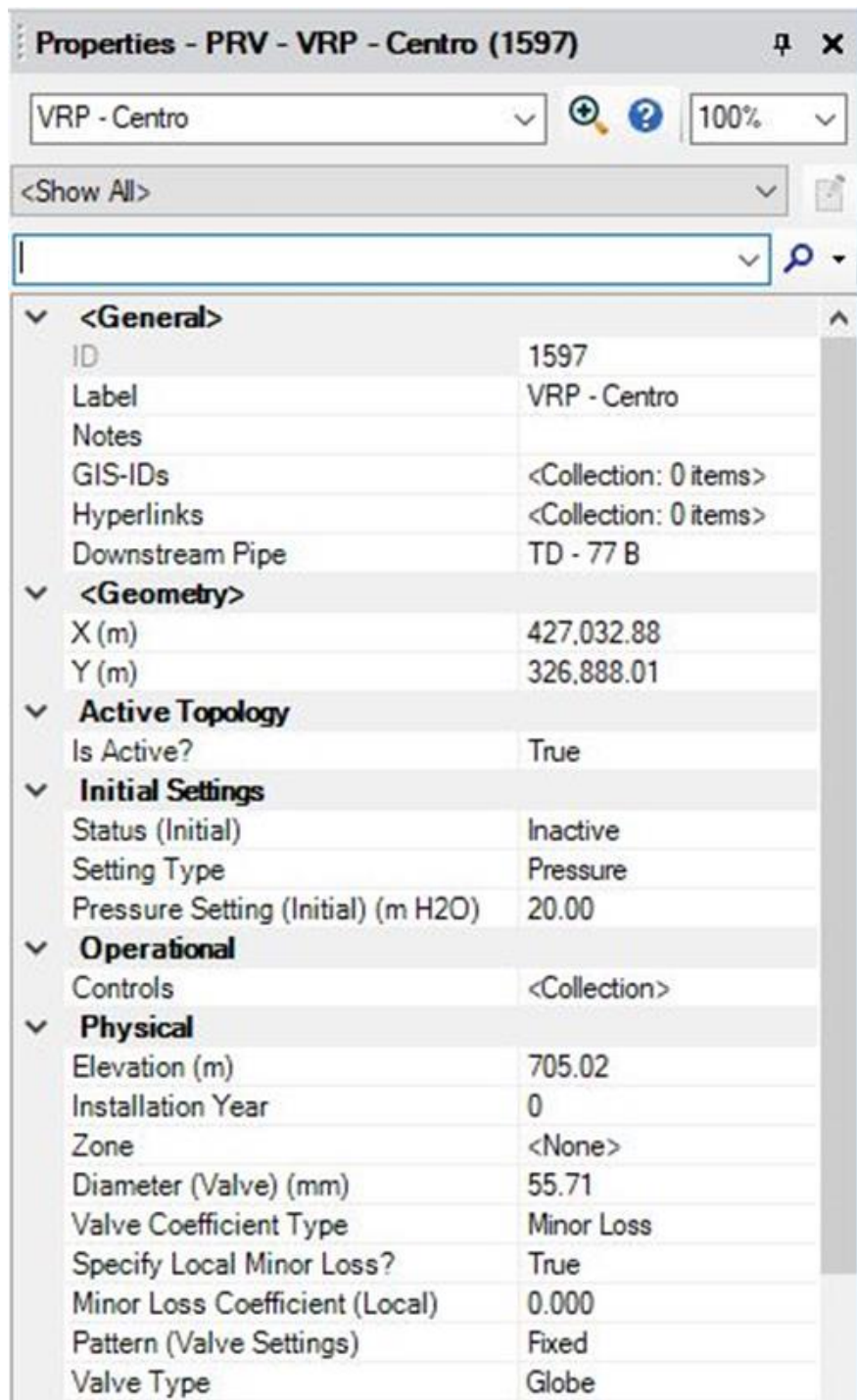


Ilustración 153 - Propiedades de Válvula Reductora de Presión Centro.

Para controlar las presiones de la parte sur del ramal 1 y del ramal 2, se agrega una válvula reductora de presión en la tubería TD-106 (antes del nodo ND-106) denominada “VRP-Sur”. Esta válvula se configura para que la presión de entrada sea reducida a una presión de salida de 20 mca, las demás propiedades de la válvula “VRP-Sur” son las siguiente:

Properties - PRV - VRP - Sur (1601)	
VRP - Sur	
100%	
<Show All>	
Property Search	
<b>&lt;General&gt;</b>	
ID	1601
Label	VRP - Sur
Notes	
GIS-IDs	<Collection: 0 items>
Hyperlinks	<Collection: 0 items>
Downstream Pipe	TD - 106B
<b>&lt;Geometry&gt;</b>	
X (m)	427,096.86
Y (m)	326,574.69
<b>Active Topology</b>	
Is Active?	True
<b>Initial Settings</b>	
Status (Initial)	Active
Setting Type	Pressure
Pressure Setting (Initial) (m H2O)	20.00
<b>Operational</b>	
Controls	<Collection>
<b>Physical</b>	
Elevation (m)	687.73
Installation Year	0
Zone	<None>
Diameter (Valve) (mm)	55.71
Valve Coefficient Type	Minor Loss
Specify Local Minor Loss?	True
Minor Loss Coefficient (Local)	0.000
Pattern (Valve Settings)	Fixed
Valve Type	Globe

Ilustración 154 - Propiedades de Válvula Reductora de Presión Sur.

La válvula “VRP-Centro” tiene su principal participación cuando se tiene que aislar algún sector de la red. Por lo cual esta válvula se designará como “inactiva” para el escenario “Diseño del Sistema” en el cual se modela el funcionamiento normal del servicio en todo el sistema, es decir, sin sectores aislados. En el ramal 15 se probó agregando solamente 1 válvula reductora de presión en una tubería aproximadamente al centro de todo el ramal. Se configuró para reducir a una presión de 10 mca y se observó que los nodos finales de los ramales 15 y 16 permanecieron con presiones por encima de 50mca. Si se desplaza la válvula hacia el sur del ramal 15 buscando reducir la presión en los últimos nodos de los ramales 15 y 16 se generan presiones altas en nodos agua arriba de la válvula. Y por consiguiente si la válvula se mueve hacia el norte del ramal 15 se generan aún más nodos con presiones altas en la parte final de los ramales 15 y 16. Este hecho hace obligatorio la implementación de las dos válvulas reductoras de presión en el ramal 15. Para controlar las presiones desde el nodo ND-365 hasta ND-391 del ramal 15 en el Sector Oeste se agrega una válvula reductora de presión en la tubería TD-365 denominada “VRP-Oeste 1”. Esta válvula se configura para que la presión de entrada sea reducida a una presión de salida de 10 mca, las demás propiedades de la válvula “VRP-Oeste 1” son las siguiente:

Properties - PRV - VRP - Oeste 1 (1611)

VRP - Oeste 1 100%

<Show All>

Property Search

<b>&lt;General&gt;</b>	
ID	1611
Label	VRP - Oeste 1
Notes	
GIS-IDs	<Collection: 0 items>
Hyperlinks	<Collection: 0 items>
Downstream Pipe	TD - 365B
<b>&lt;Geometry&gt;</b>	
X (m)	426,905.43
Y (m)	326,969.21
<b>Active Topology</b>	
Is Active?	True
<b>Initial Settings</b>	
Status (Initial)	Active
Setting Type	Pressure
Pressure Setting (Initial) (m H2O)	15.00
<b>Operational</b>	
Controls	<Collection>
<b>Physical</b>	
Elevation (m)	713.41
Installation Year	0
Zone	<None>
Diameter (Valve) (mm)	55.71
Valve Coefficient Type	Minor Loss
Specify Local Minor Loss?	True
Minor Loss Coefficient (Local)	0.000
Pattern (Valve Settings)	Fixed
Valve Type	Globe

Ilustración 155 - Propiedades de Válvula Reductora de Presión Oeste 1.

Para controlar las presiones en los ramales 16, 17, 18, 18 y 20 del Sector Oeste se agrega una válvula reductora de presión en la tubería TD-392 denominada “VRP-Oeste 2”. Esta válvula se configura para que la presión de entrada sea reducida a una presión de salida de 20 mca, las demás propiedades de la válvula “VRP-Oeste 2” son las siguiente:

The image shows a software interface window titled "Properties - PRV - VRP - Oeste 2 (1608)". The window contains a search bar with "VRP - Oeste 2" entered, a zoom level of "100%", and a "Property Search" field. Below these are several expandable sections:

- <General>**: ID: 1608, Label: VRP - Oeste 2, Notes: (empty), GIS-IDs: <Collection: 0 items>, Hyperlinks: <Collection: 0 items>, Downstream Pipe: TD - 392B.
- <Geometry>**: X (m): 426,622.31, Y (m): 326,743.17.
- Active Topology**: Is Active?: True.
- Initial Settings**: Status (Initial): Active, Setting Type: Pressure, Pressure Setting (Initial) (m H2O): 20.00.
- Operational**: Controls: <Collection>.
- Physical**: Elevation (m): 677.72, Installation Year: 0, Zone: <None>, Diameter (Valve) (mm): 55.71, Valve Coefficient Type: Minor Loss, Specify Local Minor Loss?: True, Minor Loss Coefficient (Local): 0.000, Pattern (Valve Settings): Fixed, Valve Type: Globe.

Ilustración 156 - Propiedades de Válvula Reductora de Presión Oeste 2.

En esta vista del modelo en WaterCAD en escenario: "Diseño del Sistema (Red de Distribución)", se han agregado las cuatro válvulas reductoras de presión que se describieron previamente:

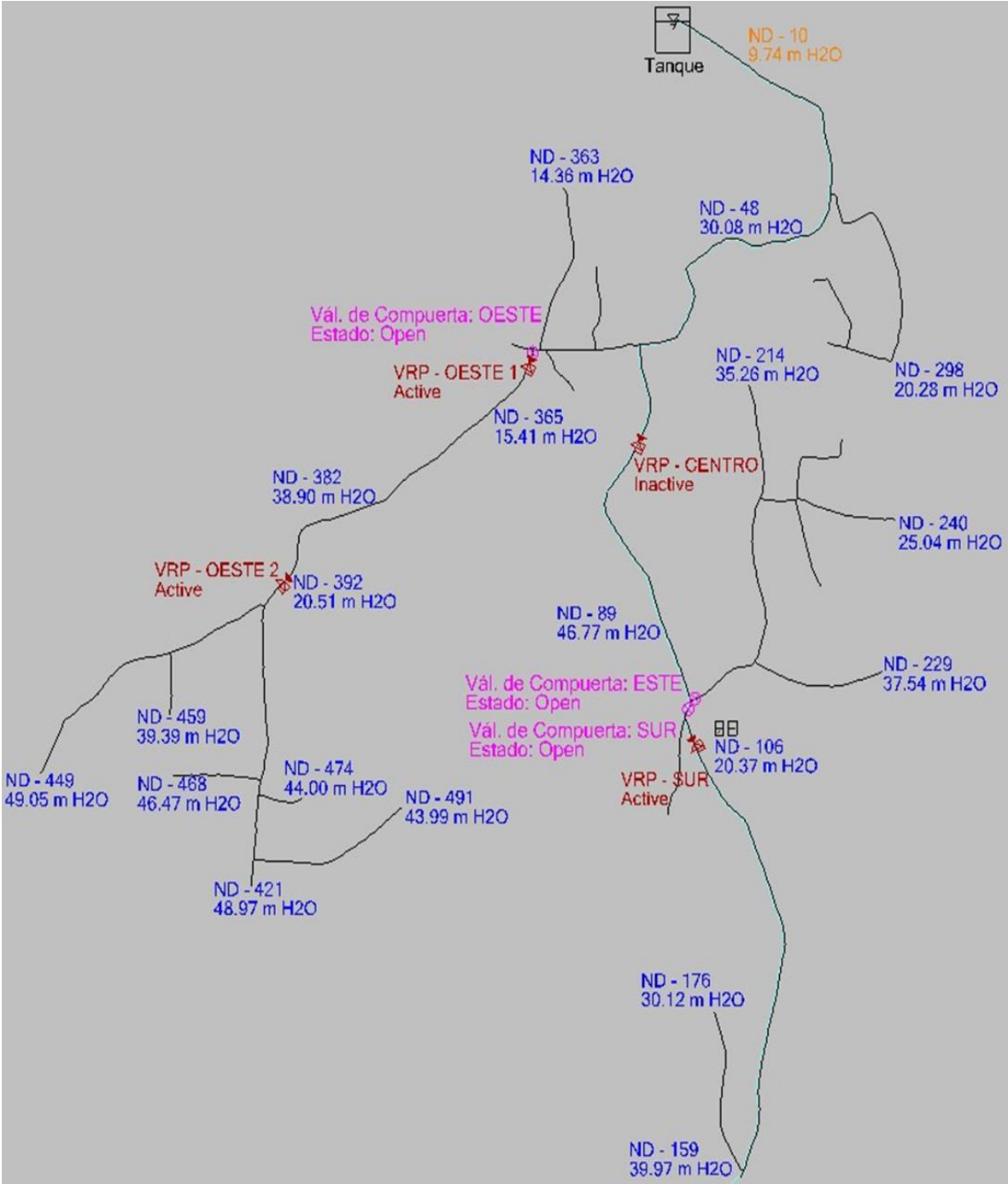


Ilustración 157 - Vista del Modelo en WaterCAD en escenario: "Diseño del Sistema" con Válvulas Reductoras de Presión en la Red de Distribución.



### 3.10.2.2 Resultados

En las siguientes imágenes se muestran los valores a los que disminuyen las presiones de los nodos del escenario "Análisis del Sistema" una vez se han agregado las válvulas reductoras de presión. Se muestran únicamente los ramales que tenían nodos que estaban por encima de la presión máxima permitida.

Ramal – 1

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 103	689.95	47.95	ND - 111	682.99	24.72
ND - 104	689.60	48.30	ND - 112	683.09	24.62
ND - 105	688.11	49.78	ND - 113	683.39	24.31
ND - 106	687.36	20.37	ND - 114	683.73	23.96
ND - 107	686.67	21.06	ND - 115	683.56	24.13
ND - 108	683.64	24.07	ND - 116	683.23	24.46
ND - 109	683.39	24.32	ND - 117	683.03	24.66
ND - 110	682.89	24.82	ND - 118	682.92	24.76
ND - 111	682.99	24.72	ND - 119	682.80	24.88
ND - 112	683.09	24.62	ND - 120	682.68	25.00
ND - 113	683.39	24.31	ND - 121	682.60	25.08
ND - 114	683.73	23.96	ND - 122	682.40	25.27
ND - 115	683.56	24.13	ND - 123	682.33	25.34
ND - 116	683.23	24.46	ND - 124	682.12	25.55
ND - 117	683.03	24.66	ND - 125	682.02	25.65
ND - 118	682.92	24.76	ND - 126	681.97	25.69
ND - 119	682.80	24.88	ND - 127	681.85	25.82
ND - 120	682.68	25.00	ND - 128	681.67	25.99
ND - 121	682.60	25.08	ND - 129	681.09	26.57
ND - 122	682.40	25.27	ND - 130	680.79	26.87
ND - 123	682.33	25.34	ND - 131	680.44	27.21
ND - 124	682.12	25.55	ND - 132	680.15	27.50
ND - 125	682.02	25.65	ND - 133	679.94	27.72
ND - 126	681.97	25.69	ND - 134	679.75	27.90
ND - 127	681.85	25.82	ND - 135	678.96	28.69
ND - 128	681.67	25.99	ND - 136	678.85	28.80
ND - 129	681.09	26.57	ND - 137	677.81	29.83
ND - 130	680.79	26.87	ND - 138	677.52	30.12
ND - 131	680.44	27.21	ND - 139	677.19	30.46
ND - 132	680.15	27.50	ND - 140	677.10	30.54
ND - 133	679.94	27.72	ND - 141	676.83	30.81
ND - 134	679.75	27.90	ND - 142	676.73	30.91
ND - 135	678.96	28.69	ND - 143	676.38	31.26
ND - 136	678.85	28.80	ND - 144	676.20	31.44
ND - 137	677.81	29.83	ND - 145	675.96	31.68
ND - 138	677.52	30.12	ND - 146	675.52	32.11
ND - 139	677.19	30.46	ND - 147	675.27	32.36
ND - 140	677.10	30.54	ND - 148	674.69	32.94
ND - 141	676.83	30.81	ND - 149	674.52	33.11
ND - 142	676.73	30.91	ND - 150	673.04	34.59
ND - 143	676.38	31.26	ND - 151	671.10	36.52
ND - 144	676.20	31.44	ND - 152	670.80	36.83
ND - 145	675.96	31.68	ND - 153	670.46	37.16
ND - 146	675.52	32.11	ND - 154	669.99	37.63
ND - 147	675.27	32.36	ND - 155	669.16	38.46
ND - 148	674.69	32.94	ND - 156	668.64	38.97
ND - 149	674.52	33.11	ND - 157	668.37	39.25
ND - 150	673.04	34.59	ND - 158	667.93	39.69
ND - 151	671.10	36.52	ND - 159	667.65	39.97
ND - 152	670.80	36.83	ND - 160	667.26	40.35
ND - 153	670.46	37.16			

Ilustración 158 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 1 en escenario "Diseño del Sistema" en la Red de Distribución.

Ramal – 2

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 161	667.75	39.87
ND - 162	668.00	39.62
ND - 163	668.32	39.30
ND - 164	668.57	39.04
ND - 165	671.90	35.73
ND - 166	673.96	33.67
ND - 167	674.30	33.33
ND - 168	675.29	32.34
ND - 169	675.45	32.18
ND - 170	676.52	31.11
ND - 171	676.75	30.88
ND - 172	677.09	30.54
ND - 173	677.29	30.34
ND - 174	677.19	30.44
ND - 175	677.17	30.46
ND - 176	677.51	30.12

Ilustración 159 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 2 en escenario "Diseño del Sistema" en la Red de Distribución.

Ramal – 15

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 364	713.84	24.99	ND - 371	705.93	22.27
ND - 365	712.98	15.41	ND - 372	705.02	23.17
ND - 366	712.53	15.84	ND - 373	703.89	24.28
ND - 367	711.80	16.54	ND - 374	703.42	24.74
ND - 368	710.08	18.20	ND - 375	702.51	25.63
ND - 369	709.68	18.60	ND - 376	698.73	29.31
ND - 370	706.34	21.87	ND - 377	697.09	30.85
ND - 371	705.93	22.27	ND - 378	696.47	31.44
ND - 372	705.02	23.17	ND - 379	696.35	31.54
ND - 373	703.89	24.28	ND - 380	696.00	31.86
ND - 374	703.42	24.74	ND - 381	689.32	38.38
ND - 375	702.51	25.63	ND - 382	688.77	38.90
ND - 376	698.73	29.31	ND - 383	687.41	40.22
ND - 377	697.09	30.85	ND - 384	686.38	41.24
ND - 378	696.47	31.44	ND - 385	685.36	42.24
ND - 379	696.35	31.54	ND - 386	683.52	44.04
ND - 380	696.00	31.86	ND - 387	682.87	44.69
ND - 381	689.32	38.38	ND - 388	681.62	45.91
ND - 382	688.77	38.90	ND - 389	680.84	46.68
ND - 383	687.41	40.22	ND - 390	679.24	48.26
ND - 384	686.38	41.24	ND - 391	678.24	49.24
ND - 385	685.36	42.24	ND - 392	677.21	20.51
ND - 386	683.52	44.04	ND - 393	676.73	20.98
ND - 387	682.87	44.69	ND - 394	675.91	21.79
ND - 388	681.62	45.91	ND - 395	673.39	24.26
ND - 389	680.84	46.68	ND - 396	673.26	24.39
ND - 390	679.24	48.26	ND - 397	672.21	25.43
ND - 391	678.24	49.24	ND - 398	670.98	26.65
ND - 392	677.21	20.51	ND - 399	669.98	27.64
ND - 393	676.73	20.98	ND - 400	669.61	28.00
ND - 394	675.91	21.79	ND - 401	668.86	28.74
ND - 395	673.39	24.26	ND - 402	668.10	29.49
ND - 396	673.26	24.39	ND - 403	667.53	30.06
ND - 397	672.21	25.43	ND - 404	666.72	30.87
ND - 398	670.98	26.65	ND - 405	665.87	31.71
ND - 399	669.98	27.64	ND - 406	664.94	32.63
ND - 400	669.61	28.00	ND - 407	663.34	34.22
ND - 401	668.86	28.74	ND - 408	662.25	35.30
ND - 402	668.10	29.49	ND - 409	658.77	38.77
ND - 403	667.53	30.06	ND - 410	658.29	39.24
ND - 404	666.72	30.87	ND - 411	655.43	42.08
ND - 405	665.87	31.71	ND - 412	654.87	42.64
ND - 406	664.94	32.63	ND - 413	654.12	43.38
ND - 407	663.34	34.22	ND - 414	653.27	44.23
ND - 408	662.25	35.30	ND - 415	652.53	44.96
ND - 409	658.77	38.77	ND - 416	651.98	45.51
ND - 410	658.29	39.24	ND - 418	649.82	47.66
ND - 411	655.43	42.08	ND - 419	649.71	47.77
ND - 412	655.29	42.08	ND - 420	649.01	48.47
ND - 413	654.87	42.64	ND - 421	648.51	48.97
ND - 414	654.12	43.38			
ND - 415	653.27	44.23			

Ilustración 160 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 15 en escenario "Diseño del Sistema" en la Red de Distribución.

Ramal – 16

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 422	673.60	24.04
ND - 423	673.64	24.00
ND - 424	673.20	24.43
ND - 425	672.42	25.21
ND - 426	671.88	25.75
ND - 427	671.37	26.26
ND - 428	671.13	26.49
ND - 429	670.86	26.76
ND - 430	670.75	26.87
ND - 431	670.24	27.38
ND - 432	670.00	27.62
ND - 433	668.94	28.67
ND - 434	666.45	31.15
ND - 435	665.24	32.35
ND - 436	662.20	35.39
ND - 437	658.36	39.22
ND - 438	657.04	40.53
ND - 439	655.53	42.04
ND - 440	654.87	42.69
ND - 441	653.85	43.72
ND - 442	653.43	44.13
ND - 443	653.16	44.41
ND - 444	652.27	45.29
ND - 445	652.12	45.44
ND - 446	651.71	45.85
ND - 447	650.61	46.95
ND - 448	650.46	47.10
ND - 449	648.50	49.05

Ilustración 161 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 16 en escenario "Diseño del Sistema" en la Red de Distribución.

Ramal – 17

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 450	666.36	31.24
ND - 451	665.47	32.13
ND - 452	664.89	32.70
ND - 453	663.34	34.25
ND - 454	662.32	35.27
ND - 455	661.53	36.06
ND - 456	660.30	37.28
ND - 457	659.32	38.27
ND - 458	658.78	38.81
ND - 459	658.19	39.39

Ilustración 162 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 17 en escenario "Diseño del Sistema" en la Red de Distribución.

Ramal – 18

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 450	666.36	31.24
ND - 451	665.47	32.13
ND - 452	664.89	32.70
ND - 453	663.34	34.25
ND - 454	662.32	35.27
ND - 455	661.53	36.06
ND - 456	660.30	37.28
ND - 457	659.32	38.27
ND - 458	658.78	38.81
ND - 459	658.19	39.39

Ilustración 163 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 18 en escenario "Diseño del Sistema" en la Red de Distribución.

Ramal – 19

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 469	651.79	45.70
ND - 470	652.37	45.12
ND - 471	652.80	44.69
ND - 472	653.01	44.48
ND - 473	653.38	44.11
ND - 474	653.49	44.00

Ilustración 164 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 19 en escenario "Diseño del Sistema" en la Red de Distribución.

Ramal – 20

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 475	649.03	48.45
ND - 476	649.08	48.40
ND - 477	649.14	48.34
ND - 478	649.20	48.28
ND - 479	649.36	48.12
ND - 480	649.40	48.08
ND - 481	649.58	47.90
ND - 482	649.73	47.75
ND - 483	649.89	47.59
ND - 484	650.11	47.37
ND - 485	650.16	47.32
ND - 486	650.37	47.11
ND - 487	650.40	47.08
ND - 488	650.60	46.88
ND - 489	650.87	46.61
ND - 490	651.04	46.44
ND - 491	653.50	43.99

Ilustración 165 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 20 en escenario "Diseño del Sistema" en la Red de Distribución.

### 3.10.2.3 Resultados escenario: "Aislamiento total"

En las siguientes imágenes se muestran los valores a los que disminuyen las presiones de los nodos del escenario "Aislamiento Total" una vez se han agregado las válvulas reductoras de presión. Se muestran únicamente los ramales que tenían nodos que estaban por encima de la presión máxima permitida.

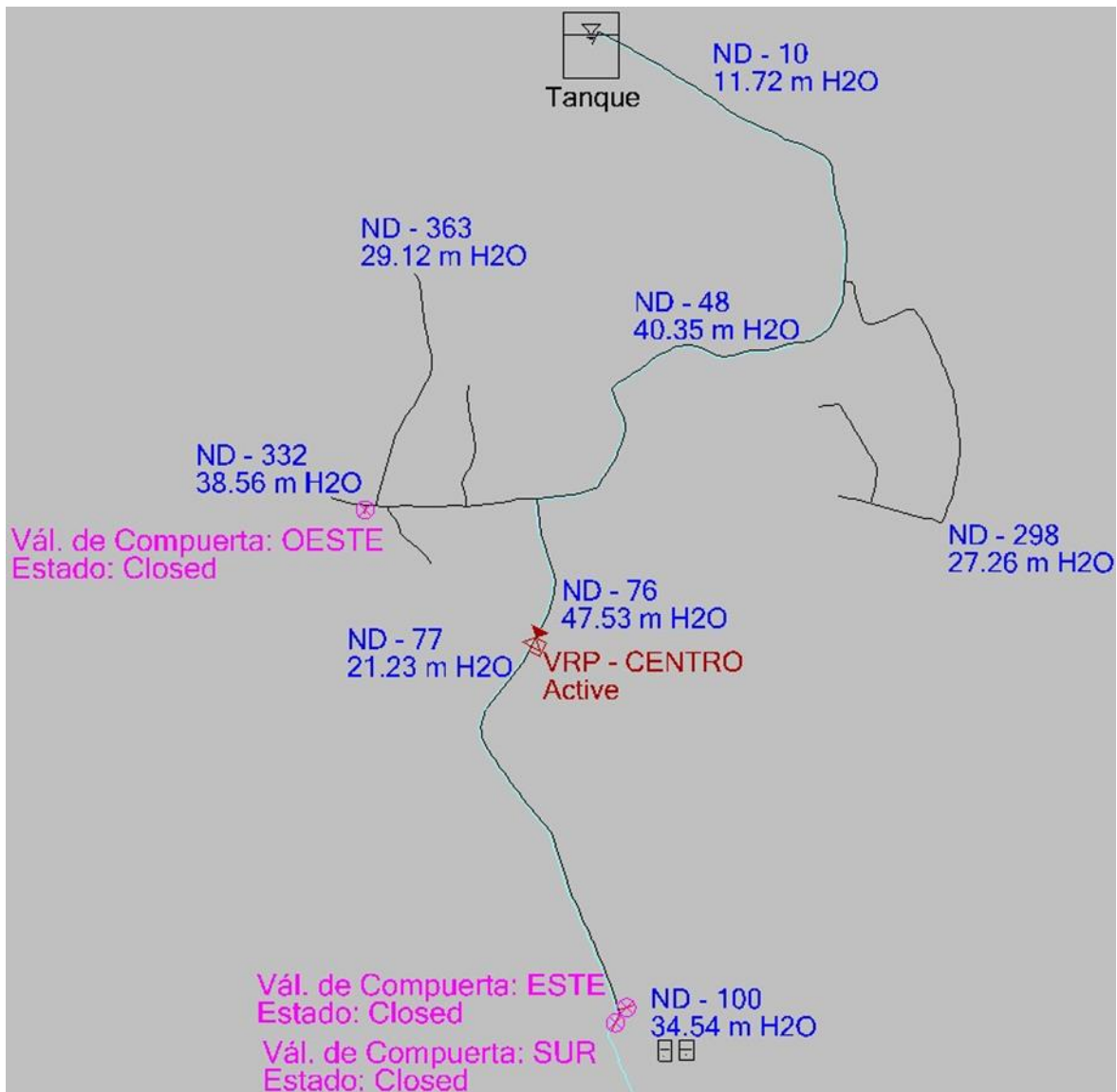


Ilustración 166 - Vista del Modelo en WaterCAD en escenario: "Diseño del Sistema" con Válvula Reductora de Presión Centro para modificar los resultados obtenidos en el escenario "Aislamiento Total" en la Red de Distribución.

Ramal – 1

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 52	709.09	45.29
ND - 53	708.16	46.18
ND - 54	707.75	46.58
ND - 55	707.00	47.30
ND - 56	706.83	47.45
ND - 57	706.79	47.48
ND - 58	706.80	47.43
ND - 59	706.99	47.21
ND - 60	707.00	47.18
ND - 61	707.07	47.08
ND - 62	707.33	46.78
ND - 63	707.41	46.68
ND - 64	707.59	46.49
ND - 65	708.06	46.00
ND - 66	708.50	45.55
ND - 67	708.96	45.07
ND - 68	709.62	44.38
ND - 69	710.27	43.70
ND - 70	711.31	42.60
ND - 71	712.30	41.52
ND - 72	711.75	42.06
ND - 73	708.62	45.17
ND - 74	708.27	45.52
ND - 75	707.50	46.29
ND - 76	706.25	47.53
ND - 77	703.79	21.23
ND - 78	700.96	24.05
ND - 79	700.47	24.54
ND - 80	699.77	25.24
ND - 81	699.17	25.83
ND - 82	698.79	26.22
ND - 83	698.37	26.63
ND - 84	697.77	27.23
ND - 85	697.49	27.51
ND - 86	696.97	28.03
ND - 87	696.77	28.23
ND - 88	695.26	29.73
ND - 89	691.48	33.50
ND - 90	690.81	34.17
ND - 91	690.54	34.43
ND - 92	690.24	34.73
ND - 93	690.22	34.75
ND - 94	690.20	34.78
ND - 95	690.16	34.82
ND - 96	690.18	34.79
ND - 97	690.36	34.62
ND - 98	690.48	34.49
ND - 99	690.69	34.29
ND - 100	690.44	34.54
ND - 101	690.08	0.00
ND - 102	690.00	(N/A)

Ilustración 167 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 1 en escenario "Diseño del Sistema" debido a la Válvula Reductora de Presión Centro en la Red de Distribución.



### 3.10.2.4 Resultados escenario: "Aislamiento este"

En las siguientes imágenes se muestran los valores a los que disminuyen las presiones de los nodos del escenario "Aislamiento Este" una vez se han agregado las válvulas reductoras de presión. Se muestran únicamente los ramales que tenían nodos que estaban por encima de la presión máxima permitida.

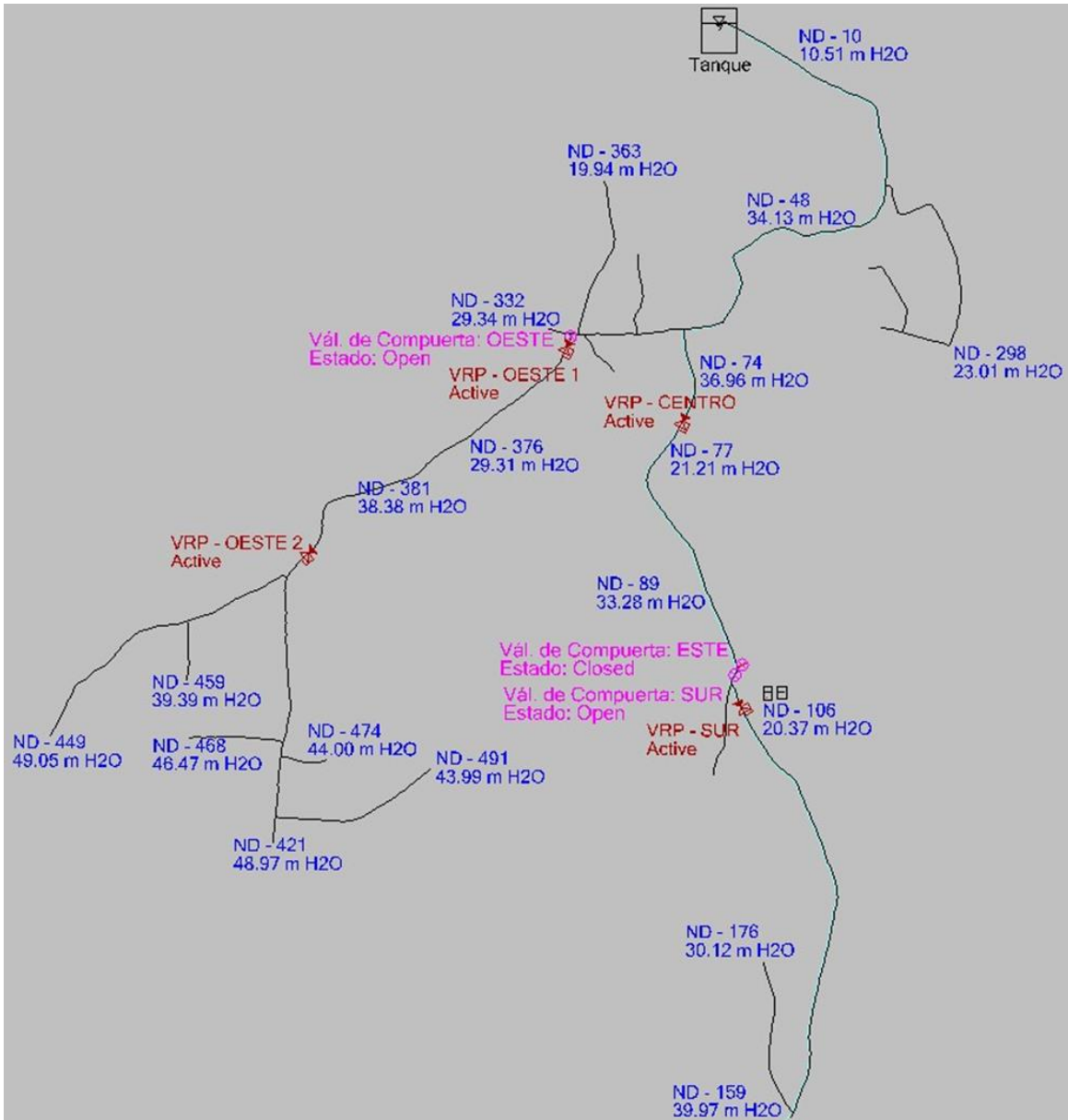


Ilustración 168 - Vista del Modelo en WaterCAD en escenario "Diseño del Sistema" con Válvulas Reductoras de Presión: Oeste 1, Oeste 2, Centro y Sur para modificar los resultados obtenidos en el escenario "Aislamiento Este" en la Red de Distribución.

## Ramal – 1

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 52	709.09	38.68	ND - 103	689.95	34.72
ND - 53	708.16	39.49	ND - 104	689.60	35.08
ND - 54	707.75	39.84	ND - 105	688.11	36.56
ND - 55	707.00	40.44	ND - 106	687.36	20.37
ND - 56	706.83	40.55	ND - 107	686.67	21.06
ND - 57	706.79	40.55	ND - 108	683.64	24.07
ND - 58	706.80	40.35	ND - 109	683.39	24.32
ND - 59	706.99	40.03	ND - 110	682.89	24.82
ND - 60	707.00	39.93	ND - 111	682.99	24.72
ND - 61	707.07	39.75	ND - 112	683.09	24.62
ND - 62	707.33	39.31	ND - 113	683.39	24.31
ND - 63	707.41	39.14	ND - 114	683.73	23.96
ND - 64	707.59	38.90	ND - 115	683.56	24.13
ND - 65	708.06	38.34	ND - 116	683.23	24.46
ND - 66	708.50	37.84	ND - 117	683.03	24.66
ND - 67	708.96	37.30	ND - 118	682.92	24.76
ND - 68	709.62	36.55	ND - 119	682.80	24.88
ND - 69	710.27	35.78	ND - 120	682.68	25.00
ND - 70	711.31	34.47	ND - 121	682.60	25.08
ND - 71	712.30	33.03	ND - 122	682.40	25.27
ND - 72	711.75	33.54	ND - 123	682.33	25.34
ND - 73	708.62	36.61	ND - 124	682.12	25.55
ND - 74	708.27	36.96	ND - 125	682.02	25.65
ND - 75	707.50	37.72	ND - 126	681.97	25.69
ND - 76	706.25	38.94	ND - 127	681.85	25.82
ND - 77	703.79	21.21	ND - 128	681.67	25.99
ND - 78	700.96	23.98	ND - 129	681.09	26.57
ND - 79	700.47	24.46	ND - 130	680.79	26.87
ND - 80	699.77	25.14	ND - 131	680.44	27.21
ND - 81	699.17	25.73	ND - 132	680.15	27.50
ND - 82	698.79	26.10	ND - 133	679.94	27.72
ND - 83	698.37	26.51	ND - 134	679.75	27.90
ND - 84	697.77	27.10	ND - 135	678.96	28.69
ND - 85	697.49	27.37	ND - 136	678.85	28.80
ND - 86	696.97	27.88	ND - 137	677.81	29.83
ND - 87	696.77	28.08	ND - 138	677.52	30.12
ND - 88	695.26	29.55	ND - 139	677.19	30.46
ND - 89	691.48	33.28	ND - 140	677.10	30.54
ND - 90	690.81	33.94	ND - 141	676.83	30.81
ND - 91	690.54	34.20	ND - 142	676.73	30.91
ND - 92	690.24	34.49	ND - 143	676.38	31.26
ND - 93	690.22	34.51	ND - 144	676.20	31.44
ND - 94	690.20	34.53	ND - 145	675.96	31.68
ND - 95	690.16	34.56	ND - 146	675.52	32.11
ND - 96	690.18	34.53	ND - 147	675.27	32.36
ND - 97	690.36	34.35	ND - 148	674.69	32.94
ND - 98	690.48	34.22	ND - 149	674.52	33.11
ND - 99	690.69	34.00	ND - 150	673.04	34.59
ND - 100	690.44	34.25	ND - 151	671.10	36.52
ND - 101	690.08	34.60	ND - 152	670.80	36.83
ND - 102	690.00	34.67	ND - 153	670.46	37.16

Ilustración 169 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 1 en escenario "Diseño del Sistema" debido a las Válvulas Reductoras de Presión: Oeste 1, Oeste 2, Centro y Sur en la Red de Distribución. 1/2

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 111	682.99	24.72
ND - 112	683.09	24.62
ND - 113	683.39	24.31
ND - 114	683.73	23.96
ND - 115	683.56	24.13
ND - 116	683.23	24.46
ND - 117	683.03	24.66
ND - 118	682.92	24.76
ND - 119	682.80	24.88
ND - 120	682.68	25.00
ND - 121	682.60	25.08
ND - 122	682.40	25.27
ND - 123	682.33	25.34
ND - 124	682.12	25.55
ND - 125	682.02	25.65
ND - 126	681.97	25.69
ND - 127	681.85	25.82
ND - 128	681.67	25.99
ND - 129	681.09	26.57
ND - 130	680.79	26.87
ND - 131	680.44	27.21
ND - 132	680.15	27.50
ND - 133	679.94	27.72
ND - 134	679.75	27.90
ND - 135	678.96	28.69
ND - 136	678.85	28.80
ND - 137	677.81	29.83
ND - 138	677.52	30.12
ND - 139	677.19	30.46
ND - 140	677.10	30.54
ND - 141	676.83	30.81
ND - 142	676.73	30.91
ND - 143	676.38	31.26
ND - 144	676.20	31.44
ND - 145	675.96	31.68
ND - 146	675.52	32.11
ND - 147	675.27	32.36
ND - 148	674.69	32.94
ND - 149	674.52	33.11
ND - 150	673.04	34.59
ND - 151	671.10	36.52
ND - 152	670.80	36.83
ND - 153	670.46	37.16
ND - 154	669.99	37.63
ND - 155	669.16	38.46
ND - 156	668.64	38.97
ND - 157	668.37	39.25
ND - 158	667.93	39.69
ND - 159	667.65	39.97
ND - 160	667.26	40.35

Ilustración 170 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 1 en escenario "Diseño del Sistema" debido a las Válvulas Reductoras de Presión: Oeste 1, Oeste 2, Centro y Sur en la Red de Distribución. 2/2

## Ramal – 2

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 161	667.75	39.87
ND - 162	668.00	39.62
ND - 163	668.32	39.30
ND - 164	668.57	39.04
ND - 165	671.90	35.73
ND - 166	673.96	33.67
ND - 167	674.30	33.33
ND - 168	675.29	32.34
ND - 169	675.45	32.18
ND - 170	676.52	31.11
ND - 171	676.75	30.88
ND - 172	677.09	30.54
ND - 173	677.29	30.34
ND - 174	677.19	30.44
ND - 175	677.17	30.46
ND - 176	677.51	30.12

Ilustración 171 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 2 en escenario "Diseño del Sistema" debido a las Válvulas Reductoras de Presión: Oeste 1, Oeste 2, Centro y Sur en la Red de Distribución.

## Ramal – 3

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 177	690.10	34.58
ND - 178	690.55	34.12
ND - 179	690.56	34.11
ND - 180	690.38	34.30
ND - 181	690.29	34.39
ND - 182	689.81	34.87
ND - 183	689.87	34.81
ND - 184	690.18	34.50
ND - 185	689.33	35.34
ND - 186	689.07	35.61

Ilustración 172 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 3 en escenario "Diseño del Sistema" debido a las Válvulas Reductoras de Presión: Oeste 1, Oeste 2, Centro y Sur en la Red de Distribución.

Ramal – 15

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 364	713.84	30.57	ND - 371	705.93	22.27
ND - 365	712.98	15.41	ND - 372	705.02	23.17
ND - 366	712.53	15.84	ND - 373	703.89	24.28
ND - 367	711.80	16.54	ND - 374	703.42	24.74
ND - 368	710.08	18.20	ND - 375	702.51	25.63
ND - 369	709.68	18.60	ND - 376	698.73	29.31
ND - 370	706.34	21.87	ND - 377	697.09	30.85
ND - 371	705.93	22.27	ND - 378	696.47	31.44
ND - 372	705.02	23.17	ND - 379	696.35	31.54
ND - 373	703.89	24.28	ND - 380	696.00	31.86
ND - 374	703.42	24.74	ND - 381	689.32	38.38
ND - 375	702.51	25.63	ND - 382	688.77	38.90
ND - 376	698.73	29.31	ND - 383	687.41	40.22
ND - 377	697.09	30.85	ND - 384	686.38	41.24
ND - 378	696.47	31.44	ND - 385	685.36	42.24
ND - 379	696.35	31.54	ND - 386	683.52	44.04
ND - 380	696.00	31.86	ND - 387	682.87	44.69
ND - 381	689.32	38.38	ND - 388	681.62	45.91
ND - 382	688.77	38.90	ND - 389	680.84	46.68
ND - 383	687.41	40.22	ND - 390	679.24	48.26
ND - 384	686.38	41.24	ND - 391	678.24	49.24
ND - 385	685.36	42.24	ND - 392	677.21	20.51
ND - 386	683.52	44.04	ND - 393	676.73	20.98
ND - 387	682.87	44.69	ND - 394	675.91	21.79
ND - 388	681.62	45.91	ND - 395	673.39	24.26
ND - 389	680.84	46.68	ND - 396	673.26	24.39
ND - 390	679.24	48.26	ND - 397	672.21	25.43
ND - 391	678.24	49.24	ND - 398	670.98	26.65
ND - 392	677.21	20.51	ND - 399	669.98	27.64
ND - 393	676.73	20.98	ND - 400	669.61	28.00
ND - 394	675.91	21.79	ND - 401	668.86	28.74
ND - 395	673.39	24.26	ND - 402	668.10	29.49
ND - 396	673.26	24.39	ND - 403	667.53	30.06
ND - 397	672.21	25.43	ND - 404	666.72	30.87
ND - 398	670.98	26.65	ND - 405	665.87	31.71
ND - 399	669.98	27.64	ND - 406	664.94	32.63
ND - 400	669.61	28.00	ND - 407	663.34	34.22
ND - 401	668.86	28.74	ND - 408	662.25	35.30
ND - 402	668.10	29.49	ND - 409	658.77	38.77
ND - 403	667.53	30.06	ND - 410	658.29	39.24
ND - 404	666.72	30.87	ND - 411	655.43	42.08
ND - 405	665.87	31.71	ND - 412	654.87	42.64
ND - 406	664.94	32.63	ND - 413	654.12	43.38
ND - 407	663.34	34.22	ND - 414	653.27	44.23
ND - 408	662.25	35.30	ND - 415	652.53	44.96
ND - 409	658.77	38.77	ND - 416	651.98	45.51
ND - 410	658.29	39.24	ND - 418	649.82	47.66
ND - 411	655.43	42.08	ND - 419	649.71	47.77
ND - 412	654.87	42.64	ND - 420	649.01	48.47
ND - 413	654.12	43.38	ND - 421	648.51	48.97
ND - 414	653.27	44.23			

Ilustración 173 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 15 en escenario "Diseño del Sistema" debido a las Válvulas Reductoras de Presión: Oeste 1, Oeste 2, Centro y Sur en la Red de Distribución.

Ramal – 16

Label ▲	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 422	673.60	24.04
ND - 423	673.64	24.00
ND - 424	673.20	24.43
ND - 425	672.42	25.21
ND - 426	671.88	25.75
ND - 427	671.37	26.26
ND - 428	671.13	26.49
ND - 429	670.86	26.76
ND - 430	670.75	26.87
ND - 431	670.24	27.38
ND - 432	670.00	27.62
ND - 433	668.94	28.67
ND - 434	666.45	31.15
ND - 435	665.24	32.35
ND - 436	662.20	35.39
ND - 437	658.36	39.22
ND - 438	657.04	40.53
ND - 439	655.53	42.04
ND - 440	654.87	42.69
ND - 441	653.85	43.72
ND - 442	653.43	44.13
ND - 443	653.16	44.41
ND - 444	652.27	45.29
ND - 445	652.12	45.44
ND - 446	651.71	45.85
ND - 447	650.61	46.95
ND - 448	650.46	47.10
ND - 449	648.50	49.05

Ilustración 174 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 16 en escenario "Diseño del Sistema" debido a las Válvulas Reductoras de Presión: Oeste 1, Oeste 2, Centro y Sur en la Red de Distribución.

Ramal – 17

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 450	666.36	31.24
ND - 451	665.47	32.13
ND - 452	664.89	32.70
ND - 453	663.34	34.25
ND - 454	662.32	35.27
ND - 455	661.53	36.06
ND - 456	660.30	37.28
ND - 457	659.32	38.27
ND - 458	658.78	38.81
ND - 459	658.19	39.39

Ilustración 175 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 17 en escenario "Diseño del Sistema" debido a las Válvulas Reductoras de Presión: Oeste 1, Oeste 2, Centro y Sur en la Red de Distribución.

Ramal – 18

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 460	652.29	45.21
ND - 461	651.09	46.39
ND - 462	651.00	46.49
ND - 463	650.95	46.53
ND - 464	650.89	46.59
ND - 465	650.89	46.59
ND - 466	650.98	46.51
ND - 467	651.09	46.39
ND - 468	651.01	46.47

Ilustración 176 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 18 en escenario "Diseño del Sistema" debido a las Válvulas Reductoras de Presión: Oeste 1, Oeste 2, Centro y Sur en la Red de Distribución.

Ramal – 19

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 469	651.79	45.70
ND - 470	652.37	45.12
ND - 471	652.80	44.69
ND - 472	653.01	44.48
ND - 473	653.38	44.11
ND - 474	653.49	44.00

Ilustración 177 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 19 en escenario "Diseño del Sistema" debido a las Válvulas Reductoras de Presión: Oeste 1, Oeste 2, Centro y Sur en la Red de Distribución.

Ramal – 20

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 475	649.03	48.45
ND - 476	649.08	48.40
ND - 477	649.14	48.34
ND - 478	649.20	48.28
ND - 479	649.36	48.12
ND - 480	649.40	48.08
ND - 481	649.58	47.90
ND - 482	649.73	47.75
ND - 483	649.89	47.59
ND - 484	650.11	47.37
ND - 485	650.16	47.32
ND - 486	650.37	47.11
ND - 487	650.40	47.08
ND - 488	650.60	46.88
ND - 489	650.87	46.61
ND - 490	651.04	46.44
ND - 491	653.50	43.99

Ilustración 178 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 20 en escenario "Diseño del Sistema" debido a las Válvulas Reductoras de Presión: Oeste 1, Oeste 2, Centro y Sur en la Red de Distribución.



### 3.10.2.5 Resultados escenario: "Aislamiento sur"

En las siguientes imágenes se muestran los valores a los que disminuyen las presiones de los nodos del escenario "Aislamiento Sur" una vez se han agregado las válvulas reductoras de presión. Se muestran únicamente los ramales que tenían nodos que estaban por encima de la presión máxima permitida.

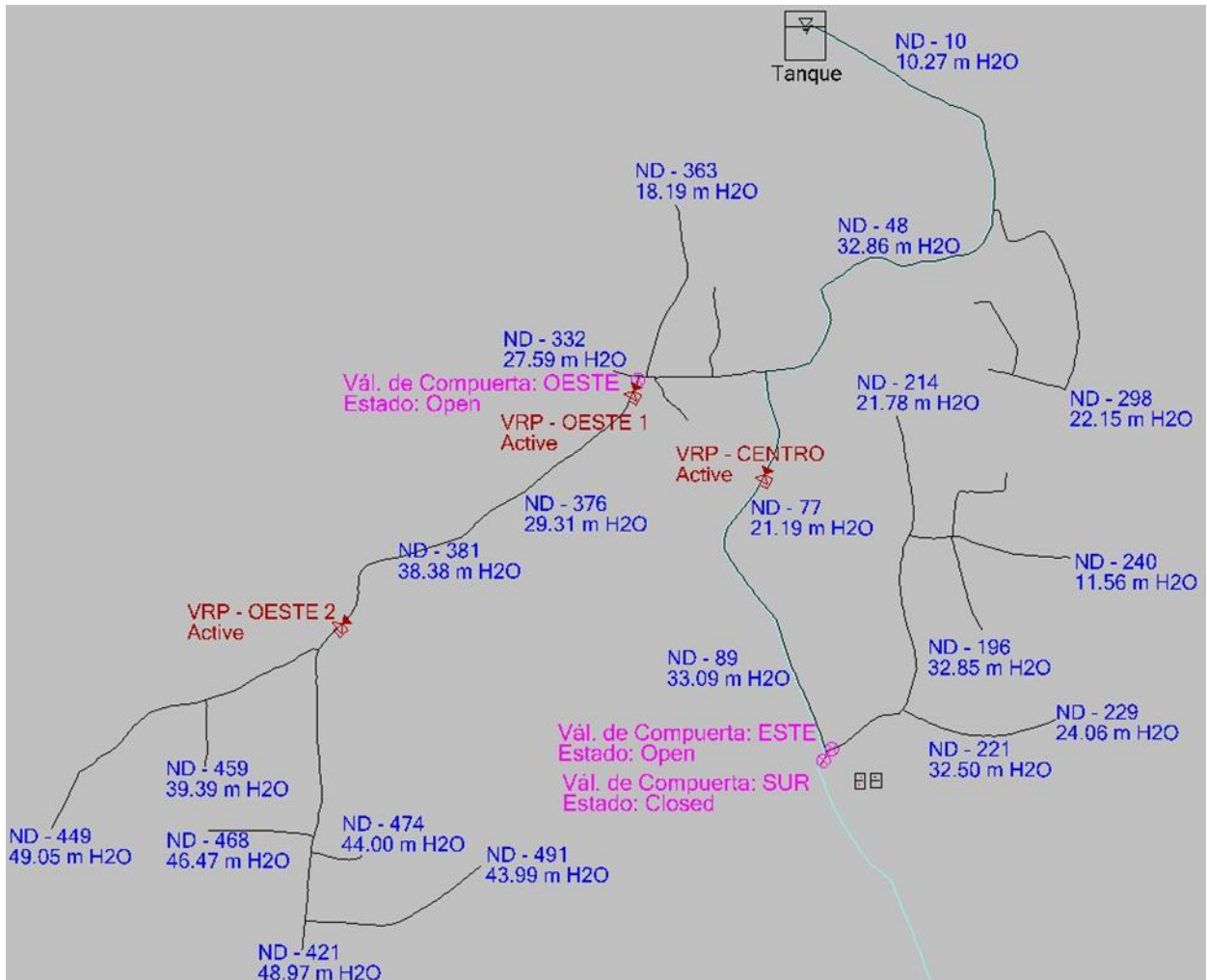


Ilustración 179 - Vista del Modelo en WaterCAD en escenario: "Diseño del Sistema" con Válvulas Reductoras de Presión: Oeste 1, Oeste 2 y Centro para modificar los resultados obtenidos en el escenario "Aislamiento Sur" en la Red de Distribución.

Ramal – 1

Label	Elevation (m)	Pressure (m H <sub>2</sub> O)
ND - 52	709.09	37.33
ND - 53	708.16	38.11
ND - 54	707.75	38.46
ND - 55	707.00	39.04
ND - 56	706.83	39.13
ND - 57	706.79	39.12
ND - 58	706.80	38.89
ND - 59	706.99	38.56
ND - 60	707.00	38.44
ND - 61	707.07	38.24
ND - 62	707.33	37.78
ND - 63	707.41	37.59
ND - 64	707.59	37.34
ND - 65	708.06	36.76
ND - 66	708.50	36.26
ND - 67	708.96	35.70
ND - 68	709.62	34.93
ND - 69	710.27	34.15
ND - 70	711.31	32.80
ND - 71	712.30	31.28
ND - 72	711.75	31.77
ND - 73	708.62	34.80
ND - 74	708.27	35.15
ND - 75	707.50	35.90
ND - 76	706.25	37.11
ND - 77	703.79	21.19
ND - 78	700.96	23.92
ND - 79	700.47	24.39
ND - 80	699.77	25.07
ND - 81	699.17	25.64
ND - 82	698.79	26.01
ND - 83	698.37	26.41
ND - 84	697.77	27.00
ND - 85	697.49	27.26
ND - 86	696.97	27.76
ND - 87	696.77	27.95
ND - 88	695.26	29.41
ND - 89	691.48	33.09
ND - 90	690.81	33.75
ND - 91	690.54	34.00
ND - 92	690.24	34.29
ND - 93	690.22	34.30
ND - 94	690.20	34.32
ND - 95	690.16	34.34
ND - 96	690.18	34.31
ND - 97	690.36	34.12
ND - 98	690.48	33.99
ND - 99	690.69	33.75
ND - 100	690.44	34.00
ND - 101	690.08	0.00
ND - 102	690.00	(N/A)

Ilustración 180 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 1 en escenario "Diseño del Sistema" debido a las Válvulas Reductoras de Presión: Oeste 1, Oeste 2 y Centro en las Red de Distribución.

Ramal – 4

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 187	690.70	33.72
ND - 188	690.74	33.67
ND - 189	690.02	34.35
ND - 190	689.91	34.45
ND - 191	689.99	34.36
ND - 192	690.05	34.28
ND - 193	690.03	34.30
ND - 194	690.10	34.22
ND - 195	690.95	33.35
ND - 196	691.44	32.85
ND - 197	692.69	31.59
ND - 198	692.72	31.56
ND - 199	692.75	31.53
ND - 200	693.05	31.22
ND - 201	692.98	31.29
ND - 202	694.14	30.12
ND - 203	694.81	29.44
ND - 204	694.89	29.36
ND - 205	695.40	28.86
ND - 206	696.26	27.99
ND - 207	696.89	27.36
ND - 208	697.99	26.26
ND - 209	699.23	25.03
ND - 210	699.39	24.87
ND - 211	700.01	24.24
ND - 212	700.11	24.14
ND - 213	701.44	22.82
ND - 214	702.48	21.78

Ilustración 181- Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 4 en escenario "Diseño del Sistema" debido a las Válvulas Reductoras de Presión: Oeste 1, Oeste 2 y Centro en la Red de Distribución.

Ramal – 5

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 215	689.97	34.36
ND - 216	689.76	34.56
ND - 217	689.86	34.46
ND - 218	690.02	34.31
ND - 219	690.16	34.16
ND - 220	690.40	33.93
ND - 221	691.82	32.50
ND - 222	693.48	30.84
ND - 223	693.77	30.56
ND - 224	694.38	29.94
ND - 225	696.26	28.07
ND - 226	698.08	26.25
ND - 227	698.55	25.79
ND - 228	699.94	24.40
ND - 229	700.28	24.06

Ilustración 182 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 5 en escenario "Diseño del Sistema" debido a las Válvulas Reductoras de Presión: Oeste 1, Oeste 2 y Centro en la Red de Distribución.

## Ramal – 15

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 364	713.84	28.82	ND - 371	705.93	22.27
ND - 365	712.98	15.41	ND - 372	705.02	23.17
ND - 366	712.53	15.84	ND - 373	703.89	24.28
ND - 367	711.80	16.54	ND - 374	703.42	24.74
ND - 368	710.08	18.20	ND - 375	702.51	25.63
ND - 369	709.68	18.60	ND - 376	698.73	29.31
ND - 370	706.34	21.87	ND - 377	697.09	30.85
ND - 371	705.93	22.27	ND - 378	696.47	31.44
ND - 372	705.02	23.17	ND - 379	696.35	31.54
ND - 373	703.89	24.28	ND - 380	696.00	31.86
ND - 374	703.42	24.74	ND - 381	689.32	38.38
ND - 375	702.51	25.63	ND - 382	688.77	38.90
ND - 376	698.73	29.31	ND - 383	687.41	40.22
ND - 377	697.09	30.85	ND - 384	686.38	41.24
ND - 378	696.47	31.44	ND - 385	685.36	42.24
ND - 379	696.35	31.54	ND - 386	683.52	44.04
ND - 380	696.00	31.86	ND - 387	682.87	44.69
ND - 381	689.32	38.38	ND - 388	681.62	45.91
ND - 382	688.77	38.90	ND - 389	680.84	46.69
ND - 383	687.41	40.22	ND - 390	679.24	48.26
ND - 384	686.38	41.24	ND - 391	678.24	49.24
ND - 385	685.36	42.24	ND - 392	677.21	20.51
ND - 386	683.52	44.04	ND - 393	676.73	20.98
ND - 387	682.87	44.69	ND - 394	675.91	21.79
ND - 388	681.62	45.91	ND - 395	673.39	24.26
ND - 389	680.84	46.69	ND - 396	673.26	24.39
ND - 390	679.24	48.26	ND - 397	672.21	25.43
ND - 391	678.24	49.24	ND - 398	670.98	26.65
ND - 392	677.21	20.51	ND - 399	669.98	27.64
ND - 393	676.73	20.98	ND - 400	669.61	28.00
ND - 394	675.91	21.79	ND - 401	668.86	28.74
ND - 395	673.39	24.26	ND - 402	668.10	29.49
ND - 396	673.26	24.39	ND - 403	667.53	30.06
ND - 397	672.21	25.43	ND - 404	667.72	30.87
ND - 398	670.98	26.65	ND - 405	665.87	31.71
ND - 399	669.98	27.64	ND - 406	664.94	32.63
ND - 400	669.61	28.00	ND - 407	663.34	34.22
ND - 401	668.86	28.74	ND - 408	662.25	35.30
ND - 402	668.10	29.49	ND - 409	658.77	38.77
ND - 403	667.53	30.06	ND - 410	658.29	39.24
ND - 404	666.72	30.87	ND - 411	655.43	42.08
ND - 405	665.87	31.71	ND - 412	654.87	42.64
ND - 406	664.94	32.63	ND - 413	654.12	43.38
ND - 407	663.34	34.22	ND - 414	653.27	44.23
ND - 408	662.25	35.30	ND - 415	652.53	44.96
ND - 409	658.77	38.77	ND - 416	651.98	45.51
ND - 410	658.29	39.24	ND - 418	649.82	47.66
ND - 411	655.43	42.08	ND - 419	649.71	47.77
ND - 412	654.87	42.64	ND - 420	649.01	48.47
ND - 413	654.12	43.38	ND - 421	648.51	48.97
ND - 414	653.27	44.23			

Ilustración 183 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 15 en escenario "Diseño del Sistema" debido a las Válvulas Reductoras de Presión: Oeste 1, Oeste 2 y Centro en la Red de Distribución.

Ramal – 16

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 422	673.60	24.04
ND - 423	673.64	24.00
ND - 424	673.20	24.43
ND - 425	672.42	25.21
ND - 426	671.88	25.75
ND - 427	671.37	26.26
ND - 428	671.13	26.49
ND - 429	670.86	26.76
ND - 430	670.75	26.87
ND - 431	670.24	27.38
ND - 432	670.00	27.62
ND - 433	668.94	28.67
ND - 434	666.45	31.15
ND - 435	665.24	32.35
ND - 436	662.20	35.39
ND - 437	658.36	39.22
ND - 438	657.04	40.53
ND - 439	655.53	42.04
ND - 440	654.87	42.69
ND - 441	653.85	43.72
ND - 442	653.43	44.13
ND - 443	653.16	44.41
ND - 444	652.27	45.29
ND - 445	652.12	45.44
ND - 446	651.71	45.85
ND - 447	650.61	46.95
ND - 448	650.46	47.10
ND - 449	648.50	49.05

Ilustración 184 - Resultados de Presión en Nodos del ramal - 16 en escenario "Diseño del Sistema" debido a las Válvulas Reductoras de Presión Oeste 1 Oeste 2 y Centro en la Red de Distribución.

Ramal – 17

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 450	666.36	31.24
ND - 451	665.47	32.13
ND - 452	664.89	32.70
ND - 453	663.34	34.25
ND - 454	662.32	35.27
ND - 455	661.53	36.06
ND - 456	660.30	37.28
ND - 457	659.32	38.27
ND - 458	658.78	38.81
ND - 459	658.19	39.39

Ilustración 185 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 17 en escenario "Diseño del Sistema" debido a las Válvulas Reductoras de Presión: Oeste 1, Oeste 2 y Centro en la Red de Distribución.

Ramal – 18

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 460	652.29	45.21
ND - 461	651.09	46.39
ND - 462	651.00	46.49
ND - 463	650.95	46.53
ND - 464	650.89	46.59
ND - 465	650.89	46.59
ND - 466	650.98	46.51
ND - 467	651.09	46.39
ND - 468	651.01	46.47

Ilustración 186 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 18 en escenario "Diseño del Sistema" debido a las Válvulas Reductoras de Presión: Oeste 1, Oeste 2 y Centro en la Red de Distribución.

Ramal – 19

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 469	651.79	45.70
ND - 470	652.37	45.12
ND - 471	652.80	44.69
ND - 472	653.01	44.48
ND - 473	653.38	44.11
ND - 474	653.49	44.00

Ilustración 187 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 19 en escenario "Diseño del Sistema" debido a las Válvulas Reductoras de Presión: Oeste 1, Oeste 2 y Centro en la Red de Distribución.

Ramal – 20

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 475	649.03	48.45
ND - 476	649.08	48.40
ND - 477	649.14	48.34
ND - 478	649.20	48.28
ND - 479	649.36	48.12
ND - 480	649.40	48.08
ND - 481	649.58	47.90
ND - 482	649.73	47.75
ND - 483	649.89	47.59
ND - 484	650.11	47.37
ND - 485	650.16	47.32
ND - 486	650.37	47.11
ND - 487	650.40	47.08
ND - 488	650.60	46.88
ND - 489	650.87	46.61
ND - 490	651.04	46.44
ND - 491	653.50	43.99

Ilustración 188 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 20 en escenario "Diseño del Sistema" debido a las Válvulas Reductoras de Presión: Oeste 1, Oeste 2 y Centro en la Red de Distribución.



### 3.10.2.6 Resultados escenario: "Aislamiento oeste"

En las siguientes imágenes se muestran los valores a los que disminuyen las presiones de los nodos del escenario "Aislamiento Oeste" una vez se han agregado las válvulas reductoras de presión. Se muestran únicamente los ramales que tenían nodos que estaban por encima de la presión máxima permitida.

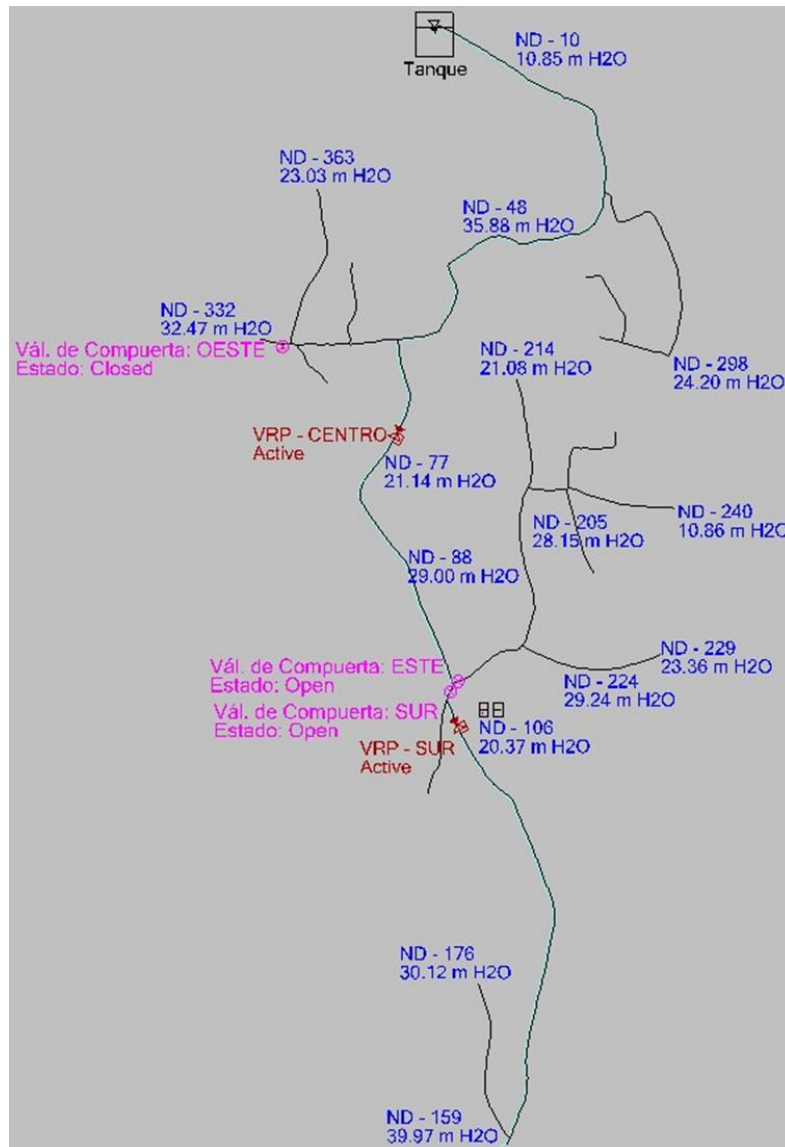


Ilustración 189 - Vista del Modelo en WaterCAD en escenario: "Diseño del Sistema" con Válvulas Reductoras de Presión: Centro y Sur para modificar los resultados obtenidos en el escenario "Aislamiento Oeste" en la Red de Distribución.

## Ramal – 1

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 52	709.09	40.54	ND - 103	689.95	33.76
ND - 53	708.16	41.37	ND - 104	689.60	34.12
ND - 54	707.75	41.74	ND - 105	688.11	35.60
ND - 55	707.00	42.38	ND - 106	687.36	20.37
ND - 56	706.83	42.49	ND - 107	686.67	21.06
ND - 57	706.79	42.50	ND - 108	683.64	24.07
ND - 58	706.80	42.35	ND - 109	683.39	24.32
ND - 59	706.99	42.06	ND - 110	682.89	24.82
ND - 60	707.00	41.97	ND - 111	682.99	24.72
ND - 61	707.07	41.82	ND - 112	683.09	24.62
ND - 62	707.33	41.42	ND - 113	683.39	24.31
ND - 63	707.41	41.27	ND - 114	683.73	23.96
ND - 64	707.59	41.05	ND - 115	683.56	24.13
ND - 65	708.06	40.50	ND - 116	683.23	24.46
ND - 66	708.50	40.02	ND - 117	683.03	24.66
ND - 67	708.96	39.50	ND - 118	682.92	24.76
ND - 68	709.62	38.76	ND - 119	682.80	24.88
ND - 69	710.27	38.02	ND - 120	682.68	25.00
ND - 70	711.31	36.77	ND - 121	682.60	25.08
ND - 71	712.30	35.43	ND - 122	682.40	25.27
ND - 72	711.75	35.85	ND - 123	682.33	25.34
ND - 73	708.62	38.81	ND - 124	682.12	25.55
ND - 74	708.27	39.14	ND - 125	682.02	25.65
ND - 75	707.50	39.87	ND - 126	681.97	25.69
ND - 76	706.25	41.05	ND - 127	681.85	25.82
ND - 77	703.79	21.14	ND - 128	681.67	25.99
ND - 78	700.96	23.76	ND - 129	681.09	26.57
ND - 79	700.47	24.20	ND - 130	680.79	26.87
ND - 80	699.77	24.86	ND - 131	680.44	27.21
ND - 81	699.17	25.40	ND - 132	680.15	27.50
ND - 82	698.79	25.76	ND - 133	679.94	27.72
ND - 83	698.37	26.15	ND - 134	679.75	27.90
ND - 84	697.77	26.71	ND - 135	678.96	28.69
ND - 85	697.49	26.96	ND - 136	678.85	28.80
ND - 86	696.97	27.44	ND - 137	677.81	29.83
ND - 87	696.77	27.62	ND - 138	677.52	30.12
ND - 88	695.26	29.00	ND - 139	677.19	30.46
ND - 89	691.48	32.58	ND - 140	677.10	30.54
ND - 90	690.81	33.22	ND - 141	676.83	30.81
ND - 91	690.54	33.45	ND - 142	676.73	30.91
ND - 92	690.24	33.71	ND - 143	676.38	31.26
ND - 93	690.22	33.71	ND - 144	676.20	31.44
ND - 94	690.20	33.72	ND - 145	675.96	31.68
ND - 95	690.16	33.72	ND - 146	675.52	32.11
ND - 96	690.18	33.67	ND - 147	675.27	32.36
ND - 97	690.36	33.46	ND - 148	674.69	32.94
ND - 98	690.48	33.32	ND - 149	674.52	33.11
ND - 99	690.69	33.04	ND - 150	673.04	34.59
ND - 100	690.44	33.29	ND - 151	671.10	36.52
ND - 101	690.08	33.64	ND - 152	670.80	36.83
ND - 102	690.00	33.72	ND - 153	670.46	37.16

Ilustración 190 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 1 en escenario "Diseño del Sistema" debido a las Válvulas Reductoras de Presión: Centro y Sur en la Red de Distribución. 1/2

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 111	682.99	24.72
ND - 112	683.09	24.62
ND - 113	683.39	24.31
ND - 114	683.73	23.96
ND - 115	683.56	24.13
ND - 116	683.23	24.46
ND - 117	683.03	24.66
ND - 118	682.92	24.76
ND - 119	682.80	24.88
ND - 120	682.68	25.00
ND - 121	682.60	25.08
ND - 122	682.40	25.27
ND - 123	682.33	25.34
ND - 124	682.12	25.55
ND - 125	682.02	25.65
ND - 126	681.97	25.69
ND - 127	681.85	25.82
ND - 128	681.67	25.99
ND - 129	681.09	26.57
ND - 130	680.79	26.87
ND - 131	680.44	27.21
ND - 132	680.15	27.50
ND - 133	679.94	27.72
ND - 134	679.75	27.90
ND - 135	678.96	28.69
ND - 136	678.85	28.80
ND - 137	677.81	29.83
ND - 138	677.52	30.12
ND - 139	677.19	30.46
ND - 140	677.10	30.54
ND - 141	676.83	30.81
ND - 142	676.73	30.91
ND - 143	676.38	31.26
ND - 144	676.20	31.44
ND - 145	675.96	31.68
ND - 146	675.52	32.11
ND - 147	675.27	32.36
ND - 148	674.69	32.94
ND - 149	674.52	33.11
ND - 150	673.04	34.59
ND - 151	671.10	36.52
ND - 152	670.80	36.83
ND - 153	670.46	37.16
ND - 154	669.99	37.63
ND - 155	669.16	38.46
ND - 156	668.64	38.97
ND - 157	668.37	39.25
ND - 158	667.93	39.69
ND - 159	667.65	39.97
ND - 160	667.26	40.35

Ilustración 191 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 1 en escenario "Diseño del Sistema" debido a las Válvulas Reductoras de Presión: Centro y Sur en la Red de Distribución. 2/2

## Ramal – 2

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 161	667.75	39.87
ND - 162	668.00	39.62
ND - 163	668.32	39.30
ND - 164	668.57	39.04
ND - 165	671.90	35.73
ND - 166	673.96	33.67
ND - 167	674.30	33.33
ND - 168	675.29	32.34
ND - 169	675.45	32.18
ND - 170	676.52	31.11
ND - 171	676.75	30.88
ND - 172	677.09	30.54
ND - 173	677.29	30.34
ND - 174	677.19	30.44
ND - 175	677.17	30.46
ND - 176	677.51	30.12

Ilustración 192 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 2 en escenario "Diseño del Sistema" debido a las Válvulas Reductoras de Presión: Centro y Sur en la Red de Distribución.

## Ramal – 3

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 177	690.10	33.62
ND - 178	690.55	33.16
ND - 179	690.56	33.15
ND - 180	690.38	33.34
ND - 181	690.29	33.43
ND - 182	689.81	33.91
ND - 183	689.87	33.85
ND - 184	690.18	33.54
ND - 185	689.33	34.38
ND - 186	689.07	34.65

Ilustración 193 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 3 en escenario "Diseño del Sistema" debido a las Válvulas Reductoras de Presión: Centro y Sur en la Red de Distribución.

## Ramal – 4

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 187	690.70	33.02
ND - 188	690.74	32.96
ND - 189	690.02	33.65
ND - 190	689.91	33.74
ND - 191	689.99	33.66
ND - 192	690.05	33.57
ND - 193	690.03	33.59
ND - 194	690.10	33.51
ND - 195	690.95	32.64
ND - 196	691.44	32.14
ND - 197	692.69	30.88
ND - 198	692.72	30.85
ND - 199	692.75	30.82
ND - 200	693.05	30.51
ND - 201	692.98	30.59
ND - 202	694.14	29.42
ND - 203	694.81	28.74
ND - 204	694.89	28.66
ND - 205	695.40	28.15
ND - 206	696.26	27.28
ND - 207	696.89	26.65
ND - 208	697.99	25.56
ND - 209	699.23	24.32
ND - 210	699.39	24.16
ND - 211	700.01	23.54
ND - 212	700.11	23.43
ND - 213	701.44	22.11
ND - 214	702.48	21.08

Ilustración 194 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 4 en escenario "Diseño del Sistema" debido a las Válvulas Reductoras de Presión: Centro y Sur en la Red de Distribución.

Ramal – 5

Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
ND - 215	689.97	33.65
ND - 216	689.76	33.86
ND - 217	689.86	33.76
ND - 218	690.02	33.60
ND - 219	690.16	33.46
ND - 220	690.40	33.22
ND - 221	691.82	31.80
ND - 222	693.48	30.14
ND - 223	693.77	29.85
ND - 224	694.38	29.24
ND - 225	696.26	27.37
ND - 226	698.08	25.55
ND - 227	698.55	25.08
ND - 228	699.94	23.69
ND - 229	700.28	23.36

Ilustración 195 - Resultados de Presión en Nodos del Ramal - 5 en escenario "Diseño del Sistema" debido a las Válvulas Reductoras de Presión: Centro y Sur en la Red de Distribución.

## **CAPÍTULO IV: PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA**

## **4.1 Presupuesto**

En esta sección se presenta el presupuesto total del sistema de abastecimiento diseñado en la sección anterior.

El presupuesto se ha dividido en cuatro componentes generales, los cuales a su vez se subdividen en 2 nivel hasta identificar cada partida que conforma los elementos del sistema.

### **4.1.1 Costo directo**

Para la formulación de este presupuesto se consideran los costos directos que el FISDL reporta en su base de costos de septiembre de 2019. En la primera columna del plan de oferta se indica el ID de la partida según el FISDL, antecedida por la letra "F". Se considera que el costo que se indica para cada partida contempla todos los costos por materiales, mano de obra, herramientas y subcontratos que sean necesarios para ejecutar cada actividad, aun cuando la descripción de las partidas no especifique con mayor detalle todos los elementos que contemplan.

Se presenta un único análisis de costo que corresponde a la partida de suministro e instalación de bomba sumergible con ID "B.S".

### **4.1.2 Costo indirecto**

Se adopta el factor 25% de costo indirecto el cual será aplicable sobre el costo directo del proyecto, el cual considera los costos de operación, imprevistos y utilidad.



### 4.1.3 Plan de oferta

ID	Partida	Unidad	Cantidad	C.D. Unitario	Valor
	<b>Estación de Bombeo</b>				<b>\$ 25,369.67</b>
	<b>Pozo</b>				
F.1.3.3	Trazo P/Pozo	u	1.00	\$ 6.28	\$ 6.28
F.12.10.22	Perforación mecánica de pozo. Diámetro de perforación 12 1/4" (solo perforación)	m	30.00	\$ 103.47	\$ 3,104.10
F.12.13.4	sum. e inst. de tubo acero al carbón p/pozo tipo rejilla de 6" de diam. x 1/4" de espesor	m	27.00	\$ 55.75	\$ 1,505.25
F.12.13.3	Sum. e inst. de tubería ciega para pozo acero al carbon de 6" de diam. x 1/4" de espesor	m	3.50	\$ 47.76	\$ 167.16
F.13.7.20	Filtro de grava (a utilizar en zanja de infiltración pozos cajas etc.). Incluye desalojo con maquinaria.	m3	1.73	\$ 43.16	\$ 74.66
F.12.10.9	Sello sanitario para pozo	sg.	1.00	\$ 171.43	\$ 171.43
F.2.4.16	Solera de corona de 0.30x0.20m; p/pozo ref 3#3+est#@2@0.15m	m	1.00	\$ 18.80	\$ 18.80
F.12.10.14	Concreteado de Losa para Pozo D=3.50 mtsREF. 3/8@20cm + radiales 3/8 @30cm	m3	0.20	\$ 451.53	\$ 90.31
	<b>Bomba sumergible</b>				
B.S	Suministro e Instalación de bomba sumergible 6" 10 hp 150 gpm, motor sumergible 6" 10 hp 230V y caja de control para bomba sumergible de 10 hp	sg	1.00	\$ 4,954.87	\$ 4,954.87
	<b>Árbol de descarga</b>				
F.12.18.1	Cabezal de descarga de acero al carbón tipo L Ø=2"x90° C-300	c/u	1.00	\$ 81.20	\$ 81.20
F.12.8.85	Niple de Ho.Go 2" X0.50	c/u	5.00	\$ 7.13	\$ 35.65
F.12.5.103	Union Dresser de Ho. Fo. 2"	c/u	1.00	\$ 44.82	\$ 44.82
F.12.8.16	Tee de Ho.Go 2"	u	2.00	\$ 5.38	\$ 10.76
F.12.20.1	Válvula de compuerta de Ø=2" en HFD JB ASME/ANSI B 16.1 Con dado operador y vástago no levadizo Clase 125 según norma AWWA C-515 a instalar en tubería de Ø=2". Incluye accesorios de conexión a red y anclajes. Según planos	u	2.00	\$ 278.25	\$ 556.50
F.12.5.112	Suministro e instalación de macromedidor 2"	c/u	1.00	\$ 338.39	\$ 338.39

ID	Partida	Unidad	Cantidad	C.D. Unitario	Valor
F.12.5.128	Filtro para medidor de caudal Ø=2 Ho.Fo JB C-300	c/u	1.00	\$ 795.65	\$ 795.65
F.12.8.131	Purga de aire en tubería de 2"	c/u	1.00	\$ 127.25	\$ 127.25
F.12.8.4	Codo de Ho.Go 2"X45	u	1.00	\$ 6.25	\$ 6.25
	<b>Caseta de control</b>				
F.1.3.1	Trazo por unidad de área	m2	400.00	\$ 0.80	\$ 320.00
F.1.1.1	Limpieza (chapeo)	m2	400.00	\$ 0.36	\$ 144.00
F.1.2.1	Descapote	m3	40.00	\$ 6.38	\$ 255.20
F.1.4.12	Excavación a mano hasta 1.50 m (Mat. Semi duro)	m3	10.48	\$ 12.88	\$ 134.98
F.1.5.2	Relleno compactado suelo-Cem. 20:1 (c/mat. selecto).	m3	4.00	\$ 31.98	\$ 127.92
F.2.2.127	Solera de fundación 0.55x0.20; Ref 6#3+Est#2@0.15; f'c=210 Kg/cm2	m3	17.70	\$ 193.35	\$ 3,422.25
F.3.1.1	Pared de bloque de concreto 15x20x40 cm. RV n°4@0.40m, RH n°2@0.40. Incluye llenado de bastones	m2	52.13	\$ 26.49	\$ 1,380.92
F.2.3.36	Solera de intermedia de 15x20 con ref 2#3+G#2@0.15 Concreto 210 y fy=2800 fy/cm2 (Incluye encofrado)	m	19.66	\$ 8.90	\$ 174.96
F.2.4.158	Solera corona de 0.15x0.20m; ref 2#4+est#2@0.15m; f'c=210kg/cm2; incluye encofrado	m	19.66	\$ 10.57	\$ 207.88
F.4.3.3	Polin C 4pulX1/16pul C/Celosis #2 a 45 (Inc. Pintu)	m	19.96	\$ 6.40	\$ 127.74
F.4.1.4	Cubierta de Fibro-Cemento 1 Agua	m2	29.26	\$ 10.09	\$ 295.23
F.5.3.3	Piso concreto simple concreto 1:2:4	m2	16.32	\$ 8.85	\$ 144.43
F.6.2.1	Puerta metálica de 1x2.10m tubo estruct 1x1; doble forro lámina 1/16" y contramarco de L1½"X1½X3/16". Incluye chapa de palanca reversible bisagras alcayate 4" pintura y demás aditamentos según detalle de planos	u	1.00	\$ 229.02	\$ 229.02
F.7.2.1	Ventana celosía vidrio nevadoalum.liviano S/AN	m2	1.00	\$ 25.28	\$ 25.28
F.1.6.6	Desalojo de material sobrante en carretilla distancia aproximada de acarreo 50 m	m3	10.48	\$ 3.72	\$ 38.99
	<b>Tratamiento de agua</b>				

ID	Partida	Unidad	Cantidad	C.D. Unitario	Valor
F.12.12.30	Sistema de desinfección de agua con Hipoclorador tipo "T" Ø=2" fabricado en acero al carbono e instalado en by pass incluye 3 válvulas de bronce y accesorios de instalación. Según planos	u	1.00	\$ 798.29	\$ 798.29
	<b>Instalaciones electricas</b>				
F.29.3.123	Salida de Luz	u	2.00	\$ 23.57	\$ 47.14
F.29.3.140	Salida de toma doble polarizado con canalización EMT	u	3.00	\$ 43.46	\$ 130.38
F.29.7.48	Luminaria Spot Light doble 100 W 115 V inc/accesorios p/instalación.	u	1.00	\$ 42.06	\$ 42.06
F.29.9.2	Transformador Monofásico de 15 KVA 144/24.9KV 120/240V.	u	2.00	\$ 1,110.85	\$ 2,221.70
	<b>Cerco perimetral</b>				
F.1.3.2	Trazo	m	80.00	\$ 0.43	\$ 34.40
F.3.6.38	Cerco de Malla Ciclón cal 11 x 72" con Tubo Galvanizado cédula 30 ø2" y Base de Concreto 0.4x0.4x0.55 m n°3 G40 en base para amarre f'c=210 kg/cm2	m	80.00	\$ 34.48	\$ 2,758.37
F.3.6.33	Sum. y colocación de 3 hilos de alambre espigado (púas) en extremo superior inclinado de poste	m	80.00	\$ 2.74	\$ 219.20
	<b>Línea de Impelencia</b>				<b>\$ 90,807.06</b>
	<b>Tubería 2"</b>				
F.1.3.5	Trazo y nivelación para tuberías	m	1733.23	\$ 0.68	\$ 1,178.59
F.1.4.98	Excavación para tuberías AP & SB; con maquinaria	m3	1903.08	\$ 4.01	\$ 7,625.84
F.1.5.17	Relleno compactado con material del lugar c/bailarina	m3	176.79	\$ 11.09	\$ 1,960.59
F.12.3.34	Tubería de HoGo Ø=2" Cédula 30 incluye accesorios	m	59.08	\$ 8.34	\$ 492.73
F.12.1.91	Tubería PVC Ø=2" 250 PSI JR; incluye accesorios	m	878.67	\$ 9.18	\$ 8,066.17
F.12.1.11	Tubería PVC JR 2" 160 PSI	m	850.03	\$ 4.50	\$ 3,825.15
F.12.10.4	Prueba de estanquedad	m	850.03	\$ 0.52	\$ 442.02
F.12.10.35	Prueba de presión de tubería por tramos	m	850.03	\$ 0.50	\$ 425.02
F.12.12.4	Limpieza y desinfección tubería de agua potable	m	850.03	\$ 0.51	\$ 433.52
F.1.5.18	Relleno compactado con material selecto c/bailarina	m3	1726.29	\$ 20.50	\$ 35,388.99

ID	Partida	Unidad	Cantidad	C.D. Unitario	Valor
F.1.6.1	Desalojo de material sobrante, en camión de "estaca"; incluye acarreo interno en terrazas con niveles diferentes. Considerar una distancia mínima de 25 km y hacia un lugar autorizado.	m3	1726.29	\$ 7.26	\$ 12,532.88
	<b>Accesorios</b>				
F.12.10.11	Anclajes para tubería forma trapezoidal concreto 210 incluye modelado y terracería	u	24.00	\$ 5.90	\$ 141.70
F.12.2.51	Codo a 90° PVC JR Í 2"	u	6.00	\$ 21.86	\$ 131.16
F.12.2.52	Codo a 45° PVC JR Í 2"	u	3.00	\$ 3.64	\$ 10.92
F.12.2.84	Curva larga 11° 4 35° PVC JR Í 2Ppul	u	144.00	\$ 17.94	\$ 2,583.36
F.12.2.139	Curva 22X2" PVC	c/u	18.00	\$ 5.59	\$ 100.62
F.12.8.4	Codo de Ho.Go 2"X45	u	2.00	\$ 6.25	\$ 12.50
	<b>Válvulas</b>				
F.12.10.61	Anclajes de válvula de Ø=2" hasta 2½"; f'c=210 Kg/cm2 incluye encofrado	u	16.00	\$ 3.38	\$ 54.04
F.12.8.131	Purga de aire en tubería de 2"	c/u	8.00	\$ 127.25	\$ 1,018.00
F.12.8.124	Purga de Lodos para cañería de 2"	u	5.00	\$ 64.34	\$ 321.70
	<b>Pozos de visita Purga de Lodo D=1.5mts</b>				
F.3.4.1	Mampostería para fundaciones	m3	10.86	\$ 62.77	\$ 681.53
F.13.8.7	Filtro de grava	m3	5.66	\$ 35.27	\$ 199.77
F.12.7.10	Pegamento de Ladrillo de Trinchera en Pozo	m2	110.39	\$ 39.68	\$ 4,380.10
F.9.3.1	Repello de superficies verticales hasta e=0.02 M= 1:4	m2	110.39	\$ 4.45	\$ 491.22
F.12.7.19	Peldaños de escalera de ingreso a pozos ó cajas	c/u	56.00	\$ 3.37	\$ 188.72
F.14.2.57	Hechura de anillo de concreto e instalación de tapadera HoFo en pozo A.LL.	c/u	8.00	\$ 39.69	\$ 317.52
F.14.2.30	Tapadera de Hierro Fundido para pozo	u	8.00	\$ 160.27	\$ 1,282.16
	<b>Pozos de visita Válvula Aire y Check D=1.1mts</b>				
F.3.4.1	Mampostería para fundaciones	m3	9.04	\$ 62.77	\$ 567.64
F.13.8.7	Filtro de grava	m3	3.04	\$ 35.27	\$ 107.22
F.12.7.10	Pegamento de Ladrillo de Trinchera en Pozo	m2	91.94	\$ 39.68	\$ 3,648.15
F.9.3.1	Repello de superficies verticales hasta e=0.02 M= 1:4	m2	91.94	\$ 4.45	\$ 409.13

ID	Partida	Unidad	Cantidad	C.D. Unitario	Valor
F.12.7.19	Peldaños de escalera de ingreso a pozos ó cajas	c/u	56.00	\$ 3.37	\$ 188.72
F.14.2.57	Hechura de anillo de concreto e instalación de tapadera HoFo en pozo A.LL.	c/u	8.00	\$ 39.69	\$ 317.52
F.14.2.30	Tapadera de Hierro Fundido para pozo	u	8.00	\$ 160.27	\$ 1,282.16
	<b>Tanque de Almacenamiento</b>				<b>\$ 18,480.12</b>
F.1.3.1	Trazo por unidad de área	m2	39.60	\$ 0.80	\$ 31.68
F.1.1.1	Limpieza (chapeo)	m2	39.60	\$ 0.36	\$ 14.26
F.1.2.1	Descapote	m3	11.88	\$ 6.38	\$ 75.79
F.1.4.12	Excavación a mano hasta 1.50 m (Mat. Semi duro)	m3	19.80	\$ 12.88	\$ 255.02
F.1.5.65	Relleno compactado con material selecto y cemento proporción 1:20. Utilizando maquinaria pesada. Incluye combustible.	m3	19.80	\$ 25.79	\$ 510.64
F.12.11.8	Tanque de Distribución de 100m3 incluye cajas para válvulas válvulas y tubería con accesorios de entrada salida y limpieza.	u	1.00	\$17,592.73	\$ 17,592.73
	<b>Red de Distribución</b>				<b>\$ 222,656.13</b>
	<b>Tubería 2"</b>				
F.1.3.5	Trazo y nivelación para tuberías	m	5112.55	\$ 0.68	\$ 3,476.53
F.1.4.98	Excavación para tuberías AP & SB; con maquinaria	m3	4785.35	\$ 4.01	\$ 19,175.36
F.1.5.17	Relleno compactado con material del lugar c/bailarina	m3	521.48	\$ 11.09	\$ 5,783.21
F.12.1.11	Tuberia PVC JR 2" 160 PSI	m	5879.43	\$ 4.50	\$ 26,457.45
F.12.10.4	Prueba de estanquedad	m	5879.43	\$ 0.52	\$ 3,057.30
F.12.10.35	Prueba de presión de tubería por tramos	m	5879.43	\$ 0.50	\$ 2,939.72
F.12.12.4	Limpieza y desinfección tubería de agua potable	m	5879.43	\$ 0.51	\$ 2,998.51
F.1.5.18	Relleno compactado con material selecto c/bailarina	m3	4263.87	\$ 20.50	\$ 87,409.27
F.1.6.1	Desalojo de material sobrante, en camión de "estaca"; incluye acarreo interno en terrazas con niveles diferentes. Considerar una distancia mínima de 25 km y hacia un lugar autorizado.	m3	4263.87	\$ 7.26	\$ 30,955.67
	<b>Accesorios</b>				
F.12.10.63	Anclaje para tubería 0.20x0.20x0.25 m concreto f'c=180 kg/cm2 incluye terracería	c/u	56.00	\$ 5.90	\$ 330.66

ID	Partida	Unidad	Cantidad	C.D. Unitario	Valor
F.12.2.51	Codo a 90° PVC JR Í 2"	u	2.00	\$ 21.86	\$ 43.72
F.12.2.52	Codo a 45° PVC JR Í 2"	u	15.00	\$ 3.64	\$ 54.60
F.12.2.84	Curva larga 11° 4 35° PVC JR Í 2Ppul	u	376.00	\$ 17.94	\$ 6,745.44
F.12.2.139	Curva 22X2" PVC	c/u	59.00	\$ 5.59	\$ 329.81
F.12.2.64	Tee PVC JR Í 2"	u	19.00	\$ 30.65	\$ 582.35
F.12.2.36	Tapón hembra liso PVC Í 2"	u	20.00	\$ 5.56	\$ 111.20
	<b>Válvulas</b>				
F.12.20.1	Válvula de compuerta de Ø=2" en HFD JB ASME/ANSI B 16.1 Con dado operador y vástago no levadizo Clase 125 según norma AWWA C-515 a instalar en tubería de Ø=2". Incluye accesorios de conexión a red y anclajes. Según planos	u	3.00	\$ 278.25	\$ 834.74
F.12.20.15	Válvula reguladora de presión de HFD Ø=2" JB Clase 125 incluye válvulas manómetros de 0-200PSI c/glicerina accesorios by-pass y anclajes. Según planos.	u	4.00	\$ 1,965.14	\$ 7,860.57
F.12.8.124	Purga de Lodos para cañería de 2"	u	14.00	\$ 64.34	\$ 900.76
	<b>Pozos de visita VRP y Compuerta D=1.1mts</b>				
F.3.4.1	Mampostería para fundaciones	m3	7.91	\$ 62.77	\$ 496.69
F.13.8.7	Filtro de grava	m3	2.66	\$ 35.27	\$ 93.82
F.12.7.10	Pegamento de Ladrillo de Trinchera en Pozo	m2	37.06	\$ 39.68	\$ 1,470.41
F.9.3.1	Repello de superficies verticales hasta e=0.02 M= 1:4	m2	37.06	\$ 4.45	\$ 164.90
F.12.7.19	Peldaños de escalera de ingreso a pozos ó cajas	c/u	42.00	\$ 3.37	\$ 141.54
F.14.2.57	Hechura de anillo de concreto e instalación de tapadera HoFo en pozo A.LL.	c/u	7.00	\$ 39.69	\$ 277.83
F.14.2.30	Tapadera de Hierro Fundido para pozo	u	7.00	\$ 160.27	\$ 1,121.89
	<b>Acometidas domiciliars</b>				
F.12.19.7	Acometida domiciliar AP tubería PVC Ø=1/2" en tubería PVC ø2"; Longitud entre 0 y 3 m; Incluye excavación compactación con material del lugar y válvula de control de bronce	c/u	216.00	\$ 29.44	\$ 6,359.54

ID	Partida	Unidad	Cantidad	C.D. Unitario	Valor
F.12.7.17	Caja prefabricada para micromedidor (Suministro e Instalación)	c/u	216.00	\$ 25.11	\$ 5,423.76
F.12.6.18	Medidor de agua potable Ø=1/2"	c/u	216.00	\$ 32.68	\$ 7,058.88

			<b>Costo Directo (A)</b>	\$ 357,312.98
	<b>Costo Indirecto</b>	<b>25%</b>	(B=A*%)	\$ 89,328.25
			<b>Costo Total (C=A+B)</b>	\$ 446,641.23
	<b>IVA</b>	<b>13%</b>	(D=C*%)	\$ 58,063.36
			<b>Monto (E=C+D)</b>	\$ 504,704.58

#### 4.1.3.1 Análisis de costo directo de bomba sumergible

ID	Partida	Unidad	Cantidad Analizada
B.S	Suministro e Instalación de bomba sumergible 6" 10 hp 150 gpm, motor sumergible 6" 10 hp 230V y caja de control para bomba sumergible de 10 hp	u	1

##### A-Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Valor
1	Bomba sumergible 6" 10hp 150 GPM	u	1.00	\$ 588.50	\$ 588.50
2	Motor sumergible 6" 10hp 1hp 230V Monofásico	u	1.00	\$1,326.55	\$ 1,326.55
3	Caja control de bomba sumergible 10hp 230V	u	1.00	\$ 539.82	\$ 539.82
Subtotal:					\$ 2,454.87

##### B-Mano de Obra

Código	Descripción	Cantidad	Rendimiento Hora/Unidad	Salario / Hora	Valor
Subtotal:					\$ -
Prestaciones: 0%					
Subtotal + Prestaciones:					

##### C-Equipo y Herramientas

Código	Descripción	Cantidad	Rendimiento Hora/Unidad	Precio / Hora	Valor
Subtotal:					\$ -

##### D-Subcontratos

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Valor
1	Instalación de bomba sumergible, motor sumergible y caja de control.	u	1.00	\$2,500.00	\$ 2,500.00
Subtotal:					\$ 2,500.00

<b>Costo Directo</b>	\$ 4,954.87
<b>Costo Directo Unitario</b>	\$ 4,954.87



## 4.2 Cronograma

Se presenta un cronograma de actividades en el cual se ha considerado abordar el proyecto en la fase de construcción en cuatro frentes de trabajo simultáneos, considerando rendimientos para las actividades según el criterio de los integrantes de este grupo de tesis, a partir de revisiones de programas de trabajo de carpetas técnicas de abastecimiento de agua potable.

A continuación, se presenta el resumen del cronograma de actividades principal de trabajo. Para ver el cronograma completo en vista de Diagrama de Gantt consultar el anexo 7.

	Task Name	Duración	Predecesoras
1	▾ DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CASERÍO EL PITAL Y LAS TABLAS	342 días	
2	▾ Estación de Bombeo	24 días	
3	▷ Pozo	5.5 días	
12	▷ Bomba sumergible	1 día	3
14	▷ Árbol de descarga	1 día	12
24	▷ Caseta de control	22 días	
40	▷ Tratamiento de agua	1 día	24
42	▷ Instalaciones electricas	2 días	24
47	▷ Cerco perimetral	6 días	
51	▾ Línea de Impelencia	149 días	2CC+2 días
52	▷ Tubería 2"	149 días	
64	▷ Accesorios	5 días	56CC
71	▷ Válvulas	30 días	56CC
75	▷ Pozos de visita Purga de Lodo D=1.5mts	41 días	71
83	▷ Pozos de visita Válvula Aire y Check D=1.1mts	41 días	71
91	▷ Tanque de Almacenamiento	23 días	51CC

Ilustración 196 - Resumen de Cronograma de Actividades. 1/2

	Task Name	Duración	Predecesoras
91	▷ Tanque de Almacenamiento	23 días	51CC
98	◀ Red de Distribución	340 días	51CC
99	▷ Tubería 2"	340 días	
109	▷ Accesorios	100 días	103CC
117	▷ Válvulas	20 días	103CC
121	▷ Pozos de visita VRP y Compuerta D=1.1mts	37 días	117CC+5 días
129	▷ Acometidas domiciliarias	140 días	103CC+3 días

Ilustración 197 - Resumen de Cronograma de Actividades. 2/2

# **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1 Conclusiones

- Con la propuesta de diseño alcanzada para el sistema de abastecimiento de agua potable se logra satisfacer la necesidad de suministrar del vital líquido a los caseríos El Pital y Las Tablas del cantón La Magdalena, Municipio de Chalchuapa, Departamento de Santa Ana; cumpliendo con la Normativa Técnica estipulada por la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados.
- Este documento será un aporte a la comunidad estudiantil y profesional interesados en la temática de abastecimiento de agua potable.
- Las organizaciones nacionales e internacionales interesadas en apoyar y hacer realidad que los caseríos El Pital y Las Tablas cuenten con un suministro de agua potable adecuado pueden apoyarse en este documento para establecer las bases del diseño y formulación definitiva del proyecto.
- La topografía de los caseríos presenta una fuerte diferencia de niveles entre El Pital y Las Tablas, lo cual es favorable para el sistema de distribución por gravedad que se ha propuesto, el cual inicia desde el tanque de almacenamiento ubicado en El Pital. Este aspecto también genera que en las partes más bajas del caserío Las Tablas se presenten valores altos de presión, más allá de los permitidos por la Normativa de ANDA, lo cual hace que agregar válvulas reductoras de presión sea indispensable para el adecuado funcionamiento de la red de distribución.
- El presupuesto que se presenta en esta propuesta de diseño se considera únicamente como un parámetro de la inversión en la que se incurriría para hacer posible esta iniciativa.

## **5.2 Recomendaciones**

- Es necesario una actualización a la propuesta de diseño presentada en este documento previo a la formulación definitiva del proyecto.
- Realizar pruebas para determinar si la calidad del agua en la zona donde se propone la ubicación del pozo es apta para el consumo humano.
- Efectuar una prueba de bombeo en la zona donde se propone la ubicación del pozo para determinar si su producción satisface la demanda de ambas comunidades.
- Las instituciones que asuman esta responsabilidad de llevar a cabo la construcción de este proyecto deberán de formular un presupuesto que contemple la realidad de las condiciones propias del momento en que se esté planificando la ejecución de este proyecto.
- Se recomienda que personal técnico en la materia de electricidad realice una revisión a los cálculos eléctricos para la subestación, ya que este documento se limitó a ejecutar dichos cálculos según lo estipulado por la Administración de Acueductos y Alcantarillados en su Norma Técnica para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Negras.

## Referencias bibliográficas

- Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA). (Noviembre de 2014). Normas técnicas para abastecimiento de agua potable y alcantarillados de aguas negras. El Salvador.
- Cengel, Y. A., & Cimbala, J. M. (2006). *Mecánica de fluidos: Fundamentos y aplicaciones* (Primera ed.). México D.F., México: McGraw-Hill.
- Centro Nacional de Registros. (s.f.). *Santa Ana Monografía Departamental y sus Municipios*. El Salvador.
- Editores de tutoriales al día. (2013). *Tutoriales al día*. Recuperado el Noviembre de 2019, de <http://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/red-de-distribucion-de-agua-potable-abierta-o-cerrada/>
- Editores de Wikipedia. (Diciembre de 2020). *Wikipedia*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/WaterCAD>
- Editores de Wikipedia. (20 de 01 de 2021). *Wikipedia*. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Prospecci%C3%B3n\\_geof%C3%ADsica](https://es.wikipedia.org/wiki/Prospecci%C3%B3n_geof%C3%ADsica)
- Gragirena Peña, E. L. (2012). *Diseño del acueducto mayor del área Boyacá de la faja petrolífera del Orinoco*. Guayana. Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos-pdf5/disen-acueducto-area-boyaca-faja-petrolifera-orinoco/disen-acueducto-area-boyaca-faja-petrolifera-orinoco2.shtml>
- Grupo de Investigación de Hidrogeología de la Universidad de El Salvador. (2020). *Informe Hidrogeológico en el caserios Las Tablas, municipio de Chalchapa, departamento de Santa Ana, El Salvador*. San Salvador.
- Mott, R. L. (1996). *Mecánica de fluidos aplicada* (Cuarta ed.). México DF: Pearson.
- Real Academia Española. (2021). *Diccionario de la Lengua Española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/>

Saraemor. (23 de Octubre de 2008). *Wordpress*. Recuperado el Noviembre de 2019,  
de <https://saraemor.wordpress.com/componentes-de-un-sistema-de-abastecimiento/>

# **ANEXOS**



## **Anexo 1: Glosario de palabras clave**

### **Acometida:**

Instalación por la que se deriva hacia un edificio u otro lugar parte del fluido que circula por una conducción principal. (Real Academia Española, 2021)

### **Aducción:**

Traer, llevar, enviar. (Real Academia Española, 2021)

### **Cavitación:**

Formación de burbujas de vapor o de gas en el seno de un líquido, causada por las variaciones que este experimenta en su presión. (Real Academia Española, 2021)

### **Celeridad:**

Rapidez, velocidad o prontitud en el movimiento o la ejecución de algo. (Real Academia Española, 2021)

### **Densidad:**

Magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo, y cuya unidad en el sistema internacional es el kilogramo por metro cúbico. (Real Academia Española, 2021)

### **Floculación:**

Agregación de partículas sólidas en una dispersión coloidal, en general por la adición de algún agente. (Real Academia Española, 2021)

### **Gradiente hidráulico:**

Razón entre la variación del valor de una magnitud en dos puntos próximos y la distancia que los separa. (Real Academia Española, 2021)

### **Línea de impelencia:**

Es el tramo de tubería que une la presa con el tanque de almacenamiento, donde el tanque está a una altura mayor que la presa, pues es un sistema por bombeo. (Gragirena Peña, 2012)

**Manometría:**

Instrumento que mide la presión. (Real Academia Española, 2021)

**Nodo:**

En un esquema o representación gráfica en forma de árbol, cada uno de los puntos de origen de las distintas ramificaciones. (Real Academia Española, 2021)

**Prospección geofísica:**

Es un conjunto de técnicas físicas y matemáticas, aplicadas a la exploración del subsuelo para la búsqueda y estudio de yacimientos de sustancias útiles (petróleo, agua subterránea, minerales, carbón, etc.), por medio de observaciones efectuadas en la superficie de la Tierra. (Editores de Wikipedia, 2021)

**Resistividad:**

Resistencia eléctrica específica de una determinada sustancia. (Real Academia Española, 2021)

**Senoidal:**

Curva que representa gráficamente la función del seno o del coseno. (Real Academia Española, 2021)

**Transversal:**

Que se cruza en dirección perpendicular con aquello de que se trata. (Real Academia Española, 2021)

**Viscosidad:**

Propiedad de los fluidos que caracteriza su resistencia a fluir, debida al rozamiento entre sus moléculas. (Real Academia Española, 2021)



FECHA: \_\_\_\_\_

**SENSO POBLACIONAL 2018**  
**COMUNIDAD LAS TABLAS, CASERIO EL PITAL CANTON LA MAGDALENA, CHALCHUAPA, SANTA ANA.**

Nº	INTEGRANTES POR FAMILIAS	EDAD	SEXO	OCUPACION	GRADO	
	Juana Antonia Aleman Aquilera	53	F	Ama de casa	1º	26
	Carlos Humberto Ruiz Aleman	5	M	Menor	0º	27
10	Luis Alberto Ruiz Aleman	30	M	Agricultor	2º	28
	Silda Lorena Herrera Giron	40	F	Ama de casa	3º	29
11	Julio Magdaleno Ruiz Aleman	37	M	Agricultor	7º	30
	Esmeralda Yamileth Rojas	43	F	Ama de casa	4º	31
	Eduardo Marroquin	18	M	Agricultor	6º	32
12	Juan Soliz Acenon	86	M	Acerrador	0º	33
	Estebana Martinez Garcia	58	F	Ama de casa	0º	34
	Vera Luz Soliz Martinez	38	F	Ama de casa	1º	35
	Juan Carlos Soliz Martinez	36	M	Agricultor	1º	36
	Angelica Soliz Martinez	26	F	Ama de casa	7º	37
	Norma Elizabeth Soliz Martinez	23	F	Ama de casa	7º	38
13	Angel Antonio Soliz Martinez	38	M	Agricultor	1º	39
14	Juan Alberto Ramirez Mendez	42	M	Agricultor	1º	40
	Ada Marisela Alvares Godoy	36	F	Ama de casa	1º	41
15	Luis Armando Salinas Rojas	28	M	Agricultor	6º	42
	Rosaura Daniela Ramirez Alvarez	15	F	Ama de casa	6º	43
16	Juan Gabriel Ramirez Alvarez	38	M	Agricultor	3º	44
	Heivi de Ramirez	35	F	Ama de casa	1º	45
	Juan Ramirez	15	M	Menor	9º	46
	Alberto Ramirez	10	M	Menor	5º	47
	Gerson Ramirez	9	M	Menor	3º	48
17	German Antonio Juarez Mendez	55	M	Agricultor	0º	49

Representante Legal ADESCO EL PITAL Isaac Urruela F. \_\_\_\_\_

Representante Legal Coop. Las Tablas, Gonzalo Martínez F. 






FECHA: \_\_\_\_\_

**SENSO POBLACIONAL 2018**  
**COMUNIDAD LAS TABLAS, CASERIO EL PITA, CANTON LA MAGDALENA, CHALCHUAPA, SANTA ANA.**

Nº	INTEGRANTES POR FAMILIAS	EDAD	SEXO	OCUPACION	GRADO	
	Josue Torivio Cazun Ramirez	3-meses	M	Menor	0º	74
25	Santos Luis Ramirez Mendez	47	M	Agricultor	3º	75
	Angela Marila Hernandez Martinez	37	F	Ama de casa	2º	76
	Luz Elena Ramirez Hernandez	16	F	Ama de casa	7º	77
26	Luis Miquel Ramirez	19	M	Agricultor	6º	78
	Rosa Emilda Rodriguez Lemus	20	F	Ama de casa	8º	79
	Emilda Michael Ramirez Rodriguez	1	F	Menor	0º	80
27	Jose Mauricio Portillo Torres	39	M	Empleado	Bachiller	81
	Marta de Jesus Ramos Lima	28	F	Ama de casa	6º	82
	Javier Edgardo Portillo Ramos	15	M	Menor	9º	83
	Ernesto Adolfo Portillo Ramos	10	M	Menor	4º	84
	Madeline Liliana Portillo Ramos	8	F	Menor	8	85
28	Marta de Los Angeles Hernandez	40	M	Ama de casa	6º	86
	Maria Magdalena Torres Hernandez	22	F	Ama de casa	Bachiller	87
	Marvin Orlando Torres Hernandez	15	M	Menor	9º	88
	Darwin Alexander Ramirez Hernandez	8	M	Menor	2º	89
29	Nelson de Jesus Portillo Torres	35	M	Empleado	Bachiller	90
	Mirian Estela Ramos Salazar	35	F	Ama de casa	6º	91
	Adriana Marisela Portillo Ramos	16	F	Menor	1-bachillerato	92
	Rosy Joana Portillo Ramos	13	F	Menor	7º	93
	Maria Bartola Torres Hernandez	80	F	Ama de casa	1º	94
30	Alvaro Ernesto Portillo Torres	40	M	Empleado	Bachiller	95
	Ruth Noemi Urruela de Portillo	38	F	Ama de casa	6º	96
	Alvaro Ismael Portillo Urruela	16	M	Menor	1-bachillerato	97

Representante Legal ADESCO EL PITAL Isaac Urruela F. \_\_\_\_\_

Representante Legal Coop. Las Tablas, Gonzalo Martinez F.  \_\_\_\_\_




FECHA: \_\_\_\_\_

**SENSO POBLACIONAL 2018**  
**COMUNIDAD LAS TABLAS, CASERIO EL PITAL, CANTON LA MAGDALENA, CHALCHUAPA, SANTA ANA.**

Nº	INTEGRANTES POR FAMILIAS	EDAD	SEXO	OCUPACION	GRADO	
	Lorena Abigail Portillo Urruela	14	F	Menor	8º	98
31	William Ernesto Ramirez Torres	23	M	Agricultor	9º	99
	Nancy Eloisa Vasquez Alonso	17	F	Ama de casa	9º	100
32	Carlos de Jesus Ramirez Mendez	41	M	Agricultor	4º	101
33	Edis Esmeralda Alvarez de Ramirez	59	F	Ama de casa	1º	102
34	Carlos Humberto Peña Flamenco	34	M	Empleado	9º	103
	Yanira Elizabeth Ramirez de Peña	28	F	Ama de casa	4º	104
	Felix Antony Peña Ramirez	6	M	Menor	0º	105
35	Magdaleno de Jesus Ramirez Mendez	53	M	Agricultor	1º	106
	Ana Adilia Torres	53	F	Ama de casa	3º	107
36	Julio Cesar Ramirez Torres	24	M	Agricultor	9º	108
	Mirma Liseth Chavez Marroquin	19	F	Ama de casa	9º	109
37	Carlos Antonio Martinez Gonzalez	29	M	Empleado	Bachiller	110
	Leticia Guadalupe Ramirez Torres	26	F	Ama de casa	Bachiller	111
	Carlos Moises Martinez Ramirez	1	M	Menor	0º	112
38	Oscar Ovidio Alvarado	68	M	Agricultor	1º	113
	Maria Antonia Garcia de Alvarado	67	F	Ama de casa	1º	114
39	Luis Alonso Tellez	50	M	Pastor ebanjelico	7º	115
	Elsa Maria Cornejo de Tellez	50	F	Ama de casa	7º	116
	Luis Alberto Tellez	25	M	Estudiante	Universitario	117
40	Samuel Wilfredo Salazar Martinez	38	M	Agricultor	Bachiller	118
	Idania Ibeth Cruz Marroquin	21	F	Ama de casa	7º	119
	Samuel Esau Salazar Cruz	1	M	Menor	0º	120
41	Delmi Rojas	52	F	Ama de casa	2º	121

Representante Legal ADESCO EL PITAL Isaac Urruela F. \_\_\_\_\_

Representante Legal Coop. Las Tablas, Gonzalo Martinez F. 




FECHA: \_\_\_\_\_

**SENSO POBLACIONAL 2018**  
**COMUNIDAD LAS TABLAS, CASERIO EL PITAL CANTON LA MAGDALENA, CHALCHUAPA, SANTA ANA.**

Nº	INTEGRANTES POR FAMILIAS	EDAD	SEXO	OCUPACION	GRADO	
	Sandra Rojas	21	F	Ama de casa	3º	122
42	Israel Antonio Ramos Salazar	44	M	Agricultor	4º	123
	Melida del Carmen Mendez	42	F	Ama de casa	0º	124
	Melissa del Carmen Ramos Mendez	22	F	Ama de casa	Bachiller	125
	Karina Elizabeth Ramos Mendez	20	F	Ama de casa	9º	126
	Lorena Jeamileth Ramos Mendez	16	F	Menor	9º	127
43	Hector Mauricio Ramos Salazar	41	M	Agricultor	Bachiller	128
	Mirna Elizabeth Mendez Juarez	31	F	Ama de casa	4º	129
	Bryan Alexis Ramos Mendez	12	M	Menor	6º	130
	Jeansy Nayeli Ramos Mendez	7	F	Menor	Parbularia	131
44	Mario Douglas Ramos Salazar	37	M	Agricultor	3º	132
	Paz de Jesus Solis de Ramos	34	F	Ama de casa	4º	133
	Estephanie Lizeth Ramos Solis	16	F	Menor	9º	134
	Fatima Daniela Ramos Solis	14	F	Menor	8º	135
	Brenda Marisol Ramos Solis	6	F	Menor	Parbularia	136
45	Israel Ramos Vanegas	69	M	Agricultor	0º	137
	Emilia Salazar de Ramos	61	F	Ama de casa	4º	138
49	Manuel de Jesus Ramos Vanegas	77	M	Agricultor	3º	139
	Salome de Jesus Lima	64	F	Ama de casa	3º	140
47	German Baudilio Lopez Garcia	38	M	Pastor evangelico	2º	141
	Flor de Maria de la Cruz de Lopez	36	F	Ama de casa	5º	142
	Gerson Baudilio Lopez de la Cruz	15	M	Menor	8º	143
	Nubia Yesenia Lopez de la Cruz	12	F	Menor	6º	144
	Ester Abigail Lopez de la Cruz	6	F	Menor	Parbularia	145

Representante Legal ADESCO EL PITAL Isaac Urruela F. \_\_\_\_\_

Representante Legal Coop. Las Tablas, Gonzalo Martínez F. 





FECHA: \_\_\_\_\_

SENSG PCBLACIONAL 2018  
 COMUNIDAD LAS TABLAS, CASERIO EL PITAL CANTON LA MAGDALENA, CHALCHUAPA, SANTAANA.

Nº	INTEGRANTES POR FAMILIAS	EDAD	SEXG	OCUPACION	GRADO		
48	Silvia Maritza Lima Salazar	35	F	Ama de casa	1°		146
	Silvia Marilu Zuniga Lima	16	F	Menor	1-bachillerato		147
49	Rosalio Lima	54	M	Agricultor	2°		148
	Marina Salazar	58	F	Ama de casa	4°		149
	Berito Salazar	84	M	No vidente	0°		150
50	Gonzalo Antonio Martinez	48	M	Empleado	2°		151
51	Loyda Noemy Lima	32	F	Ama de casa	3°		152
	Sofia Yonasti Qinteros Lima	13	F	Menor	7°		153
52	Osmin Rosalio Lima Salazar	38	M	Empleado	Bachiller		154
53	Olvin Lima Salazar	40	M	Empleado	5°		155
54	Martin Alcides Martinez Salazar	47	M	Agricultor	4°		156
	Luz Eiena Aleman de Martinez	40	F	Ama de casa	3°		157
	Fermin Alcides Martines Aleman	16	M	Menor	7°		158
	Adan Elias Martinez Aleman	14	M	Menor	7°		159
55	Elvis Alexander Martinez Salazar	19	M	Agricultor	8°		160
	Laura Sarai Arevalo Salazar	17	F	Ama de casa	Bachiller		161
	Alexander Alfredo Martinez Arevalo	1-mes	M	Menor	0°		162
56	Rosa Odilia Avilez	50	F	Ama de casa	0°		163
	Rosa Milena Jimenez Avilez	18	F	Ama de casa	6°		164
	Yeremi Alberto Jimenez Avilez	2	M	Menor	0°		165
57	Olendia Vasquez	45	F	Ama de casa	1°		166
	Eliezar Lopez Vasquez	14	M	Menor	5°		167
	Natanael Lopez Vasquez	10	M	Menor	4°		168
58	AbelEncRonquillo Tejada	48	M	Agricultor	1°		169

Representante Legal ADESCO EL PITAL Isaac Urruela F. \_\_\_\_\_

Representante Legal Coop. Las Tablas, Gonzalo Martínez F.  \_\_\_\_\_



FECHA: \_\_\_\_\_

**SENSO POBLACIONAL 2018**  
**COMUNIDAD LAS TABLAS, CASERIO EL PITAL CANTON LA MAGDALENA, CHALCHUAPA, SANTA ANA.**

Nº	INTEGRANTES POR FAMILIAS	EDAD	SEXO	OCUPACION	GRADO	
	Olga Estela Salazar Martinez	40	F	Ama de casa	6º	170
	Olga Vanessa Ronquillo de Torres	21	M	Ama de casa	9º	171
	Yancy Marielos Ronquillo Salazar	11	F	Menor	5º	172
	Anderson Calet Torres Ronquillo	1	M	Menor	0º	173
59	David de Jesus Salazar martinez	43	M	Agricultor	4º	174
	Aminta de Jesus Salazar Contreras	38	F	Amade casa	6º	175
	William David Salazar Salazar	16	M	Menor	6º	176
	Omar Avisai Salazar Salazar	13	M	Menor	7º	177
	Meilin Dariana Salazar Salazar	11	F	Menor	5º	178
60	Pablo Ernesto Salazar Vasquez	22	M	Agricultor	Bachiller	179
	Leidy Abigail Salazar de Vazquez	18	F	Amade casa	6º	180
61	Abner Ever Garcia	50	M	Agricultor	Bachiller	181
	Domitila del Carmen Aleman Aguilera	48	F	Amade casa	1º	182
62	Misael Garcia Aleman	23	M	Agricultor	Bachiller	183
63	Fredi Salazar Martinez	45	M	Agricultor	4º	184
	Sonia Gonzalez	50	F	Amade casa	6º	185
64	Omar Armando Chavez Aguirre	42	M	Agricultor	7º	186
	Delmi Maribel Ramirez de Chavez	38	F	Ama de casa	2º	187
	Delmi Abigail Chavez Ramirez	17	F	Menor	9º	188
	Rosaura Merari Chavez Ramirez	14	F	Menor	7º	189
	Jeaqueline Julisa Chavez Ramirez	10	F	Menor	6º	190
65	Evangelina Guirola Mendes	35	F	Ama de casa	0º	191
	Isela Paola Chavez Guirola	10	F	Menor	4º	192
	Rosimber Yarai Chavez Guirola	5	F	Menor	Parbularia	193

Representante Legal ADESCO EL PITAL Isaac Urruela F. \_\_\_\_\_

Representante Legal Coop. Las Tablas, Gonzalo Martínez F. 



FECHA: \_\_\_\_\_

**SENSO PGBLACIONAL 2018**  
**COMUNIDAD LAS TABLAS, CASERIO EL PITAL, CANTON LA MAGDALENA, CHALCHUAPA, SANTA ANA.**

Nº	INTEGRANTES POR FAMILIAS	EDAD	SEXO	OCUPACION	GRADO	
	Mercedes Dominic Chavez Guirola	2	F	Mencr	0°	194
66	Blanca Estela Aguirre Mendez	34	F	Ama de casa	3°	195
	Wilmer Euienio Aguirre Mendez	24	M	Agricultor	2°	196
	Diana Gabriela Aguirre Mendez	14	F	Menor	7°	197
	Zulma Lizeth Aguirre Mendez	10	F	Menor	3°	198
67	Jose Santqs Chavez Salazar	63	M	Agricultor	3°	199
	Mercedes de Jesus Aguirre	52	F	Ama de casa	2°	200
	Irma Elizabeth Chavez Aguirre	42	F	Ama de casa	0°	201
68	Laura Lariza Chavez Aguirre	33	F	Ama de casa	4°	202
	Carlos David Chavez Chavez	13	M	Mencr	7°	203
	Erick Chavez Chavez	10	M	Mencr	4°	204
	Keisi Nahomy Chavez Chavez	3	F	Menor	0°	205
69	Ezequiel Antonio Chavez Aguirre	28	M	Agricultor	9°	206
	Karen Nolasco	20	F	Ama de casa	Bachiller	207
	Noe Ezequiel Chavez Nolasco	4-meses	M	Menor	0°	208
70	Isaias Armando Chavez Ramirez	20	M	Agricultor	Bachiller	209
71	Mirian del Carmen Zuniga Linares	46	F	Ama de casa	2°	210
	Ronal Enrique Hernandez Zuniga	22	M	Agricultor	Bachiller	211
72	Victor Eliseo Vasquez Martinez	40	M	Agricultor	Bachiller	212
73	Janeth Armida Salazar Martinez	36	F	Ama de casa	3°	213
	Jeimy Dayana Aleman Salazar	10	F	Menor	4°	214
74	Oscar Alfredo Torres	54	M	Agricultor	8°	215
	Maira Elsa Rivera de Torres	45	F	Ama de casa	1°	216
	Oscar Eduardo Torres Rivera	20	M	Agricultor	Bachiller	217

Representante Legal ADESCO EL PITAL Isaac Urruela F. \_\_\_\_\_

Representante Legal Coop. Las Tablas, Gonzalo Martínez F. 



FECHA: \_\_\_\_\_

**SENSO POBLACIONAL 2018**  
**COMUNIDAD LAS TABLAS, CASERIO EL PITAL, CANTON LA MAGDALENA, CHALCHUAPA, SANTA ANA.**

Nº	INTEGRANTES POR FAMILIAS	EDAD	SEXO	OCUPACION	GRADO		
	Gabriela Esphanie Torres Rivera	18	F	Ama de casa	Bachiller		218
75	Jaime Oswaldo Preza Torres	40	M	Empleado	Bachiller		219
	Heyvi de Los Angeles Urruela de Preza	38	F	Empleada	Bachiller		220
	Zulma Emerita Preza Urruela	18	F	Estudiante	Bachiller		221
	Katerine Marcela Preza Urruela	15	F	Menor	8º		222
76	Antonio de Jesus Salazar	71	M	Agricultor	2º		223
	Santos Eustaquia Vasquez	76	F	Ama de casa	0º		224
	Rosa Lilian Salazar Vasquez	39	F	Ama de casa	5º		225
	Rico Alberto Salazar Vasquez	37	M	Incapasitado	2º		226
77	Juan Antonio Salazar Vasquez	35	M	Agricultor	Bachiller		227
78	Naun Rafael Lopez Hernandez	40	M	Agricultor	1º		228
79	Jose Manuel Ramos Lima	26	M	Empleada	Bachiller		229
80	Jaime Antonio Aleman Mendoza	25	M	Empleado	Bachiller		230
81	Wilfredo Humberto Aleman Mendoza	23	M	Empleado	Bachiller		231
82	Milton Adiel Aleman Mendoza	21	M	Estudiante	Universitario		232
83	Celvin Arnoldo Aleman Mendoza	19	M	Estudiante	Universitario		233
84	María Julia Ruiz Aleman	24	F	Ama de casa	7º		234
	Francisco Barrientos	26	M	Agricultor	6º		235
85	Jessica Marilu Preza Urruela	20	F	Estudiante	Universitaria		236
86	Ricardo Adonay Torres Rivera	27	M	Empleado	Agronomo		237
87	Cristian Jonatan Torres Rivera	25	M	Estudiante	Universitario		238
88	Jose Alfredo Torres Rivera	23	M	Empleado	Bachiller		239
89	Gustavo Adolfo Torres Rivera	21	M	Empleado	Bachiller		240
90	Oseas Antonio Chavez Ramirez	19	M	Agricultor	7º		241
91	Denis Rafael Lopez Vasquez	18	M	Agricultor	7º		242

**SENSO POBLACIONAL 2018**

Representante Legal ADESCO EL PITAL Isaac Urruela F. \_\_\_\_\_

Representante Legal Coop. Las Tablas, Gonzalo Martinez F. \_\_\_\_\_



FECHA: \_\_\_\_\_

COMUNIDAD LAS TABLAS, CASERIO EL PITAL, CANTON LA MAGDALENA, CHALCHUAPA, SANTA ANA.

Nº	INTEGRANTES POR FAMILIAS	EDAD	SEXO	OCUPACION	GRADO	
92	Marvin William Ramirez Alvarez	32	M	Agricultor	3°	243
93	Jacobo Bladimir Ramirez Alvarez	35	M	Agricultor	3°	244
94	Evelin Noemi Portillo Urruela	18	F	Estudiante	Universitaria	245
95	Jose Adiel Torres Hernandez	20	M	Estudiante	Bachiller	246
96	Miguel Angel Torres Hernandez	18	M	Estudiante	Bachiller	247
97	Mauricio Alfredo Juarez Vasquez	22	M	Agricultor	3°	248
98	Ervin Alexander Chavez Marroquin	20	M	Empleado	9°	249
99	Reina Nohemi Chavez Marroquin	28	F	Ama de casa	9°	250
100	Jose Miquel Martinez Hernandez	35	M	Agricultor	3°	251
	Griselda Beatriz Cazun Moralez	23	F	Amade casa	3°	252
	Leydi Elizabth Martinez Cazun	6	F	Menor	Parbularia	253
	Jose Alberto Martinez Cazun	4	M	Menor	0°	254
101	Nelson Alfredo Soliz Martinez	25	M	Agricultor	4°	255
102	Ana Silvia Ruiz Aleman	27	F	Ama de casa	Bachiller	256
103	Adrian Ernesto Aleman	20	M	Agricultor	8°	257
104	Maria Geronima Aleman Aquilera	50	M	Ama de casa	3°	258
105	Daniel Ramos	30	M	Agricultor	0	259
	Lidia Angelica Mendez Salazar	19	F	Amade casa	0	260
	Veronica Beatriz Ramos	9	F	Estudiante	1°	261
	Daniel Alexander Ramos	3	M	No estudia	0	262
106	Pedro de Jesus Estupinian	58	M	Agricultor	0	263
	Jose Jehovani Estupinian	20	M	Agricultor	0	264
	Juan Gabriel Estupinian	13	M	No estudia	0	265
107	Martha Lidia Mendez	73	F	Ama de casa	0	266
	Alfredo Alexander Mendez Zepeda	18	M	Agricultor	0	267
108	Norma Arely Ramos Mendez	24	F	Amadecasa	Bachiller	268

Representante Legal ADESCO EL PITAL Isaac Urruela F. \_\_\_\_\_

Representante Legal Coop, Las Tablas, Gorzalo Martínez F. \_\_\_\_\_






FECHA: \_\_\_\_\_

LISTA DE FAMILAS		COMUNIDAD LAS TABLAS		AÑO 2018	
#	NOMBRES	#	NOMBRES	#	NOMBRES
1	David Arteaga	27	Julio Mendez	53	Laura Chavez
2	Magdaleno Aleman	28	William mendez	54	Eliseo Matinez
3	Victor Jordan	29	Magdaleno Mendez	55	Mirian Zuniga
4	Gilberto Aleman	30	Carlos martinez	56	Yaneth Salazar
5	Fernando Aleman	31	Ovidio Alvarado	57	Fredi Salazar
6	Magdaleno Alguitera	32	Iglesia Ciudad de Cion	58	Oscar Torres
7	Consuelo Aleman	33	Samuel Salazar	59	Abel Ronquillo
8	Neftali Ruiz	34	Armando Rojas	60	Martin Salazar
9	Julio Ruiz	35	Delmi Rojas	61	David Salazar
10	Luis Ruiz	36	Antonio Ramos	62	Abner Garcia
11	Julio Aleman	37	Mauricio Ramos	63	Alcides Martinez
12	Juan Soliz	38	Douglas Ramos	64	Rosa Avilez
13	Angel Soliz	39	Israel Ramos	65	Rodolfo Salinas
15	Juan Mendez	41	Jaime Preza	67	Cooperativa las Tablas
16	Juan Alvarez	42	Marta Hernandez	68	Olendia Vazquez
17	Antonio Juarez	43	Mauricio Portillo	69	Iglesia Asambleas de Dios
18	Carlos Estupinian	44	Nelson Portillo	70	Maritza Lima
19	Miguel Martinez	45	Alvaro Portillo	71	Osmin Lima
20	Elmer martinez	46	Antonio Salazar	72	Olvin Lima
21	Enrique Chavez	47	Pablo Salazar	73	Rosalio Lima
22	Toribio Cazun	48	Isaias Chavez	74	Humberto Ramirez
23	Luis mendez	49	Armando Chavez		
24	Carlos mendez	50	Estela Aguirre		
25	Margot mendez	51	Ebangelina mendez		

Representante Legal ADESCO EL PITAL Isaac Urruela F. \_\_\_\_\_

Representante Legal Coop. Las Tablas, Gonzalo Martinez F.  \_\_\_\_\_



Anexo 3: Informe hidrológico en El Caserío Las Tables, Chalchuapa,  
Santa Ana, El Salvador

# **INFORME HIDROGEOLÓGICO EN EL CASERIO LAS TABLAS, MUNICIPIO DE CHALCHUAPA, DEPARTAMENTO DE SANTA ANA, EL SALVADOR**

**Presentado por Grupo de Investigación de  
Hidrogeología de la Universidad de El Salvador**

25/03/2020

César Armando Alvarado Batres

Facultad de Ciencias Naturales y Matemática





## Contenido

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>II.</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>2</b>
<b>III.</b>	<b>UBICACIÓN Y ACCESO.....</b>	<b>2</b>
<b>IV.</b>	<b>Geología y estratigrafía de la zona de estudio .....</b>	<b>3</b>
<b>V.</b>	<b>Hidrogeología.....</b>	<b>5</b>
	Características hidrogeológicas de las formaciones diferenciadas.....	6
	Profundidad del agua subterránea .....	6
	Dirección de Flujo de Agua Subterránea.....	7
	Recarga y Descarga .....	7
	Características hidráulicas del acuífero.....	8
<b>VI.</b>	<b>Exploración Geofísica en la Zona de Estudio.....</b>	<b>9</b>
	Prospección Geofísica .....	9
	Ubicación .....	9
<b>VII.</b>	<b>CONCLUSIÓN.....</b>	<b>11</b>
<b>VIII.</b>	<b>Recomendaciones .....</b>	<b>11</b>
<b>IX.</b>	<b>Referencias .....</b>	<b>11</b>
<b>X.</b>	<b>Bibliografía.....</b>	<b>11</b>

## **I. INTRODUCCIÓN**

El presente informe geofísico ha sido elaborado por el Grupo de Investigación de Hidrogeología, con el fin que sirva de herramienta para la perforación de un pozo en la Comunidad Las Tablas y el Pital. Sin embargo, existen varias limitantes en esta investigación que no han permitido obtener un producto definitivo, la principal de ella es la carencia de información litológica de la zona de estudio o estudios hidrogeológicos cercanos a la zona de interés. A pesar que existe un pozo perforado en el Ingenio Magdalena, no se pudo obtener información de dicho pozo. Por otro lado, era necesario realizar otras pruebas hidrológicas y de prospección que por diversos motivos ya no fue posible realizar dichas medidas.

Finalmente mencionar que esta investigación es una recomendación técnica en base a información obtenida y las prospecciones realizadas, que dirigen a una idea de la realidad del agua subterránea de la zona de interés con el fin de la perforación de un pozo que le permita a los caseríos de Las Tablas y El Pital abastecerse del vital líquido. Por lo tanto se concluye acerca de la prospección geofísica realizada el año pasado.

## **II. OBJETIVOS**

La presente investigación tiene como objetivo básico evaluar las condiciones hidrogeológicas que posee el Cantón Las Tablas, para el aprovechamiento del recurso hídrico subterráneo a través de la perforación de un pozo para el abastecimiento de agua potable.

Se presenta a continuación una opinión técnica, evaluando aspectos de accesibilidad, geología e hidrogeología; la investigación se limita a los aspectos que la disponibilidad de información hidrogeológica ha permitido.

## **III. UBICACIÓN Y ACCESO**

En el siguiente mapa podemos observar la ubicación de la zona de estudio y el mapa de uso de suelo de la zona. Para ingresar a la zona de estudio se debe dirigir al noreste de la ciudad de Chalchaupa.

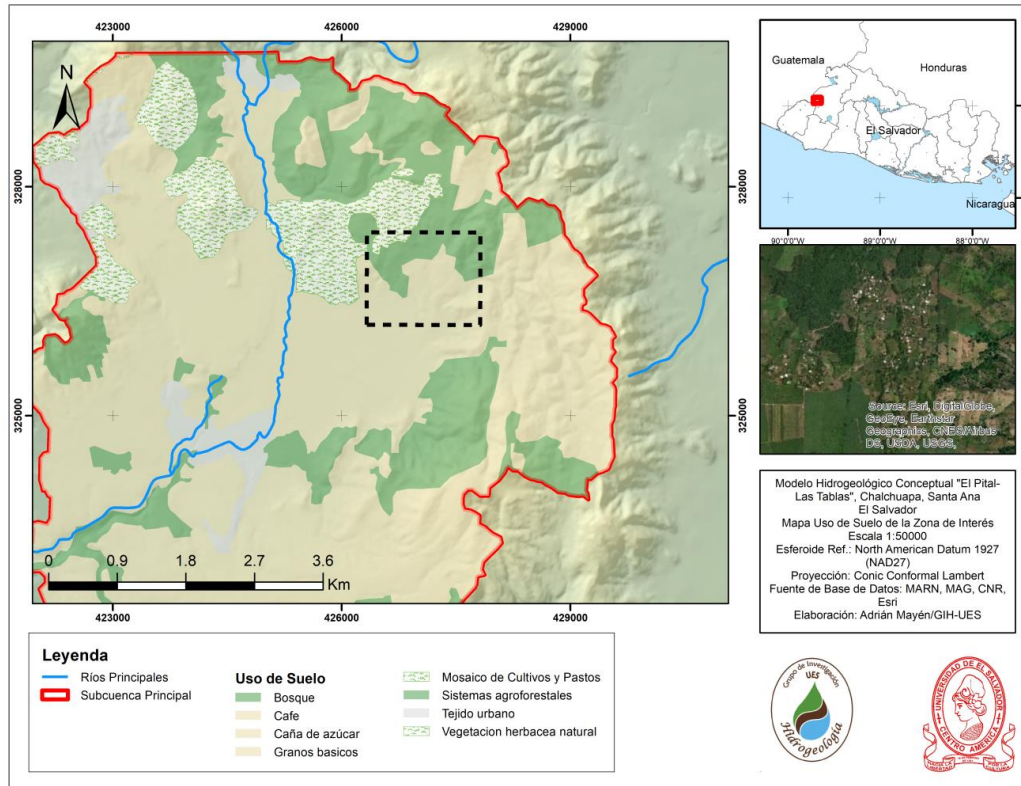


Figura 1. Muestra la ubicación de la zona de estudio y la distribución de uso de suelo.

#### IV. GEOLOGÍA Y ESTRATIGRAFÍA DE LA ZONA DE ESTUDIO

Geológicamente el área está conformada por las formaciones San Salvador de forma predominante, y el bálsamo en menor medida; la formación El Bálsamo, corresponde a la época Pliocénica del período Terciario, mientras que la formación San Salvador es de la época Pleistocénica a Holoceno del período Cuaternario.

**Formación San Salvador:** La formación San Salvador se extiende sobre toda el área de Chalchuapa. Esta formación geológica está constituida, en su mayor parte por tobos colores café poco compactos y piroclásticos.

En su orden cronológico de más reciente a más antiguo, los materiales de la formación San Salvador están constituidas así:

- Depósitos sedimentarios. Consisten en rocas de textura clástica y estructura suelta de diferente granulometría. Estos depósitos se localizan al Este de la Laguna Cuscachapa y Laguna Seca. Estos depósitos sedimentarios están limitados en todo su contorno por conos de acumulación, en el sector del Cantón El Cuje.

- Conos de acumulación. Estos consisten en Escorias, tobas de lapilli y cinder. Los conos de acumulación se localizan al Norte, constituyendo el Cerro Talchipegua y al Este, en el sector del cantón el Cuje.
- Piroclásticos ácidos y tobas del Holoceno Inferior. Estos materiales fueron eyectados, posiblemente, por lo volcanes antiguos de la Caldera de Coatepeque. Los Piroclásticos de Pómez y las Tobas color café se encuentran en los alrededores de Chalchuapa, al Norte y al Sur-Este yacen sobre lavas; al Noreste, las rocas consisten en piroclásticos re TRABAJADOS por la acción de arrastre del río Tres Ceibas.
- Lavas. Las lavas son de carácter básico intermedio con intercalación de piroclásticos y tobas subordinados, también de carácter básico-intermedio. Se localizan sobre la mitad del área que ocupa la ciudad de Chalchuapa, extendiéndose hacia el sur y noreste de la misma. También se observan estas lavas al norte de Chalchuapa al costado poniente del Cerro Talchipegua.
- Piroclásticos ácidos y tobas. Estas rocas se diferencian de las anteriores por su edad, ya que éstas son más antiguas, pues corresponden a la época del pleistoceno superior, la cual es la base del período cuaternario. Además, las tobas son de color claro de pómez. Se localizan al noroeste de la ciudad de Chalchuapa, a lo largo del río Pampe.

-  
**Formación El Bálsamo.** La formación El Bálsamo está constituida por lavas descompuestas, tobas fundidas y aglomerados; aflora en mayor proporción al Norte de la ciudad de Chalchuapa y Atiquizaya, son rocas de edad terciaria; constituyen los cerros Loma El Terrero y Loma El Calvario.

Formación Cuscatlán. Esta formación aflora en extremo noreste de Chalchuapa, compuesta básicamente por tobas líticas y aglomeráticas de color café con intercalaciones de lavas en estado avanzado de intemperismo. Esta formación representa un periodo de transición entre el plioceno superior y el pleistoceno inferior y descansa o se encuentra sobre los estratos del Bálsamo.

A continuación se presenta el mapa geológico de la zona de estudio.

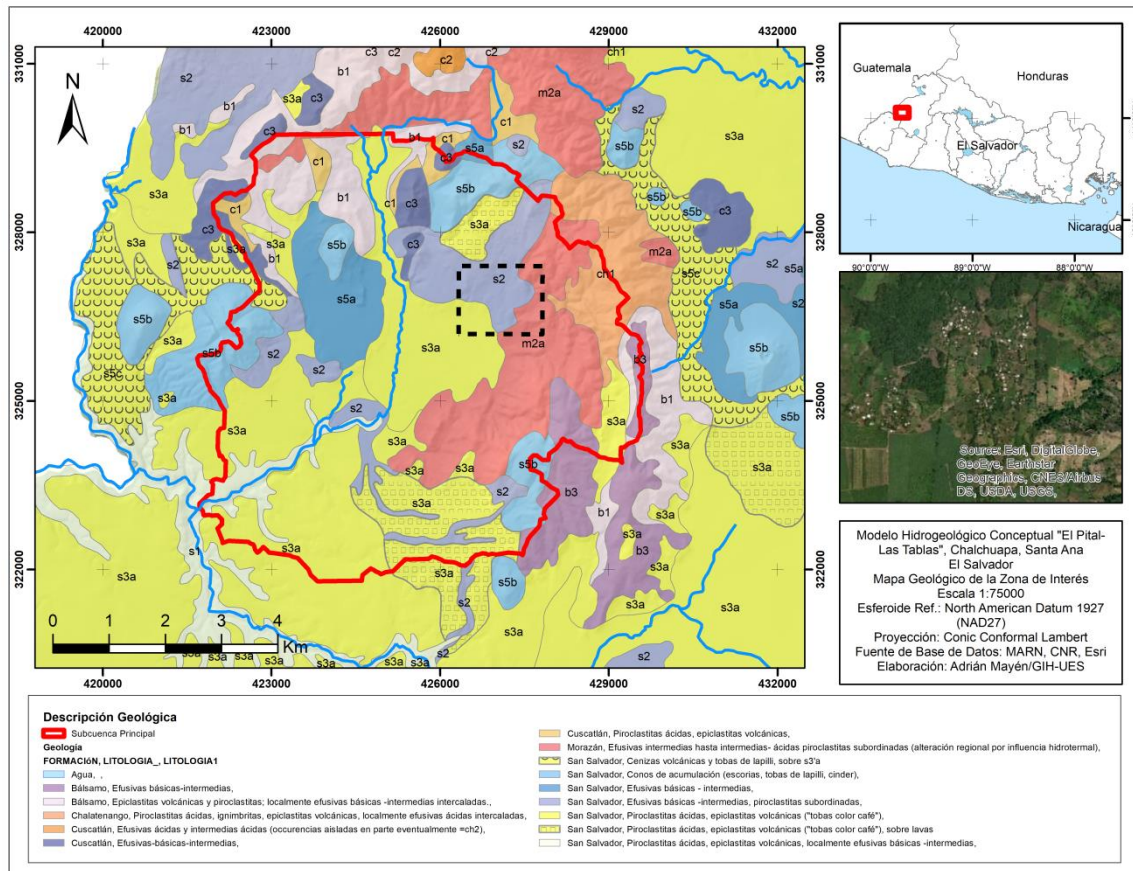


Figura 2. Muestra el mapa geológico de la zona de estudio, presentando una predominancia de la formación San Salvador en la zona de interés.

## V. HIDROGEOLOGÍA

La Hidrogeología estudia la ocurrencia, distribución, movimiento e interacción de la geología con el agua (Hiscock, 2005).

La hidrogeología proporciona técnicas que ayudan a determinar, medir y comprender, si una capa o conjunto de materiales geológicos, tienen potencial de funcionar hidráulicamente como medio receptor para almacenamiento y de distribución de agua, caracterizando ese potencial según sus propiedades hidráulicas.

Por lo tanto, si los materiales comprendidos en una misma formación o de distintas formaciones geológicas tienen propiedades hidráulicas semejantes, pueden ser consideradas teóricamente equivalentes, y en el contexto hidrogeológico se les agrupa con el nombre de unidad hidrogeológica.

## **CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS DE LAS FORMACIONES DIFERENCIADAS.**

De acuerdo a las características litológicas, de compactación y antigüedad de las rocas, la formación el Bálsamo se considera como una unidad hidrogeológica de permeabilidad baja a nula, por lo que no se considerará en el presente estudio. Además, los afloramientos de estas rocas son de muy poca extensión.

La formación de San Salvador, cubre más del 95% del área de estudio, ésta se caracteriza por ser una unidad hidrogeológica e permeabilidad media a alta.

Las lavas fracturadas, escorias y piedras de la formación San Salvador poseen una alta permeabilidad, mientras que las tobas poco compactas y piroclásticos del techo de la formación tienen una permeabilidad media. Los afloramientos de las lavas son de poca extensión, por lo que se supone que las tobas piroclásticos descansan sobre aquellas como materiales de relleno que han cubierto grandes depresiones. Tanto las lavas como las tobas y piroclásticos están conectados hidráulicamente entre sí.

Las lavas andesíticas y basálticas se encuentran muy fracturadas a ello se debe que tengan una excelente permeabilidad secundaria. Estas constituyen a partir del nivel de saturación, el acuífero principal del área.

### **PROFUNDIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA**

La profundidad al agua subterránea en el sector sur de Chalchuapa oscila entre 30 metros y 45 metros. Hacia el sur la profundidad al agua aumenta, pues también aumenta la elevación topográfica. Hacia el norte la profundidad al agua disminuye, aflorando en forma de manantiales a través de grietas en las lavas. Al norte de Chalchuapa, en la Colonia Las Margaritas, existen muchos pozos excavados de poca profundidad.

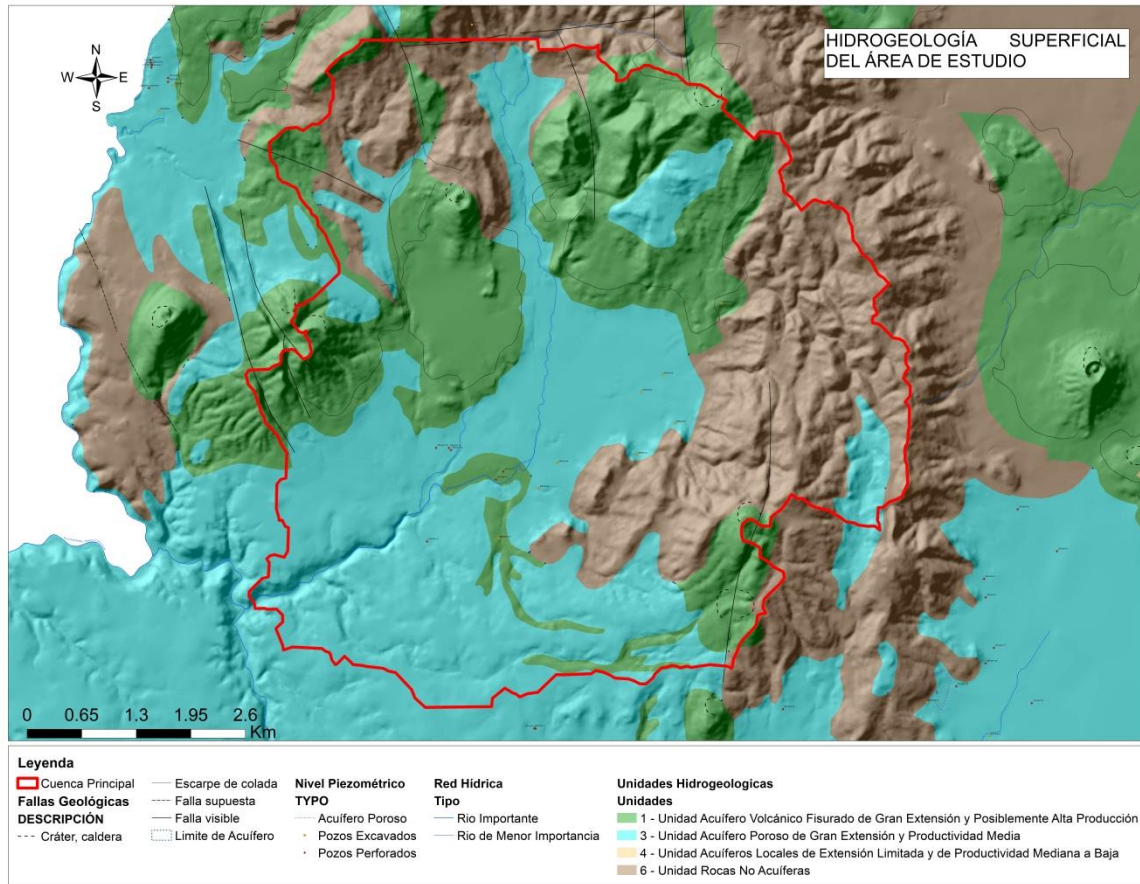


Figura 3. Muestra el mapa hidrogeológico del país, donde se observa que la zona de interés pertenece a la Unidad Acuífera Volcánico Fisurado de Gran Extensión y Posiblemente Alta Producción.

## DIRECCIÓN DE FLUJO DE AGUA SUBTERRÁNEA

En general, la dirección del flujo de agua subterránea es de Sur a Norte provenientes de los cerros ubicados al Sur del área, aunque también existe un flujo con dirección noroeste hacia la ciudad de Chalchuapa y Valle de Omoa proveniente de la infiltración que se produce en el volcán de Santa Ana.

## RECARGA Y DESCARGA

La recarga principal del sistema de aguas subterráneas tienen su origen en el volcán de Santa Ana y volcanes Cerro de Las Ranas, El Águila y Ojo de Agua, ubicados al Sur de la Ciudad de Chalchuapa, también constituyen una fuente de recarga, para el acuífero de Chalchuapa, las precipitaciones pluviales que caen y se infiltran directamente en el área de estudio. La precipitación promedio anual en el área de 1800 mm/año.

La descarga del acuífero se produce a 1 km al norte de la ciudad de Chalchuapa, en donde aflora el manantial El Trapiche, parte de la descarga del acuífero alimenta el flujo base de los ríos Pampe y Tres Ceibas. En la Zona de estudio el río Magdalena es una zona de descarga directa.

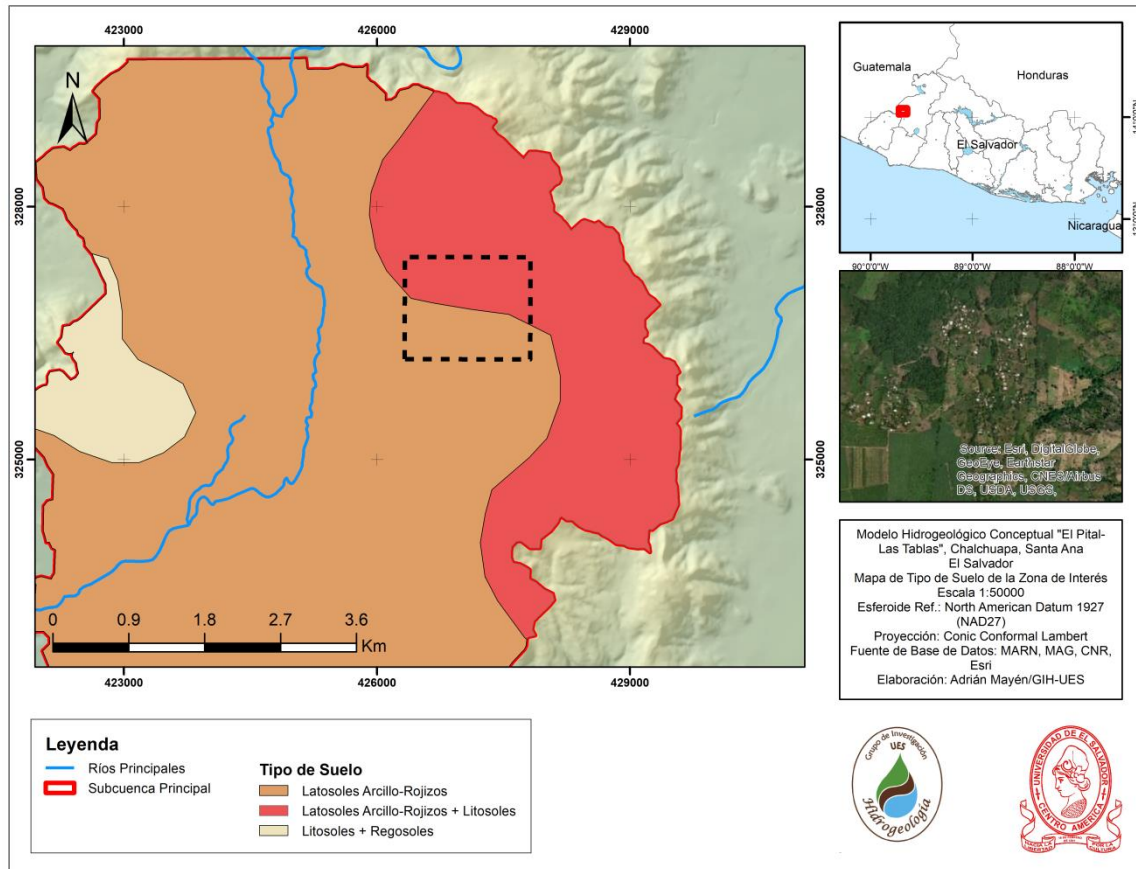


Figura 4. Muestra el mapa de tipo de suelo y la zona de descarga más importante de la zona de interés pertenece al río Magdalena.

## CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DEL ACUÍFERO

**Transmisibilidad.** Con los datos que se dispone, se estima que la transmisibilidad del acuífero de Chalchuapa es de 310 m<sup>2</sup>/día, sin embargo, la transmisibilidad puede aumentar hacia el norte en gran proporción. Tomando en cuenta el mapa hidrogeológico del país, pueden presentar conductividades hidráulicas de medianas a altas, como consecuencia de su porosidad secundaria (fallamiento existente)

**Coeficiente de almacenamiento.** El acuífero de Chalchuapa es del tipo acuífero libre, por lo que se ha tomado un valor de almacenamiento de 0.1 como representativo para todo el área de estudio.



**Gradiente hidráulico.** El gradiente hidráulico en el área de Chalchuapa es de 0.0136, el gradiente hidráulico disminuye hacia el norte, pues afloran manantiales escasos 1,000 metros al norte de la ciudad.

## VI. EXPLORACIÓN GEOFÍSICA EN LA ZONA DE ESTUDIO

### PROSPECCIÓN GEOFÍSICA

La interpretación de datos geofísicos se refiere a la descripción de los resultados obtenidos por medio de una técnica de prospección, estas técnicas aprovechan las variables físicas para crear modelos, mapas o simulaciones de las condiciones al interior de la Tierra.

### UBICACIÓN

El lugar donde se realizó la prospección Geofísica es el Caserío Las Tablas, Municipio de Chalchuapa, departamento de Santa Ana, El Salvador. A continuación se muestra el mapa de ubicación más específica:

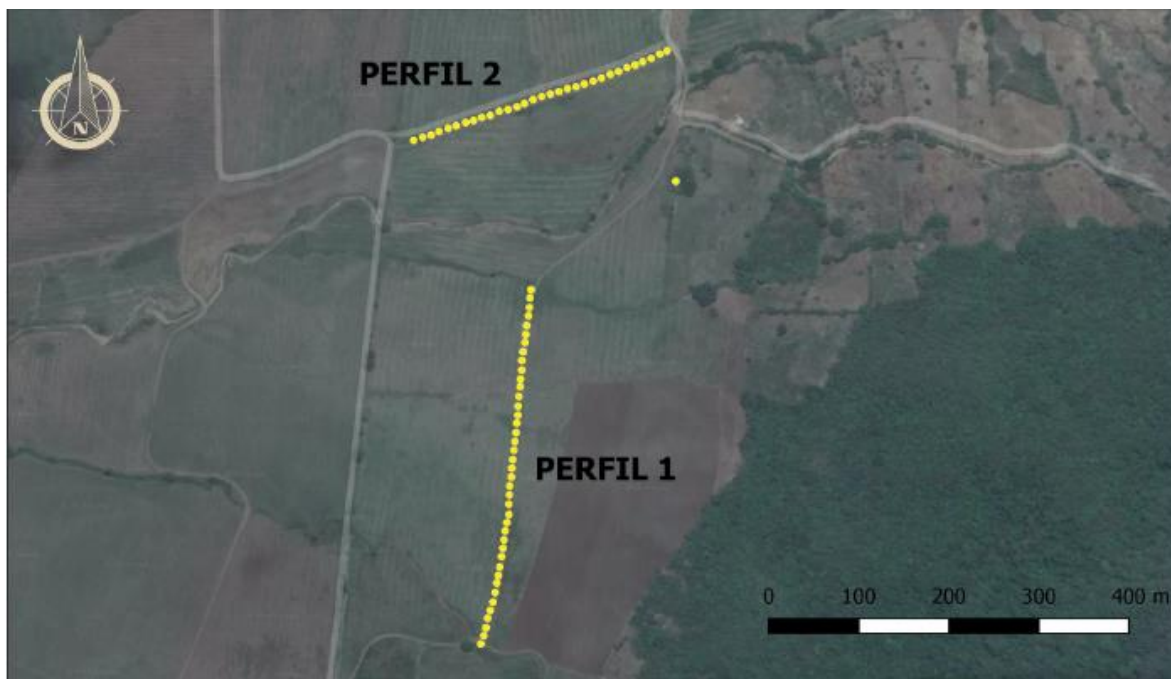


Figura 5: Muestra la ubicación exacta donde se realizarón las prospecciones geofísicas.

## Interpretación de Prospección Geofísica:

### PERFIL 1

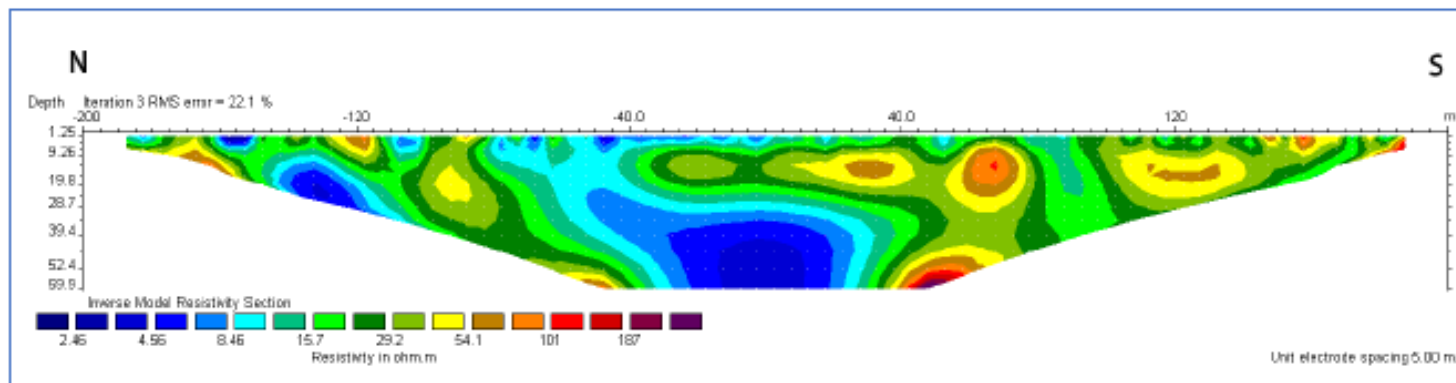


Figura 1. Modelo de resistividad eléctrica del Perfil 1. El modelo muestra una distribución de resistividades asociadas posiblemente a una deposición no uniforme de sedimentos y rocas con valores de baja resistividad conteniendo humedad que van desde la zona no saturada hasta saturada que inicia a profundidades someras de 4m.

### PERFIL 2

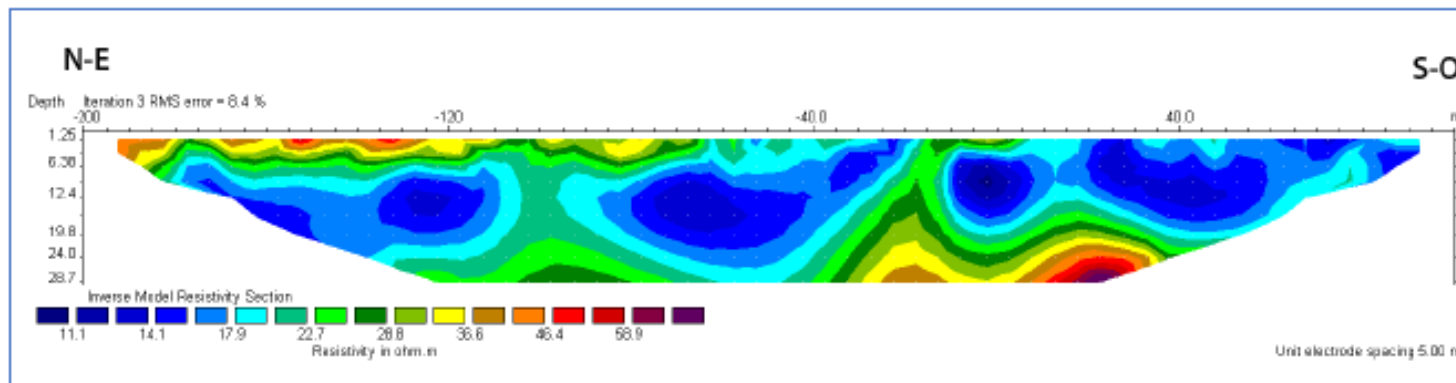


Figura 2. Modelo de resistividad eléctrica del Perfil 2. El modelo muestra una distribución de resistividades asociadas posiblemente a una deposición mas uniforme de sedimentos y rocas con valores de baja resistividad conteniendo humedad que van desde la zona no saturada hasta saturada que inicia a profundidades someras de 4m. Entre los 4m y 25m es notoria la presencia de una estructura acuífera bien definida.

---

## **VII. CONCLUSIÓN.**

- ❖ El primer perfil geofísico se realizó con una abertura de 400 metros, presenta resistividades heterogéneas, los electrodos se dispusieron cada 10 metros y se alcanzó una profundidad aproximada de 60 metros. Al estar más cerca de los cerros, la distribución de rocas en la zona puede ser muestra de deposición de rocas de mayor densidad. Aun así, se logra observar que la zona saturada del agua subterránea está aproximadamente a 4 metros de profundidad.
- ❖ El segundo perfil geofísico se utilizó la técnica continua de prospección, debido a que al llegar al límite de la cooperativa, sólo se había extendido el cable por 300 metros; por lo tanto se decidió realizar este arreglo. Los resultados de la prospección arrojaron una mayor uniformidad de resultados. Se logra observar una capa resistiva en los primeros metros, al igual que el primero y después de los 4 metros se observa la saturación de agua, por lo que se considera también que a esa profundidad se encuentra el acuífero.
- ❖ Ambas prospecciones geofísicas son similares, sin embargo, la diferencia más notoria es la uniformidad del segundo perfil, ya que es mucho más fácil distinguir las capas de altas y bajas resistividades. Ambos muestran que la humedad se localiza a 4 metros de profundidad.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

- ❖ Es necesario relacionar la geología con la prospección y las columnas litológicas más cercanas, sin embargo, por cuestión de tiempo se remite sólo el informe de resultados geofísicos.

## **IX. REFERENCIAS**

- ANDA-COSUDE, 2007. Mapa Hidrogeológico de El Salvador.
- Baxter, S., 1984: Léxico Estratigráfico de El Salvador. Superintendencia de Energía, Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa, San Salvador.
- Normas Técnicas de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Negras. 1998. Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados. El Salvador.

## **X. BIBLIOGRAFÍA**

- Vera, J.A., 1994. Principios de Estratigrafía. Madrid. Editorial Rueda.
- Hiscock, Kevin M., 2005. Hydrogeology: principles and practice. United Kingdom. Blackwell Publishing.

**Anexo 4: Solicitud de aclaración dirigida a Lic. César Armando Alvarado Batres sobre el "Informe hidrológico en El Caserío Las Tablas, Municipio de Chalchuapa, Departamento de Santa Ana, El Salvador"**

Santa Ana, 20 de agosto de 2020

**Lic. César Armando Alvarado Batres**

Presente.

Respetable Licenciado Alvarado:

Reciba un cordial saludo, deseándole éxitos en sus actividades profesionales como personales.

Me dirijo a usted en representación del grupo de trabajo de grado, de la Universidad de El Salvador Facultad Multidisciplinaria de Occidente, con el tema "DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CASERÍOS EL PITAL Y LAS TABLAS, CANTÓN LA MAGDALENA, MUNICIPIO DE CHALCHUAPA, DEPARTAMENTO DE SANTA ANA, EL SALVADOR".

El motivo de la presente es para realizarle una consulta respecto al "**Informe hidrogeológico en el caserío Las Tablas, Municipio de Chalchuapa, Departamento de Santa Ana, El Salvador**" presentado por el Grupo de Investigación de Hidrogeología de la Universidad de El Salvador en la fecha 25 de marzo de 2020.

En la sección VI. Exploración geofísica en la zona de estudio prospección geofísica, del mencionado informe, se presentan los dos perfiles de resistividad eléctrica proveniente de la Prospección Geofísica realizada en campo. En base a los comentarios de dichos perfiles y a las conclusiones emitidas en el informe, resaltamos los siguientes puntos:

- a. En ambos perfiles muestran humedad a partir de los 4 metros de profundidad.
- b. El perfil 2, muestra una presencia notoria de una estructura acuífera bien definida en los 4 y 25 metros de profundidad.
- c. Se emplearon diferentes arreglos en los instrumentos en cada perfil.

Nuestra consulta es:

- ¿Cuál de los dos perfiles es recomendable la perforación de un pozo?
  - ¿Cuáles serías las razones hidrogeológicas?

Apreciaríamos en gran manera una respuesta por escrito.

Agradeciéndole anticipadamente por su valioso apoyo, me suscribo.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized initial 'J' followed by the name 'Jaime Luis Ramírez Zarceño' written in a cursive script.

Jaime Luis Ramírez Zarceño

Carné: RZ14005



**Anexo 5: Respuesta a solicitud de aclaración dirigida a Lic. César Armando Alvarado Batres sobre el "Informe hidrológico en El Caserío Las Tablas, Municipio de Chalchuapa, Departamento de Santa Ana, El Salvador"**

Ciudad Universitaria, 7 de octubre de 2020

Estimado Jaime Luis Ramírez Zarceño

Presente.-

Reciba un saludo cordial, el motivo de la presente es para responder a la consulta hecha sobre ¿Cuál de los dos perfiles es recomendable la perforación de un pozo? o ¿Cuáles serían las razones hidrogeológicas?

Haciendo referencia al INFORME HIDROGEOLOGICO EN EL CASERIO LAS TABLAS, MUNICIPIO DE CHALCHUAPA, DEPARTAMENTO DE SANTA ANA, EL SALVADOR: Hidrogeológicamente es más favorable realizar la perforación en **medio del perfil 2**, debido que corresponde a la unidad acuífera volcánica fisurada de gran extensión y posiblemente alta producción, dichos materiales pueden presentar conductividades hidráulicas de mediana a altas, como consecuencia de su porosidad secundaria (fallamiento existente). Además, la prospección geofísica en el sitio, es mucho más claro la existencia de una formación geológica que contiene agua, por lo que la probabilidad de encontrar agua subterránea en el sitio es mayor.

Sin embargo, tengo que hacer la acotación que el informe presenta la limitante de no tener ningún perfil litológico cercano al sitio, para poder realizar una respuesta más concluyente.

Sin otro particular,

**M.Sc. César Alvarado Batres**  
**Coordinador Grupo de Investigación de Hidrogeología**  
**Facultad de Ciencias Naturales y Matemática**  
**Universidad de El Salvador**



**Anexo 6: Prueba de bombeo en Cantón El Tanque,  
Chalchuapa, Santa Ana, El Salvador**



**P R U E B A D E B O M B E O**

PROPIETARIO : CLUB ROTARIO

TRABAJO: ODP\_14

UBICACION : CANTON EL TANQUE, MUNICIPIO DE CHALCHUAPA, SANTA ANA, EL SALVADOR.

EQUIPO : RD20 - 2

OPERADOR : RAMIRO HERNANDEZ

ORIFICIO: 3" EN 4"

PRODUCCION DEL POZO; 210 G.P.M.

NIVEL ESTATICO 391 PIES

ETAPAS DE LA BOMBA EN LA PRUEBA DE BOMBEO; 11

NIVEL DINAMICO 475.42 PIES

POTENCIA DE LA BOMBA EN LA PRUEBA DE BOMBEO; 60 H.P.

BOMBA INSTALADA A 560 PIES

HORA	Minutos	Nivel en Metros	L.Piezometro (Pulgadas)	Nivel Del Agua (pies)	Abatimiento (pies)	Caudal (G.P.M.)	Observaciones
VIERNES 11 DE ENERO DEL 2019							
19:00	0	119.18		391.00			INICIA LA PRUEBA DE BOMBEO
19:01	1	120.55	6.5	395.50	4.50	112	SE ABRIO LLAVE, PRODUCCION 112 GPM
19:02	2	125.98		413.33	22.33	112	
19:03	3	126.87		416.25	25.25	112	
19:04	4	127.48		418.25	27.25	112	
19:05	5	127.48		418.25	27.25	112	
19:06	6	127.48		418.25	27.25	112	
19:07	7	127.48		418.25	27.25	112	
19:08	8	127.48		418.25	27.25	112	
19:09	9	127.48		418.25	27.25	112	
19:10	10	127.48		418.25	27.25	112	
19:12	12	127.48		418.25	27.25	112	
19:14	14	127.48		418.25	27.25	112	
19:16	16	127.48		418.25	27.25	112	
19:18	18	127.48		418.25	27.25	112	
19:20	20	127.48		418.25	27.25	112	
19:25	25	127.48		418.25	27.25	112	
19:30	30	127.48		418.25	27.25	112	
19:35	35	127.48		418.25	27.25	112	
19:40	40	127.48		418.25	27.25	112	
19:45	45	127.48		418.25	27.25	112	
19:50	50	127.48		418.25	27.25	112	
19:55	55	127.48		418.25	27.25	112	
20:00	60	127.48		418.25	27.25	112	

**P R U E B A   D E   B O M B E O**

PROPIETARIO : CLUB ROTARIO

TRABAJO: ODP\_14

UBICACION : CANTON EL TANQUE, MUNICIPIO DE CHALCHUAPA, SANTA ANA, EL SALVADOR.

EQUIPO : RD20 - 2

OPERADOR : RAMIRO HERNANDEZ

HORA	Minutos	Nivel en Metros	L.Piezometro (Pulgadas)	Nivel Del Agua (pies)	Abatimiento (pies)	Caudal (G.P.M.)	Observaciones
21:00	120	127.48		418.25	27.25	112	
22:00	180	127.48		418.25	27.25	112	
23:00	240	127.48		418.25	27.25	112	
00:00	300	127.48		418.25	27.25	112	
01:00	360	127.48		418.25	27.25	112	
02:00	420	127.48		418.25	27.25	112	
03:00	480	127.48		418.25	27.25	112	
04:00	540	127.48		418.25	27.25	112	
05:00	600	127.48		418.25	27.25	112	
06:00	660	127.48		418.25	27.25	112	
07:00	720	127.48		418.25	27.25	112	
08:00	780	127.48		418.25	27.25	112	
09:00	840	127.48		418.25	27.25	112	
10:00	900	127.48		418.25	27.25	112	
11:00	960	127.48		418.25	27.25	112	
11:01	961	129.31	26	424.25	33.25	214	SE ABRIO LLAVE, PRODUCCION 214 GPM
11:02	962	131.19		430.42	39.42	214	
11:03	963	132.99		436.33	45.33	214	
11:04	964	134.87		442.50	51.50	214	
11:05	965	137.59		451.42	60.42	214	
11:06	966	141.88		465.50	74.50	214	
11:07	967	143.41		470.50	79.50	214	
11:08	968	144.91		475.42	84.42	214	
11:09	969	144.91		475.42	84.42	214	
11:10	970	144.91	25	475.42	84.42	210	PRODUCCION 210 GPM
11:12	972	144.91		475.42	84.42	210	
11:14	974	144.91		475.42	84.42	210	
11:16	976	144.91		475.42	84.42	210	
11:18	978	144.91		475.42	84.42	210	



**P R U E B A   D E   B O M B E O**

PROPIETARIO : CLUB ROTARIO

TRABAJO: ODP\_14

UBICACION : CANTON EL TANQUE, MUNICIPIO DE CHALCHUAPA, SANTA ANA, EL SALVADOR.

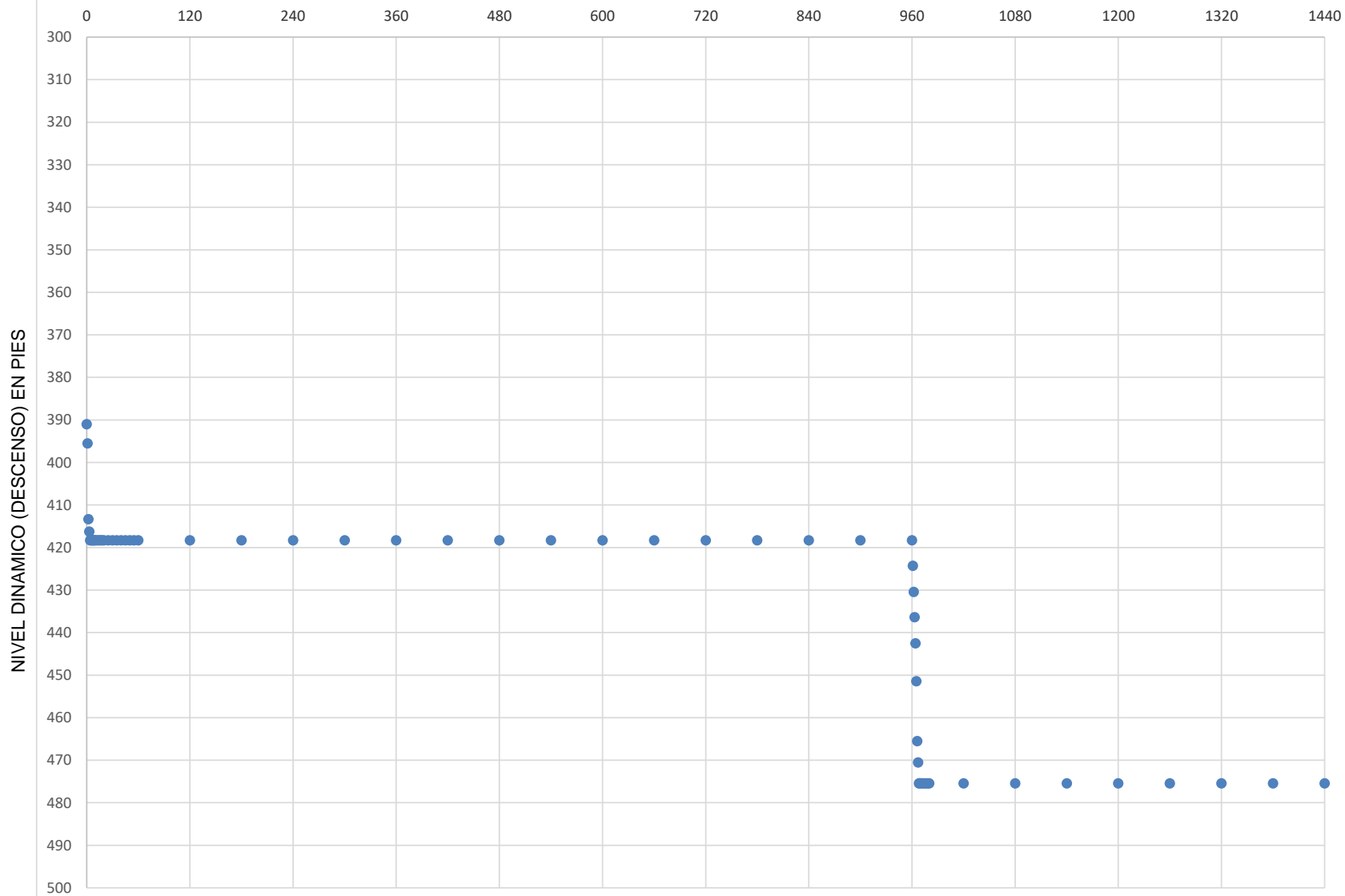
EQUIPO : RD20 - 2

OPERADOR : RAMIRO HERNANDEZ

HORA	Minutos	Nivel en Metros	L.Piezometro (Pulgadas)	Nivel Del Agua (pies)	Abatimiento (pies)	Caudal (G.P.M.)	Observaciones
11:20	980	144.91		475.42	84.42	210	
12:00	1020	144.91		475.42	84.42	210	
13:00	1080	144.91		475.42	84.42	210	
14:00	1140	144.91		475.42	84.42	210	
15:00	1200	144.91		475.42	84.42	210	
16:00	1260	144.91		475.42	84.42	210	
17:00	1320	144.91		475.42	84.42	210	
18:00	1380	144.91		475.42	84.42	210	
19:00	1440	144.91		475.42	84.42	210	FINALIZA PRUEBA DE BOMBEO
19:01	1441	124.66		409.00	18.00		INICIA LA RECUPERACION
19:02	1442	119.66		392.58	1.58		
19:03	1443	119.41		391.75	0.75		
19:04	1444	119.38		391.67	0.67		
19:05	1445	119.35		391.58	0.58		
19:06	1446	119.35		391.58	0.58		
19:07	1447	119.33		391.50	0.50		
19:08	1448	119.33		391.50	0.50		
19:09	1449	119.33		391.50	0.50		
19:10	1450	119.33		391.50	0.50		
19:12	1452	119.33		391.50	0.50		
19:14	1454	119.33		391.50	0.50		
19:16	1456	119.30		391.42	0.42		
19:18	1458	119.30		391.42	0.42		
19:20	1460	119.30		391.42	0.42		
19:25	1465	119.30		391.42	0.42		
19:30	1470	119.30		391.42	0.42		
19:35	1475	119.30		391.42	0.42		FINALIZA RECUPERACION

### DATOS DE LA PRUEBA DE BOMBEO

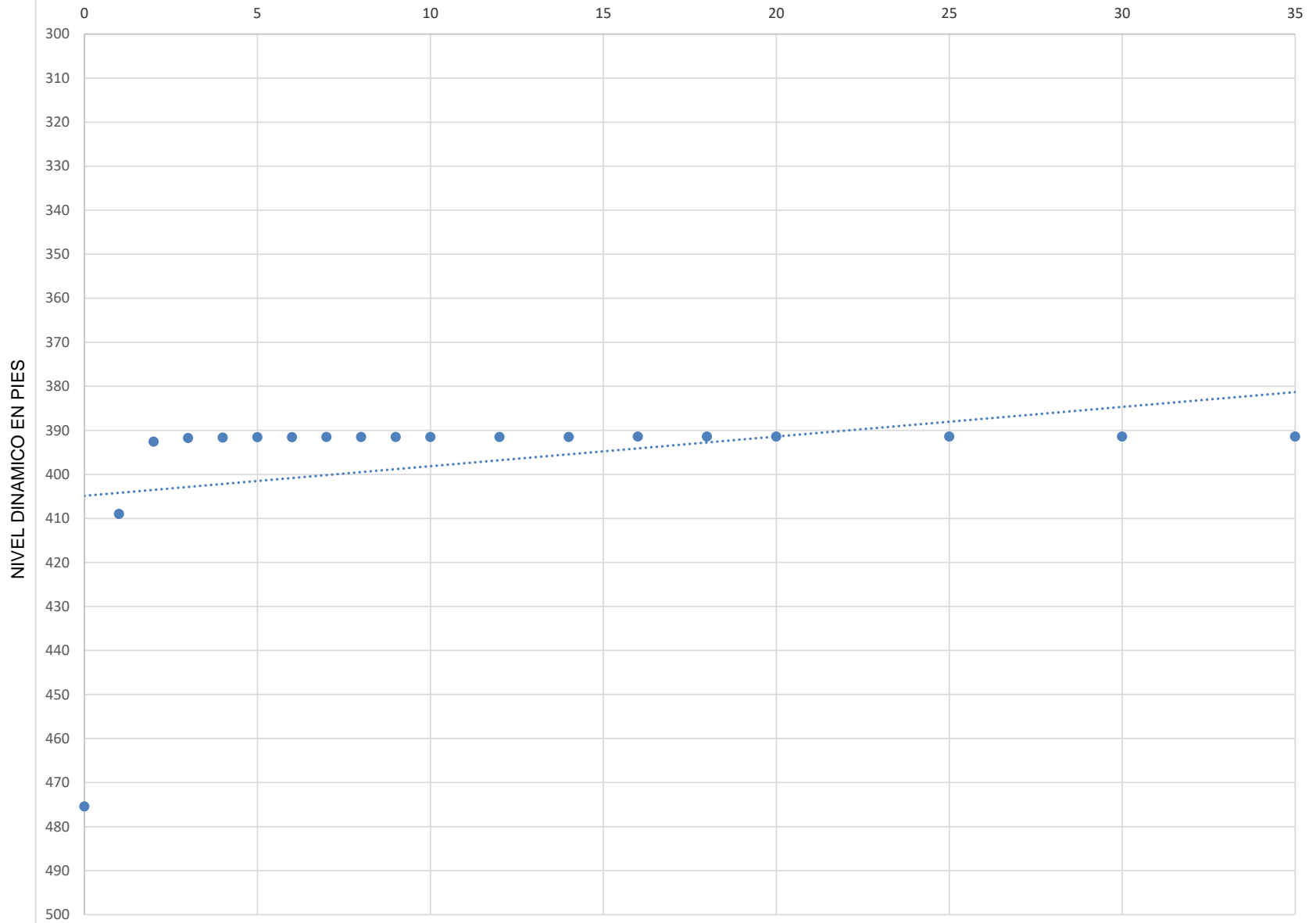
TIEMPO (EN MINUTOS)

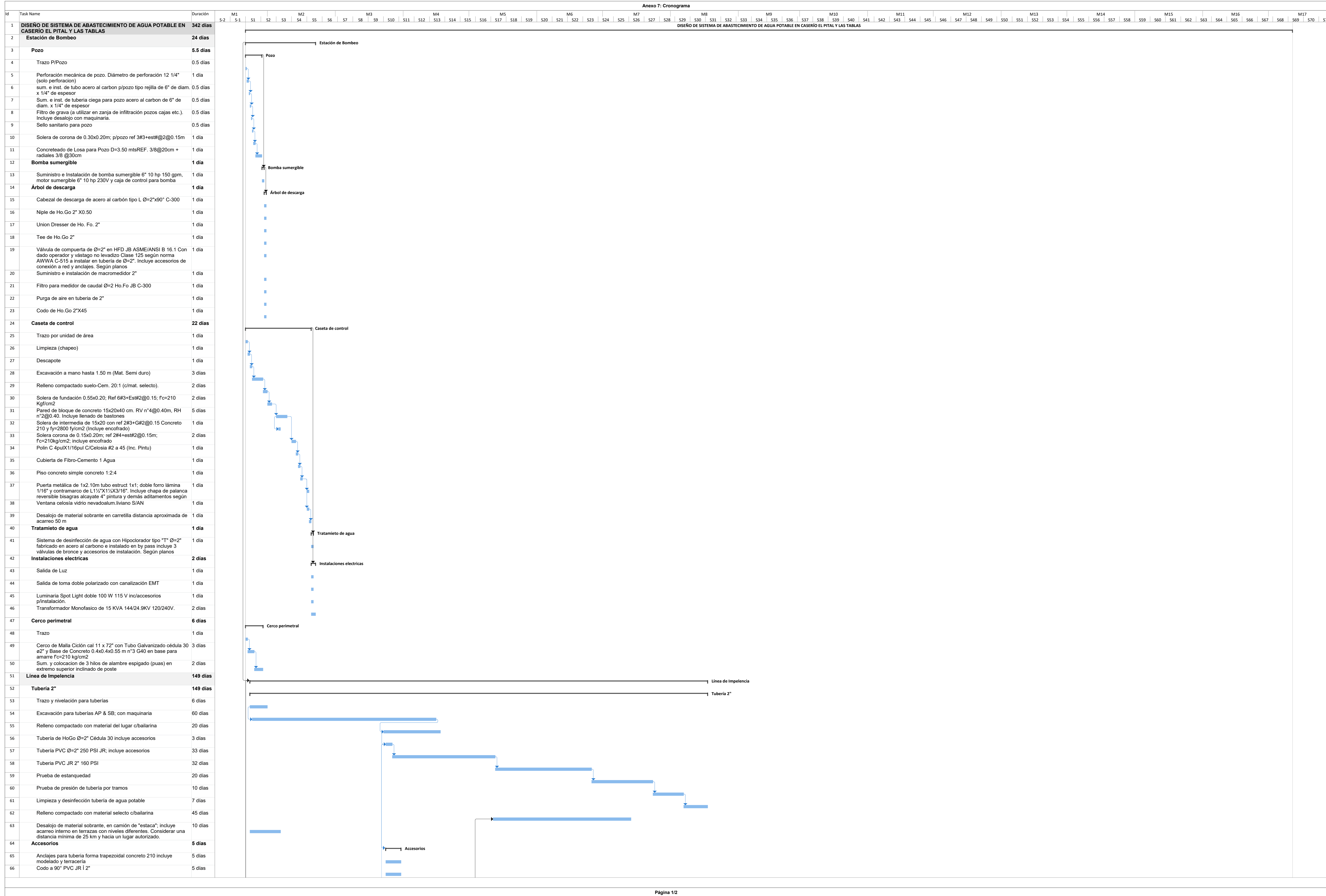


PRODUCCION FINAL 210 GPM

### DATOS DE LA RECUPERACION

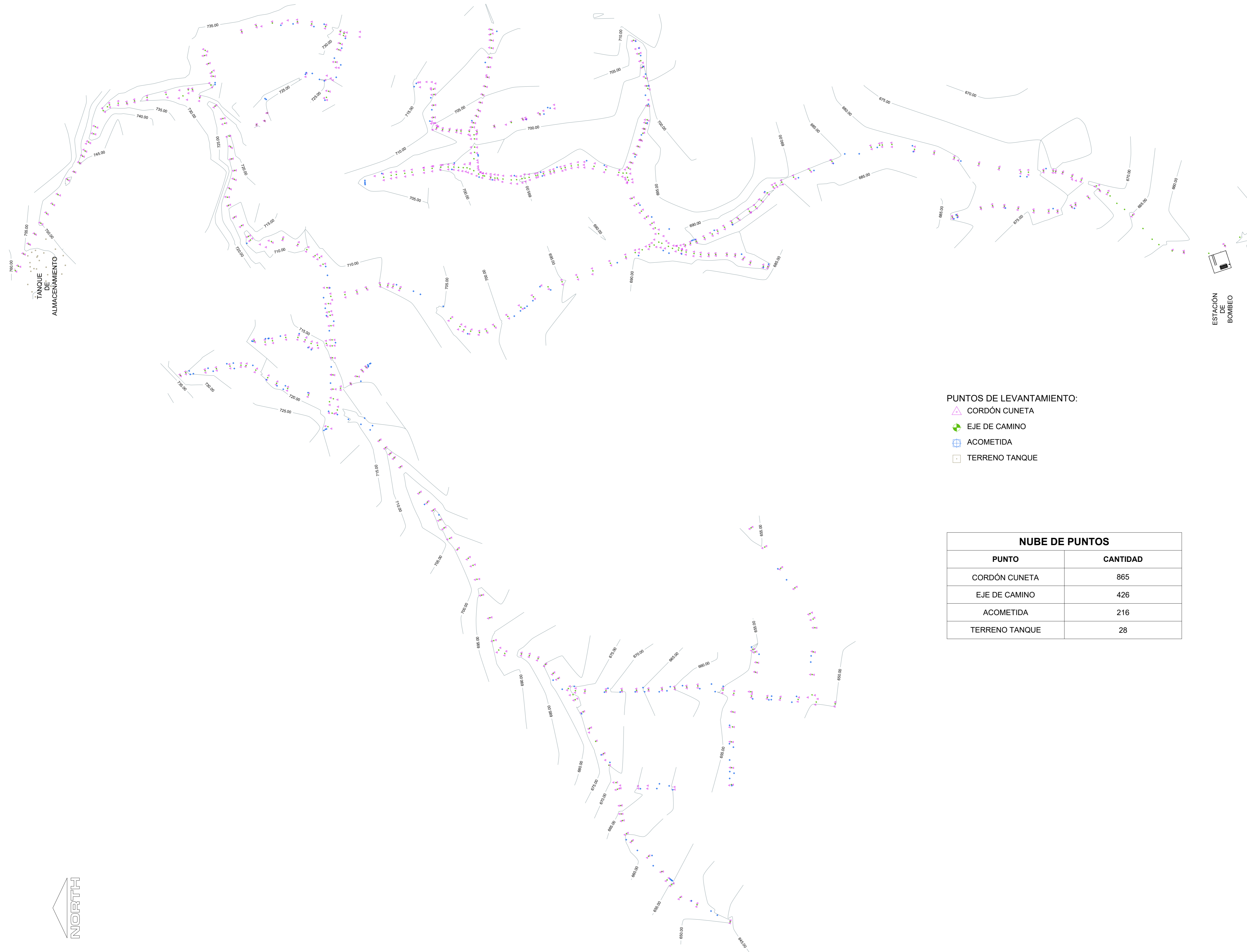
TIEMPO (EN MINUTOS)







Anexo 8: PLANOS



PUNTOS DE LEVANTAMIENTO:

- CORDÓN CUNETA
- EJE DE CAMINO
- ACOMETIDA
- TERRENO TANQUE

NUBE DE PUNTOS

PUNTO	CANTIDAD
CORDÓN CUNETA	865
EJE DE CAMINO	426
ACOMETIDA	216
TERRENO TANQUE	28

ESQUEMA DE UBICACIÓN:



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



PROYECTO:

"DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CASERIOS EL PITAL Y LAS TABLAS, CANTÓN LA MAGDALENA, MUNICIPIO DE CHALCHUAPA, DEPARTAMENTO DE SANTA ANA, EL SALVADOR"

DOCENTE ASESOR:

ING. RAÚL ERNESTO MARTÍNEZ BERMÚDEZ

PRESENTA:

JAIME LUIS RAMÍREZ ZARCEÑO  
 WALTER ISMAEL ESPINOZA GUARDADO

CONTENIDO:

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

No. PLANO:

T - 1

1

DE

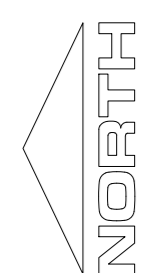
1

FECHA:

OCTUBRE 2021

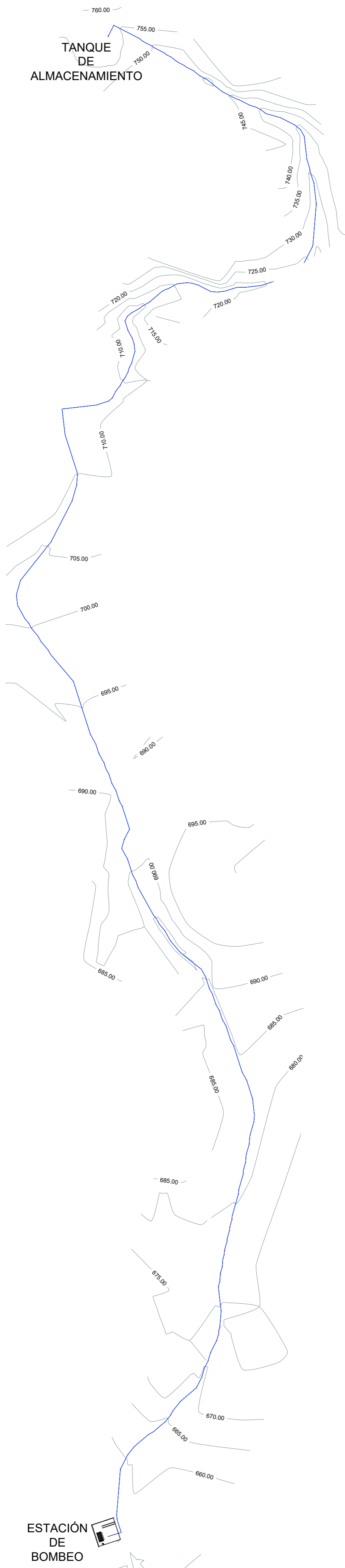
ESCALA:

1:2500





### LÍNEA DE IMPELENCIA



ESTACIÓN DE BOMBEO



### RED DE DISTRIBUCIÓN



ESTACIÓN DE BOMBEO

### ESQUEMA DE UBICACIÓN:



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



PROYECTO:  
"DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CASERIOS EL PITAL Y LAS TABLAS, CANTÓN LA MAGDALENA, MUNICIPIO DE CHALCHUAPA, DEPARTAMENTO DE SANTA ANA, EL SALVADOR"

DOCENTE ASESOR:  
ING. RAÚL ERNESTO MARTÍNEZ BERMÚDEZ

PRESENTA:  
JAIME LUIS RAMÍREZ ZARCEÑO  
WALTER ISMAEL ESPINOZA GUARDADO

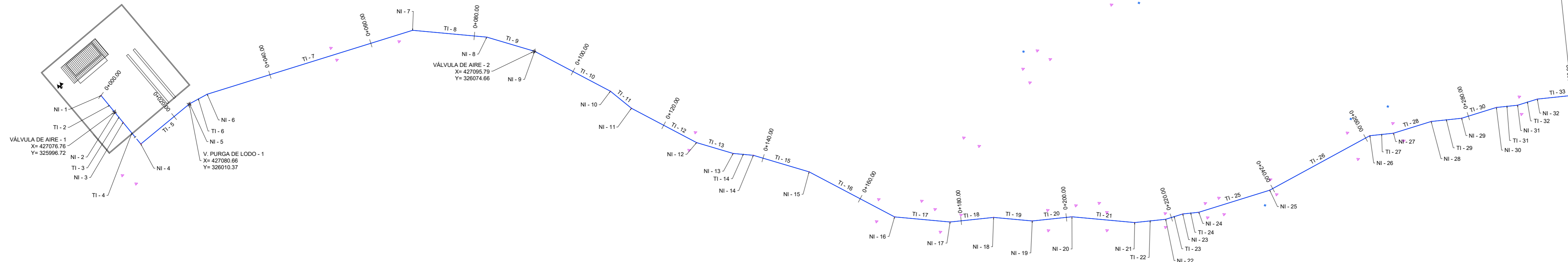
CONTENIDO:  
VISTA GENERAL LÍNEA DE IMPELENCIA  
VISTA GENERAL RED DE DISTRIBUCIÓN

No. PLANO:  
CONJUNTO - 1  
1 DE 1

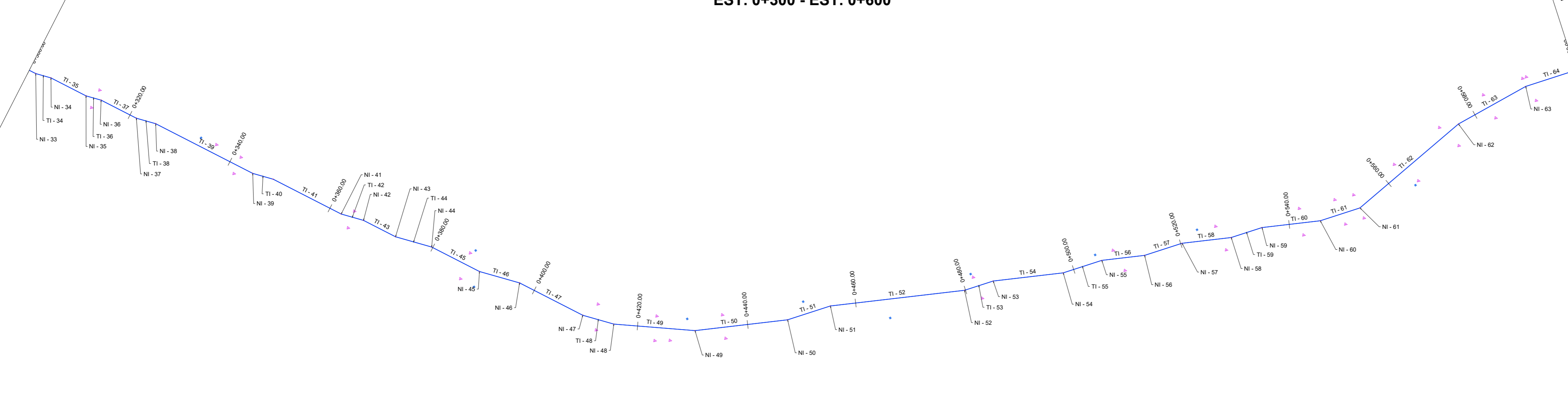
FECHA: OCTUBRE 2021 ESCALA: 1:2500

NOTA:  
 ▲ PUNTO TOPOGRÁFICO DE CORDÓN CUNETETA  
 ⊞ ACOMETIDA

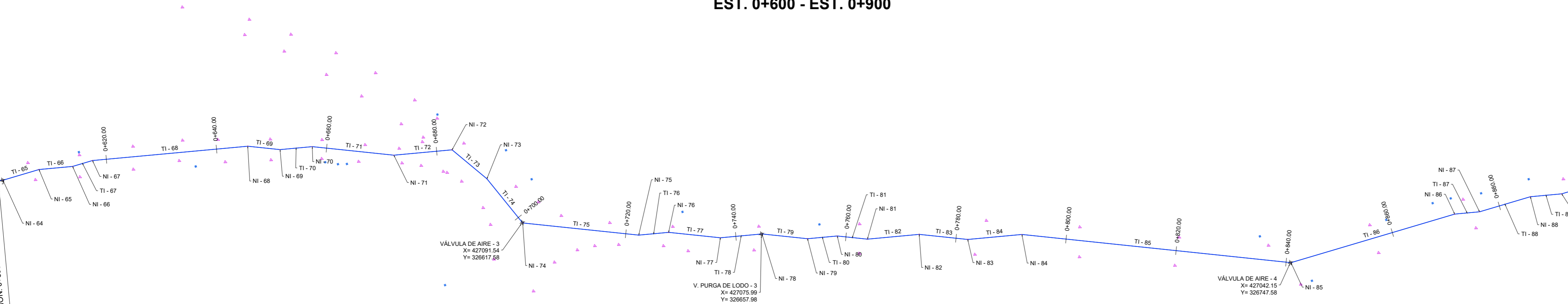
EST. 0+000 - EST. 0+300



EST. 0+300 - EST. 0+600



EST. 0+600 - EST. 0+900



ETIQUETA	RUMBO
TI-2	N72°31'06.46"E
TI-3	N72°31'06.46"E
TI-4	N72°31'06.46"E
TI-5	N17°28'53.94"W
TI-6	N0°33'22.80"W
TI-7	N4°41'37.15"E
TI-8	N27°11'37.03"E
TI-9	N38°20'36.97"E
TI-10	N49°41'36.92"E
TI-11	N60°56'36.87"E
TI-12	N49°41'36.92"E
TI-13	N38°20'36.97"E
TI-14	N27°11'37.03"E
TI-15	N17°28'53.94"W
TI-16	N0°33'22.80"W
TI-17	N4°41'37.15"E
TI-18	N27°11'37.03"E
TI-19	N38°20'36.97"E
TI-20	N49°41'36.92"E
TI-21	N60°56'36.87"E
TI-22	N49°41'36.92"E
TI-23	N38°20'36.97"E
TI-24	N27°11'37.03"E
TI-25	N17°28'53.94"W
TI-26	N0°33'22.80"W
TI-27	N4°41'37.15"E
TI-28	N27°11'37.03"E
TI-29	N38°20'36.97"E
TI-30	N49°41'36.92"E
TI-31	N60°56'36.87"E
TI-32	N49°41'36.92"E
TI-33	N38°20'36.97"E
TI-34	N27°11'37.03"E
TI-35	N17°28'53.94"W
TI-36	N0°33'22.80"W
TI-37	N4°41'37.15"E
TI-38	N27°11'37.03"E
TI-39	N38°20'36.97"E
TI-40	N49°41'36.92"E
TI-41	N60°56'36.87"E
TI-42	N49°41'36.92"E
TI-43	N38°20'36.97"E
TI-44	N27°11'37.03"E
TI-45	N17°28'53.94"W
TI-46	N0°33'22.80"W
TI-47	N4°41'37.15"E
TI-48	N27°11'37.03"E
TI-49	N38°20'36.97"E
TI-50	N49°41'36.92"E
TI-51	N60°56'36.87"E
TI-52	N49°41'36.92"E
TI-53	N38°20'36.97"E
TI-54	N27°11'37.03"E
TI-55	N17°28'53.94"W
TI-56	N0°33'22.80"W
TI-57	N4°41'37.15"E
TI-58	N27°11'37.03"E
TI-59	N38°20'36.97"E
TI-60	N49°41'36.92"E
TI-61	N60°56'36.87"E
TI-62	N49°41'36.92"E
TI-63	N38°20'36.97"E
TI-64	N27°11'37.03"E
TI-65	N17°28'53.94"W
TI-66	N0°33'22.80"W
TI-67	N4°41'37.15"E
TI-68	N27°11'37.03"E
TI-69	N38°20'36.97"E
TI-70	N49°41'36.92"E
TI-71	N60°56'36.87"E
TI-72	N49°41'36.92"E
TI-73	N38°20'36.97"E
TI-74	N27°11'37.03"E
TI-75	N17°28'53.94"W
TI-76	N0°33'22.80"W
TI-77	N4°41'37.15"E
TI-78	N27°11'37.03"E
TI-79	N38°20'36.97"E
TI-80	N49°41'36.92"E
TI-81	N60°56'36.87"E
TI-82	N49°41'36.92"E
TI-83	N38°20'36.97"E
TI-84	N27°11'37.03"E
TI-85	N17°28'53.94"W
TI-86	N0°33'22.80"W
TI-87	N4°41'37.15"E
TI-88	N27°11'37.03"E
TI-89	N38°20'36.97"E
TI-90	N49°41'36.92"E



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



PROYECTO:  
 "DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CASERIOS EL PITAL Y LAS TABLAS, CANTÓN LA MAGDALENA, MUNICIPIO DE CHALCHUAPA, DEPARTAMENTO DE SANTA ANA, EL SALVADOR"

DOCENTE ASesor:  
 ING. RAÚL ERNESTO MARTÍNEZ BERMÚDEZ

PRESENTA:  
 JAIME LUIS RAMÍREZ ZARCEÑO  
 WALTER ISMAEL ESPINOZA GUARDADO

CONTENIDO:  
 PLANTA  
 LÍNEA DE IMPELENCIA  
 EST. 0+000 - EST. 0+900

No. PLANO:  
 PLANTA L.I - 1  
 1 DE 2  
 FECHA:  
 OCTUBRE 2021  
 ESCALA:  
 1:500

CUADRO DE TUBERÍAS					
NOMBRE	Ø (in)	LONG. 20 (m)	LONG. 30 (m)	PEND. %	MATERIAL
TI-2	2	4.05	4.05	0.00%	GALVANIZED IRON
TI-3	2	2.37	3.37	100.03%	GALVANIZED IRON
TI-4	2	5.23	5.23	-0.31%	PVC 250PSI
TI-5	2	11.89	11.89	0.14%	PVC 250PSI
TI-6	2	3.73	3.74	-4.86%	PVC 250PSI
TI-7	2	40.64	40.68	-4.82%	PVC 250PSI
TI-8	2	14.05	14.12	-10.12%	PVC 250PSI
TI-9	2	9.39	9.54	-18.19%	PVC 250PSI
TI-10	2	16.15	16.22	-0.38%	PVC 250PSI
TI-11	2	5.06	5.07	-6.79%	PVC 250PSI
TI-12	2	13.88	13.91	-6.78%	PVC 250PSI
TI-13	2	7.16	7.20	-8.68%	PVC 250PSI
TI-14	2	3.78	3.80	-10.63%	PVC 250PSI
TI-15	2	10.95	11.01	-11.13%	PVC 250PSI
TI-16	2	18.23	18.31	-9.50%	PVC 250PSI
TI-17	2	10.49	10.52	-7.23%	PVC 250PSI
TI-18	2	8.23	8.24	-5.05%	PVC 250PSI
TI-19	2	7.29	7.30	-5.22%	PVC 250PSI
TI-20	2	7.49	7.50	-5.23%	PVC 250PSI
TI-21	2	11.87	11.91	-7.55%	PVC 250PSI
TI-22	2	5.84	5.87	-11.14%	PVC 250PSI
TI-23	2	3.34	3.36	-11.72%	PVC 250PSI
TI-24	2	2.99	3.01	-11.79%	PVC 250PSI
TI-25	2	14.00	14.09	-11.71%	PVC 250PSI
TI-26	2	21.51	21.57	-7.25%	PVC 250PSI

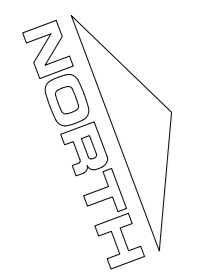
CUADRO DE TUBERÍAS					
NOMBRE	Ø (in)	LONG. 20 (m)	LONG. 30 (m)	PEND. %	MATERIAL
TI-27	2	24.37	24.37	-0.87%	PVC 250PSI
TI-28	2	7.41	7.42	-5.58%	PVC 250PSI
TI-29	2	5.74	5.75	-6.41%	PVC 250PSI
TI-30	2	6.83	6.84	-5.57%	PVC 250PSI
TI-31	2	3.99	4.00	-6.68%	PVC 250PSI
TI-32	2	3.85	3.85	-3.49%	PVC 250PSI
TI-33	2	7.77	7.78	-4.19%	PVC 250PSI
TI-34	2	2.81	2.82	-3.19%	PVC 250PSI
TI-35	2	7.08	7.08	-4.10%	PVC 250PSI
TI-36	2	2.78	2.78	-1.64%	PVC 250PSI
TI-37	2	23.34	23.34	1.17%	PVC 250PSI
TI-38	2	3.58	3.58	-5.20%	PVC 250PSI
TI-39	2	19.66	19.69	-5.65%	PVC 250PSI
TI-40	2	3.80	3.81	-4.60%	PVC 250PSI
TI-41	2	13.75	13.77	-4.89%	PVC 250PSI
TI-42	2	4.14	4.15	-3.34%	PVC 250PSI
TI-43	2	6.46	6.46	-4.03%	PVC 250PSI
TI-44	2	6.74	6.75	-3.11%	PVC 250PSI
TI-45	2	9.66	9.67	-4.02%	PVC 250PSI
TI-46	2	7.49	7.49	-3.37%	PVC 250PSI
TI-47	2	10.51	10.53	-4.64%	PVC 250PSI
TI-48	2	5.78	5.78	-3.00%	PVC 250PSI
TI-49	2	14.67	14.68	-1.21%	PVC 250PSI
TI-50	2	16.81	16.81	-0.68%	PVC 250PSI
TI-51	2	8.07	8.07	-0.72%	PVC 250PSI

CUADRO DE TUBERÍAS					
NOMBRE	Ø (in)	LONG. 20 (m)	LONG. 30 (m)	PEND. %	MATERIAL
TI-52	2	10.55	10.56	-2.85%	PVC 250PSI
TI-53	2	5.80	5.80	-2.21%	PVC 250PSI
TI-54	2	10.55	10.56	-2.85%	PVC 250PSI
TI-55	2	5.80	5.80	-2.21%	PVC 250PSI
TI-56	2	7.06	7.06	-1.79%	PVC 250PSI
TI-57	2	3.90	3.90	-1.91%	PVC 250PSI
TI-58	2	2.90	2.90	-1.91%	PVC 250PSI
TI-59	2	5.80	5.80	-2.21%	PVC 250PSI
TI-60	2	10.55	10.56	-2.85%	PVC 250PSI
TI-61	2	7.49	7.49	-1.68%	PVC 250PSI
TI-62	2	23.34	23.34	1.17%	PVC 250PSI
TI-63	2	13.88	13.88	1.78%	PVC 250PSI
TI-64	2	10.27	10.27	1.25%	PVC 250PSI
TI-65	2	6.74	6.74	-0.43%	PVC 250PSI
TI-66	2	6.05	6.06	-5.42%	PVC 250PSI
TI-67	2	3.70	3.71	-7.19%	PVC 250PSI
TI-68	2	28.14	28.30	-10.78%	PVC 250PSI
TI-69	2	5.82	5.88	-13.95%	PVC 250PSI
TI-70	2	9.80	9.83	-10.88%	PVC 250PSI
TI-71	2	14.78	14.85	-10.14%	PVC 250PSI
TI-72	2	12.78	12.80	-4.38%	PVC 250PSI
TI-73	2	8.12	8.12	-0.52%	PVC 250PSI
TI-74	2	10.22	10.23	-4.47%	PVC 250PSI
TI-75	2	21.04	21.04	0.80%	PVC 250PSI
TI-76	2	5.37	5.38	1.82%	PVC 250PSI

CUADRO DE TUBERÍAS					
NOMBRE	Ø (in)	LONG. 20 (m)	LONG. 30 (m)	PEND. %	MATERIAL
TI-77	2	9.36	9.36	1.15%	PVC 250PSI
TI-78	2	7.49	7.49	0.38%	PVC 250PSI
TI-79	2	8.23	8.23	-0.34%	PVC 250PSI
TI-80	2	5.35	5.35	-0.28%	PVC 250PSI
TI-81	2	4.43	4.43	-1.06%	PVC 250PSI
TI-82	2	9.35	9.35	-2.62%	PVC 250PSI
TI-83	2	8.77	8.77	-3.33%	PVC 250PSI
TI-84	2	9.79	9.81	-5.80%	PVC 250PSI
TI-85	2	48.86	49.01	-7.93%	PVC 250PSI
TI-86	2	30.84	30.88	-4.88%	PVC 250PSI
TI-87	2	4.46	4.47	-4.95%	PVC 250PSI
TI-88	2	9.92	9.94	-5.38%	PVC 250PSI
TI-89	2	5.63	5.64	-5.51%	PVC 160PSI
TI-90	2	8.32	8.34	-4.43%	PVC 160PSI

CUADRO DE NODOS					
NOMBRE	X	Y	TIPO	MATERIAL	
NI-1	427072.94	329965.52	90.00° ELBOW	GALVANIZED IRON	
NI-2	427076.86	329966.76	45.00° ELBOW	GALVANIZED IRON	
NI-3	427079.19	329997.49	45.00° ELBOW	GALVANIZED IRON	
NI-4	427084.21	329999.07	90.00° ELBOW	PVC	
NI-5	427080.62	326010.47	11.25° ELBOW	PVC	
NI-6	427080.19	326011.23	11.25° ELBOW	PVC	
NI-7	427083.52	326054.78	22.50° ELBOW	PVC	
NI-8	427089.93	326067.32	11.25° ELBOW	PVC	
NI-9	427098.83	326074.72	11.25° ELBOW	PVC	
NI-10	427101.19	326085.30	11.25° ELBOW	PVC	
NI-11	427112.68	326097.68	11.25° ELBOW	PVC	
NI-12	427123.28	326109.88	11.25° ELBOW	PVC	
NI-13	427134.64	326124.18	11.25° ELBOW	PVC	
NI-14	427147.78	326137.80	11.25° ELBOW	PVC	
NI-15	427162.81	326152.75	11.25° ELBOW	PVC	
NI-16	427179.35	326169.18	11.25° ELBOW	PVC	
NI-17	427197.48	326187.48	11.25° ELBOW	PVC	
NI-18	427217.28	326208.75	11.25° ELBOW	PVC	
NI-19	427238.75	326232.50	11.25° ELBOW	PVC	
NI-20	427261.88	326258.75	11.25° ELBOW	PVC	
NI-21	427287.68	326287.00	11.25° ELBOW	PVC	
NI-22	427315.11	326327.62	11.25° ELBOW	PVC	
NI-23	427344.21	326380.48	11.25° ELBOW	PVC	
NI-24	427374.93	326445.75	11.25° ELBOW	PVC	
NI-25	427407.21	326523.62	11.25° ELBOW	PVC	
NI-26	427441.11	326614.25	11.25° ELBOW	PVC	
NI-27	427476.61	326718.75	11.25° ELBOW	PVC	
NI-28	427513.81	326837.25	11.25° ELBOW	PVC	
NI-29	427552.71	326970.75	11.25° ELBOW	PVC	
NI-30	427593.21	327119.25	11.25° ELBOW	PVC	
NI-31	427635.31	327283.75	11.25° ELBOW	PVC	



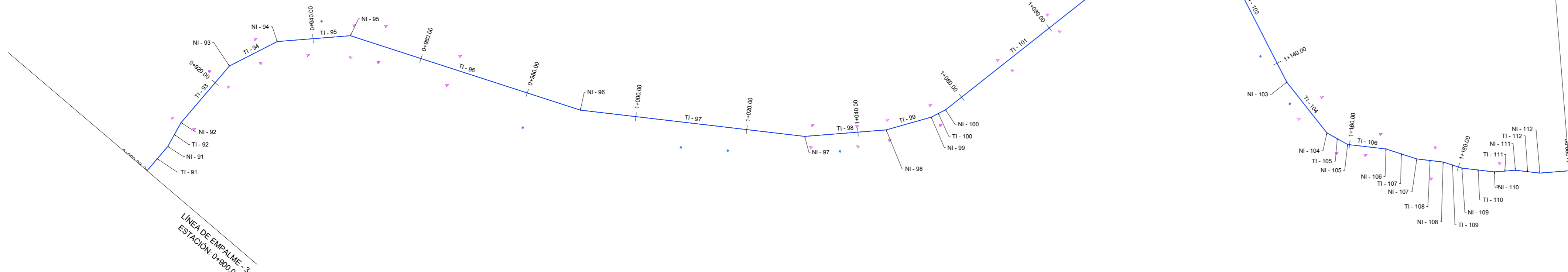


NOTA:

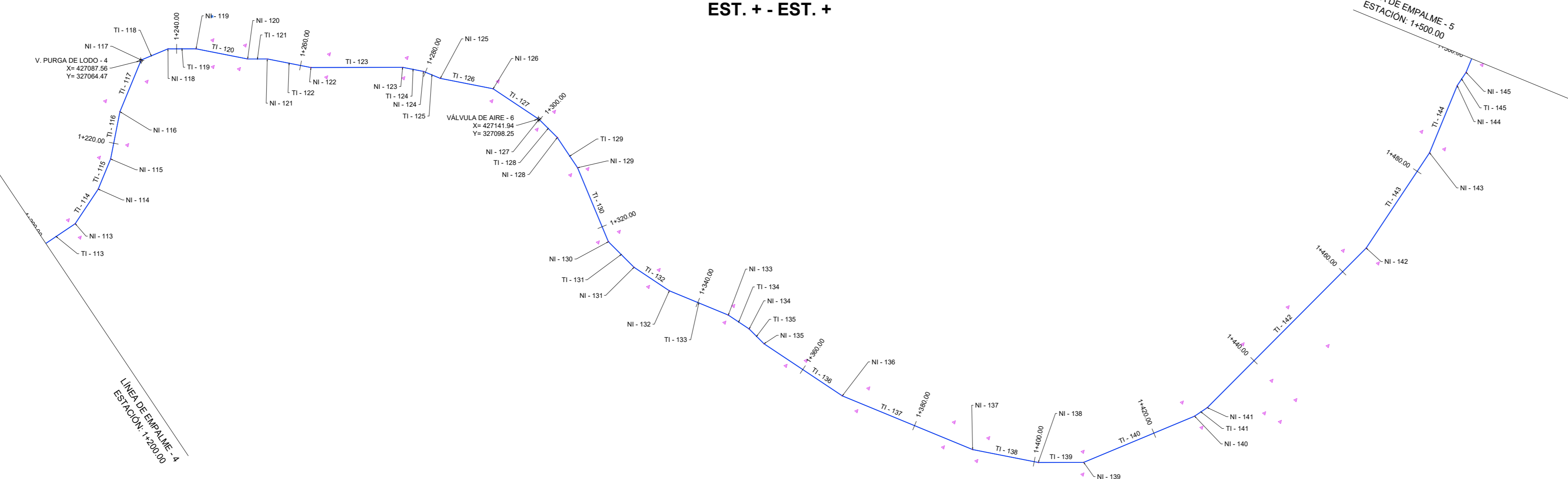
▲ PUNTO TOPOGRÁFICO DE CORDÓN CUNETA

⊕ ACOMETIDA

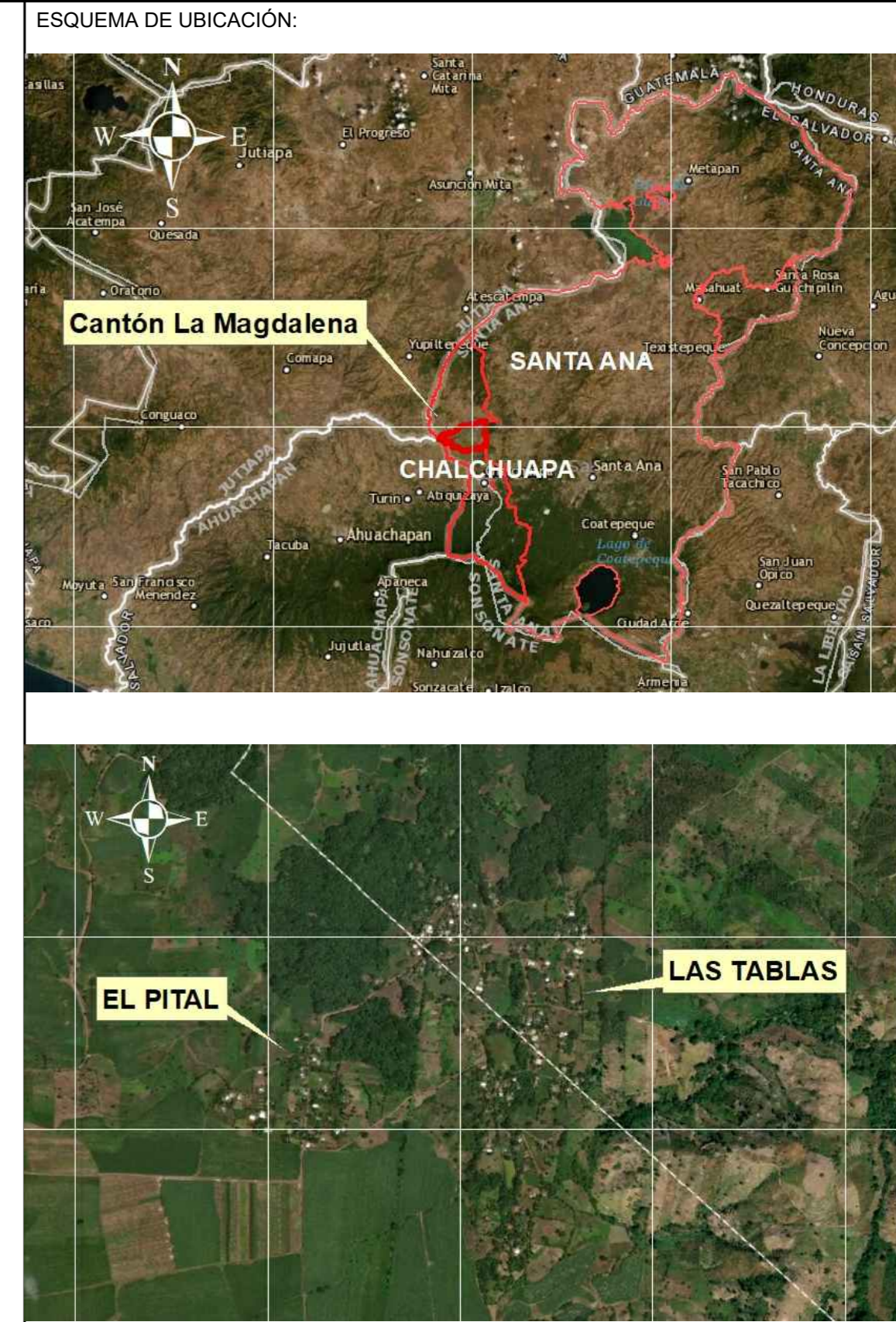
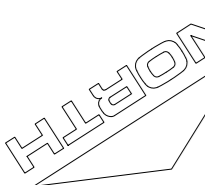
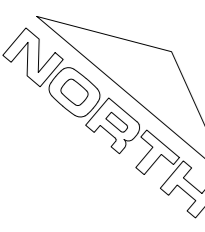
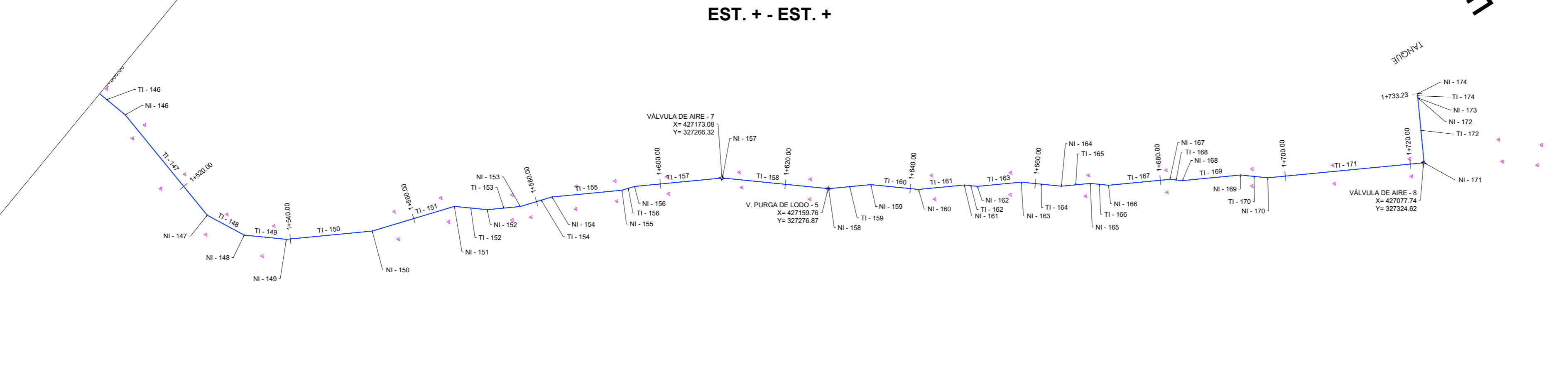
EST. + - EST. +



EST. + - EST. +



EST. + - EST. +



CUADRO DE RUMBOS

ETIQUETA	RUMBO
TI-91	N29° 03' 22.68"W
TI-92	N40° 18' 22.68"W
TI-93	N29° 03' 22.68"W
TI-94	N67° 33' 22.68"W
TI-95	N15° 56' 37.82"E
TI-96	N38° 26' 37.82"E
TI-97	N27° 11' 37.82"E
TI-98	N15° 56' 37.82"E
TI-99	N4° 41' 37.82"E
TI-100	N8° 33' 22.62"W
TI-101	N17° 48' 22.77"W
TI-102	N8° 33' 22.62"W
TI-103	N83° 26' 37.81"E
TI-104	N72° 11' 37.82"E
TI-105	N49° 41' 37.35"E
TI-106	N27° 11' 37.47"E
TI-107	N38° 26' 37.42"E
TI-108	N27° 11' 37.47"E
TI-109	N38° 26' 37.42"E
TI-110	N27° 11' 37.47"E
TI-111	N15° 56' 37.52"E
TI-112	N27° 11' 37.47"E
TI-113	N15° 56' 37.52"E
TI-114	N8° 33' 22.30"W
TI-115	N17° 48' 22.30"W
TI-116	N29° 03' 22.25"W
TI-117	N17° 48' 22.30"W
TI-118	N27° 11' 37.70"E
TI-119	N49° 41' 37.58"E
TI-120	N60° 56' 37.52"E
TI-121	N49° 41' 37.58"E
TI-122	N60° 56' 37.52"E
TI-123	N49° 41' 37.58"E
TI-124	N60° 56' 37.52"E
TI-125	N72° 11' 37.47"E
TI-126	N60° 56' 37.52"E
TI-127	N63° 26' 37.42"E
TI-128	S85° 18' 22.64"E
TI-129	S74° 03' 22.70"E
TI-130	S62° 48' 22.79"E
TI-131	S85° 18' 22.64"E
TI-132	N83° 26' 37.42"E
TI-133	N72° 11' 37.47"E
TI-134	N83° 26' 37.42"E
TI-135	S85° 18' 22.64"E
TI-136	N83° 26' 37.42"E
TI-137	N72° 11' 37.47"E
TI-138	N60° 56' 37.52"E
TI-139	N49° 41' 37.58"E
TI-140	N27° 11' 37.70"E
TI-141	N15° 56' 37.75"E
TI-142	N4° 41' 37.81"E
TI-143	N8° 33' 22.14"W
TI-144	N17° 48' 22.09"W
TI-145	N8° 33' 22.14"W
TI-146	N17° 48' 22.09"W
TI-147	N8° 33' 22.14"W
TI-148	N29° 03' 22.02"W
TI-149	N51° 33' 21.90"W
TI-150	N62° 48' 21.88"W
TI-151	N74° 03' 21.79"W
TI-152	N51° 33' 21.91"W
TI-153	N67° 48' 21.88"W
TI-154	N74° 03' 21.81"W
TI-155	N62° 48' 21.88"W
TI-156	N74° 03' 21.81"W
TI-157	N62° 48' 21.88"W
TI-158	N51° 33' 21.91"W
TI-159	N62° 48' 21.88"W
TI-160	N51° 33' 21.91"W
TI-161	N62° 48' 21.88"W
TI-162	N51° 33' 21.91"W
TI-163	N62° 48' 21.88"W
TI-164	N51° 33' 21.91"W
TI-165	N62° 48' 21.88"W
TI-166	N51° 33' 21.91"W
TI-167	N62° 48' 21.88"W
TI-168	N51° 33' 21.91"W
TI-169	N62° 48' 21.88"W
TI-170	N51° 33' 21.91"W
TI-171	N62° 48' 21.88"W
TI-172	S27° 11' 38.14"W
TI-174	S27° 11' 38.14"W

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



PROYECTO:  
"DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CASERIOS EL PITAL Y LAS TABLAS, CANTÓN LA MAGDALENA, MUNICIPIO DE CHALCHUAPA, DEPARTAMENTO DE SANTA ANA, EL SALVADOR"

DOCENTE ASesor:  
ING. RAÚL ERNESTO MARTÍNEZ BERMÚDEZ

PRESENTA:  
JAIME LUIS RAMÍREZ ZARCEÑO  
WALTER ISMAEL ESPINOZA GUARDADO

CONTENIDO:  
PLANTA  
LÍNEA DE IMPELENCIA  
EST. 0+900 - EST. 1+733.23

No. PLANO:  
PLANTA L.I - 2

FECHA: 2 DE OCTUBRE 2021  
ESCALA: 1:500

CUADRO DE TUBERÍAS

NOMBRE	Ø (in)	LONG. 2D (m)	LONG. 3D (m)	PEND. %	MATERIAL
TI-91	2	5.76	5.76	-8.28%	PVC 160PSPi
TI-92	2	4.83	4.84	-6.72%	PVC 160PSPi
TI-93	2	13.31	13.32	-4.61%	PVC 160PSPi
TI-94	2	8.57	8.60	-7.51%	PVC 160PSPi
TI-95	2	13.07	13.08	-3.53%	PVC 160PSPi
TI-96	2	43.25	43.34	-6.42%	PVC 160PSPi
TI-97	2	40.40	40.48	-8.33%	PVC 160PSPi
TI-98	2	14.59	14.64	-8.46%	PVC 160PSPi
TI-99	2	8.32	8.36	-9.92%	PVC 160PSPi
TI-100	2	2.84	2.86	-11.77%	PVC 160PSPi
TI-101	2	34.61	34.75	-9.18%	PVC 160PSPi
TI-102	2	22.62	22.62	-1.86%	PVC 160PSPi
TI-103	2	30.09	30.11	3.36%	PVC 160PSPi
TI-104	2	11.54	11.56	5.39%	PVC 160PSPi
TI-105	2	4.19	4.21	7.72%	PVC 160PSPi
TI-106	2	6.88	6.89	9.48%	PVC 160PSPi
TI-107	2	5.78	5.79	10.74%	PVC 160PSPi
TI-108	2	4.69	4.72	9.99%	PVC 160PSPi
TI-109	2	3.48	3.51	12.35%	PVC 160PSPi
TI-110	2	5.80	5.83	11.06%	PVC 160PSPi
TI-111	2	3.73	3.73	3.46%	PVC 160PSPi
TI-112	2	4.37	4.37	1.87%	PVC 160PSPi
TI-113	2	10.89	10.89	1.64%	PVC 160PSPi
TI-114	2	6.56	6.56	1.62%	PVC 160PSPi
TI-115	2	5.13	5.13	0.76%	PVC 160PSPi

CUADRO DE TUBERÍAS

NOMBRE	Ø (in)	LONG. 2D (m)	LONG. 3D (m)	PEND. %	MATERIAL
TI-116	2	7.83	7.83	2.34%	PVC 160PSPi
TI-117	2	8.83	8.83	1.25%	PVC 160PSPi
TI-118	2	4.55	4.55	-3.07%	PVC 160PSPi
TI-119	2	4.43	4.43	-4.35%	PVC 160PSPi
TI-120	2	8.32	8.35	-8.84%	PVC 160PSPi
TI-121	2	3.08	3.10	-13.04%	PVC 160PSPi
TI-122	2	7.03	7.09	-12.83%	PVC 160PSPi
TI-123	2	14.56	14.74	-15.90%	PVC 160PSPi
TI-124	2	3.33	3.38	-17.67%	PVC 160PSPi
TI-125	2	2.85	2.89	-17.21%	PVC 160PSPi
TI-126	2	8.52	8.65	-17.74%	PVC 160PSPi
TI-127	2	8.74	8.85	-15.90%	PVC 160PSPi
TI-128	2	4.05	4.06	-8.24%	PVC 160PSPi
TI-129	2	5.74	5.75	-5.40%	PVC 160PSPi
TI-130	2	12.71	12.72	-1.38%	PVC 160PSPi
TI-131	2	5.71	5.71	-2.54%	PVC 160PSPi
TI-132	2	6.71	6.71	-7.99%	PVC 160PSPi
TI-133	2	10.10	10.11	-3.67%	PVC 160PSPi
TI-134	2	3.94	3.94	-4.50%	PVC 160PSPi
TI-135	2	3.29	3.29	-4.59%	PVC 160PSPi
TI-136	2	14.93	14.96	-5.98%	PVC 160PSPi
TI-137	2	22.40	22.51	-10.09%	PVC 160PSPi
TI-138	2	10.89	10.89	-12.76%	PVC 160PSPi
TI-139	2	7.18	7.23	-12.07%	PVC 160PSPi
TI-140	2	19.09	19.19	-10.11%	PVC 160PSPi

CUADRO DE TUBERÍAS

NOMBRE	Ø (in)	LONG. 2D (m)	LONG. 3D (m)	PEND. %	MATERIAL
TI-141	2	2.38	2.39	-8.25%	PVC 160PSPi
TI-142	2	36.81	36.90	-7.26%	PVC 160PSPi
TI-143	2	18.17	18.19	-3.85%	PVC 160PSPi
TI-144	2	11.51	11.52	-5.43%	PVC 160PSPi
TI-145	2	2.50	2.50	-6.05%	PVC 160PSPi
TI-146	2	7.57	7.59	-7.38%	PVC 160PSPi
TI-147	2	20.61	20.79	-13.28%	PVC 160PSPi
TI-148	2	6.63	6.69	-13.67%	PVC 160PSPi
TI-149	2	6.69	6.72	-10.22%	PVC 160PSPi
TI-150	2	13.89	13.76	-10.18%	PVC 160PSPi
TI-151	2	13.61	13.77	-15.50%	PVC 160PSPi
TI-152	2	5.21	5.33	-21.45%	PVC 160PSPi
TI-153	2	5.25	5.37	-21.90%	PVC 160PSPi
TI-154	2	5.22	5.34	-21.56%	PVC 160PSPi
TI-155	2	11.13	11.35	-19.74%	PVC 160PSPi
TI-156	2	2.05	2.08	-8.75%	PVC 160PSPi
TI-157	2	14.02	14.04	-5.42%	PVC 160PSPi
TI-158	2	16.04	16.05	1.87%	PVC 160PSPi
TI-159	2	6.68	6.69	-3.20%	PVC 160PSPi
TI-160	2	7.59	7.59	-2.58%	PVC 160PSPi
TI-161	2	7.27	7.30	-8.31%	PVC 160PSPi
TI-162	2	2.06	2.07	-11.46%	PVC 160PSPi
TI-163	2	6.06	6.07	-11.00%	PVC 160PSPi
TI-164	2	6.37	6.40	-9.73%	PVC 160PSPi
TI-165	2	4.57	4.60	-10.39%	PVC 160PSPi

CUADRO DE TUBERÍAS

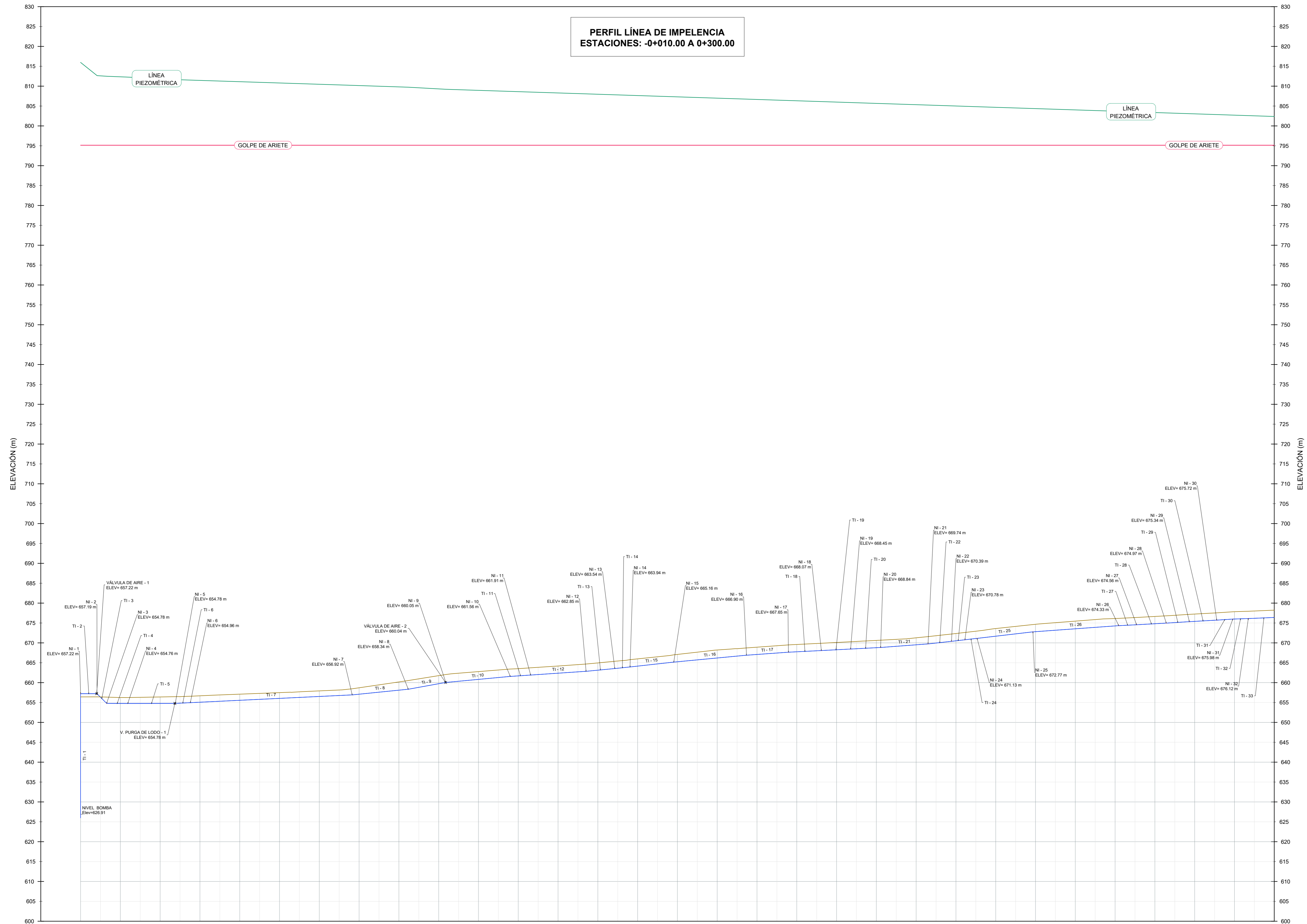
NOMBRE	Ø (in)	LONG. 2D (m)	LONG. 3D (m)	PEND. %	MATERIAL
TI-166	2	2.88	2.90	-11.90%	PVC 160PSPi

CUADRO DE NODOS

NOMBRE	X	Y	TIPO	MATERIAL
NI-91	427002.76	326798.90	11.25° ELBOW	PVC
NI-92	426999.60	326802.62	11.25° ELBOW	PVC
NI-93	426993.11	326814.29	22.50° ELBOW	PVC
NI-94	426992.01	326823.86	22.50° ELBOW	PVC
NI-95	426995.62	326836.47	22.50° ELBOW	PVC
NI-96	427022.54	326870.39	11.25° ELBOW	PVC
NI-97	427041.02	326896.37	11.25° ELBOW	PVC
NI-98	427045.05	326920.44	11.25° ELBOW	PVC
NI-99	427045.73	326928.79	11.25° ELBOW	PVC
NI-100	427045.40	326931.68	11.25° ELBOW	PVC
NI-101	427034.80	326984.65	11.25° ELBOW	PVC
NI-102	427032.21	326987.19	60.00° ELBOW	PVC
NI-103	427062.17	326985.63	11.25° ELBOW	PVC
NI-104	427075.21	326984.17	23.50° ELBOW	PVC
NI-105	427076.44	326986.52	23.50° ELBOW	PVC
NI-106	427079.60	327003.07	11.25° ELBOW	PVC
NI-107	427083.21	327007.62	11.25° ELBOW	PVC
NI-108	427085.38	327011.84	11.25° ELBOW	PVC
NI-109	427087.58	327014.61	11.25° ELBOW	PVC
NI-110	427096.25	327019.81	11.25° ELBOW	PVC
NI-111	427091.29	327023.44	11.25° ELBOW	PVC
NI-112	427093.31	327027.37	11.25° ELBOW	PVC
NI-113	427096.31	327037.69	22.50° ELBOW	PVC
NI-114	427095.56	327044.66	11.25° ELBOW	PVC
NI-115	427093.97	327049.40	11.25° ELBOW	PVC

CUADRO DE NODOS

NOMBRE	X	Y	TIPO	MATERIAL
NI-116	427000.25	327056.11	11.25° ELBOW	PVC
NI-117	427007.52	327064.58	45.00° ELBOW	PVC
NI-118	427009.63	327068.68	22.50° ELBOW	PVC
NI-119	427003.05	327071.58	11.25° ELBOW	PVC
NI-120	427003.06	327075.05	11.25° ELBOW	PVC
NI-121	427102.84	327077.67	11.25° ELBOW	PVC
NI-122	427108.94	327081.11	11.25° ELBOW	PVC
NI-123	427120.08	327090.56	11.25° ELBOW	PVC
NI-124	427123.04	327092.20	11.25° ELBOW	PVC
NI-125	427125.80	327093.09	11.25° ELBOW	PVC
NI-126	427133.29	327097.25	22.50° ELBOW	PVC
NI-127	427142.02	327098.26	11.25° ELBOW	PVC
NI-128	427146.11	327097.02	11.25° ELBOW	PVC
NI-129	427151.68	327096.33	11.25° ELBOW	PVC
NI-130	427163.03	327096.49	23.50° ELBOW	PVC
NI-131	427168.78	327096.02	11.2	



**PERFIL LÍNEA DE IMPELENCIA**  
ESTACIONES: -0+010.00 A 0+300.00

ESTACION (m)	LÍNEA TUBERÍA	TERRENO TUBERÍA
0+000	815.97	666.41
0+005	812.69	668.42
0+010	795.15	666.35
0+015	812.85	668.26
0+020	795.15	664.77
0+025	812.11	668.30
0+030	795.15	664.77
0+035	811.85	666.40
0+040	795.15	664.77
0+045	811.81	666.49
0+050	795.15	664.84
0+055	811.45	668.09
0+060	795.15	665.08
0+065	811.29	668.01
0+070	795.15	665.32
0+075	811.15	667.10
0+080	795.15	665.99
0+085	810.98	667.30
0+090	795.15	664.94
0+095	810.90	667.49
0+100	795.15	666.04
0+105	810.64	667.09
0+110	795.15	666.28
0+115	810.48	667.92
0+120	795.15	666.62
0+125	810.31	668.15
0+130	795.15	666.76
0+135	810.15	668.71
0+140	795.15	667.10
0+145	809.98	669.44
0+150	795.15	667.60
0+155	809.82	669.18
0+160	795.15	668.10
0+165	809.69	669.05
0+170	795.15	668.82
0+175	809.51	669.79
0+180	795.15	669.72
0+185	809.31	669.72
0+190	795.15	669.35
0+195	809.15	669.72
0+200	795.15	669.12
0+205	808.98	669.21
0+210	795.15	669.25
0+215	808.82	669.54
0+220	795.15	669.01
0+225	808.66	669.92
0+230	795.15	669.08
0+235	808.49	669.28
0+240	795.15	667.44
0+245	808.32	669.60
0+250	795.15	667.76
0+255	808.16	669.84
0+260	795.15	668.01
0+265	808.00	669.10
0+270	795.15	668.27
0+275	807.83	669.36
0+280	795.15	668.53
0+285	807.67	669.62
0+290	795.15	668.79
0+295	807.50	669.95
0+300	795.15	669.21
0+305	807.35	670.02
0+310	795.15	670.10
0+315	807.19	670.36
0+320	795.15	670.42
0+325	807.03	670.68
0+330	795.15	670.76
0+335	806.87	671.04
0+340	795.15	671.11
0+345	806.71	671.41
0+350	795.15	671.48
0+355	806.55	671.82
0+360	795.15	671.88
0+365	806.39	672.26
0+370	795.15	672.32
0+375	806.23	672.68
0+380	795.15	672.74
0+385	806.07	673.18
0+390	795.15	673.24
0+395	805.91	673.54
0+400	795.15	673.60
0+405	805.75	673.96
0+410	795.15	674.02
0+415	805.59	674.38
0+420	795.15	674.44
0+425	805.43	674.82
0+430	795.15	674.88
0+435	805.27	675.26
0+440	795.15	675.32
0+445	805.11	675.68
0+450	795.15	675.74
0+455	804.95	676.12
0+460	795.15	676.18
0+465	804.79	676.54
0+470	795.15	676.60
0+475	804.63	676.92
0+480	795.15	677.02
0+485	804.47	677.38
0+490	795.15	677.44
0+495	804.31	677.80
0+500	795.15	677.86
0+505	804.15	678.22
0+510	795.15	678.28
0+515	803.99	678.64
0+520	795.15	678.70
0+525	803.83	679.02
0+530	795.15	679.08
0+535	803.67	679.44
0+540	795.15	679.50
0+545	803.51	679.86
0+550	795.15	679.92
0+555	803.35	680.28
0+560	795.15	680.34
0+565	803.19	680.70
0+570	795.15	680.76
0+575	803.03	681.12
0+580	795.15	681.18
0+585	802.87	681.54
0+590	795.15	681.60
0+595	802.71	681.96
0+600	795.15	682.02
0+605	802.55	682.38
0+610	795.15	682.44
0+615	802.39	682.80
0+620	795.15	682.86



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



PROYECTO:  
"DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CASERIOS EL PITAL Y LAS TABLAS, CANTÓN LA MAGDALENA, MUNICIPIO DE CHALCHUAPA, DEPARTAMENTO DE SANTA ANA, EL SALVADOR"

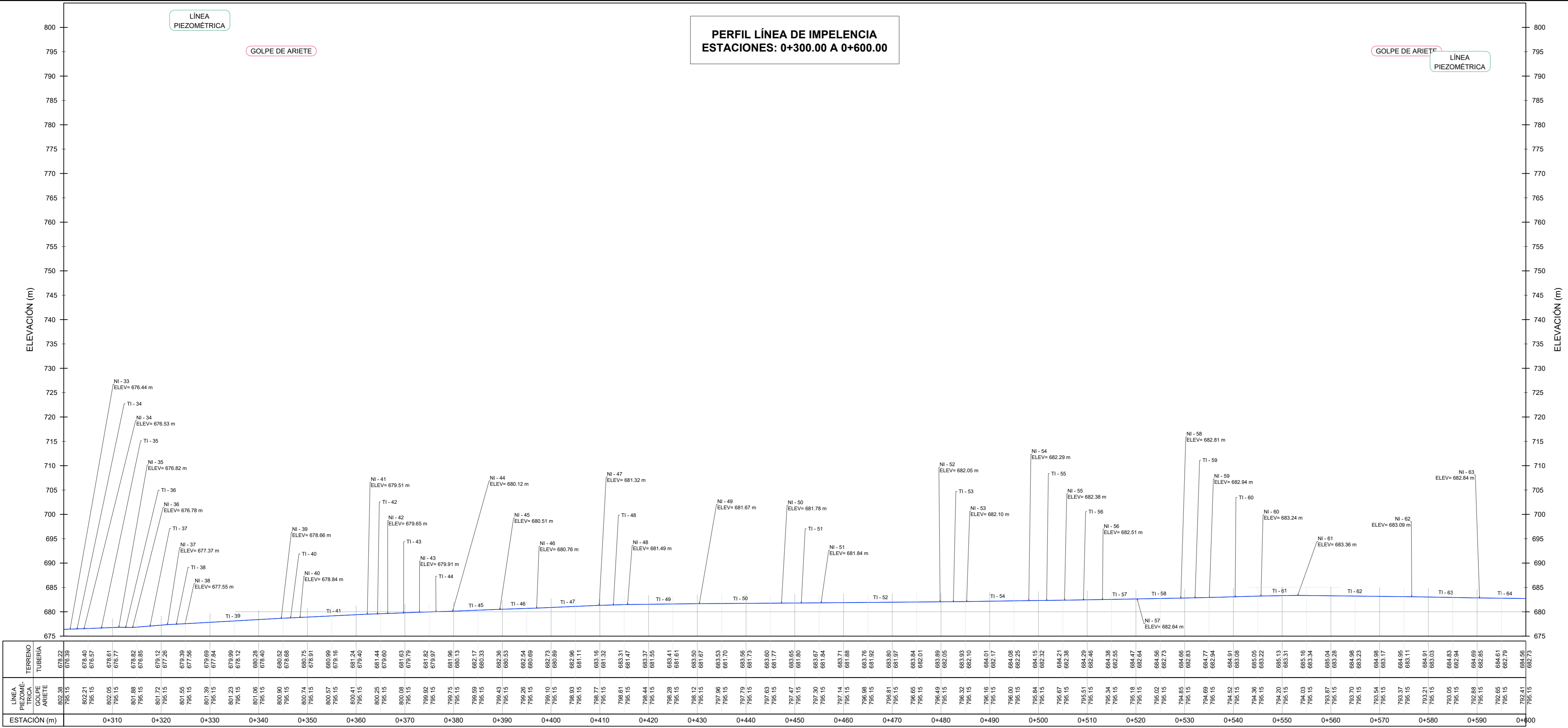
DOCENTE ASESOR:  
ING. RAÚL ERNESTO MARTÍNEZ BERMÚDEZ

PRESENTA:  
JAIME LUIS RAMÍREZ ZARCEÑO  
WALTER ISMAEL ESPINOZA GUARDADO

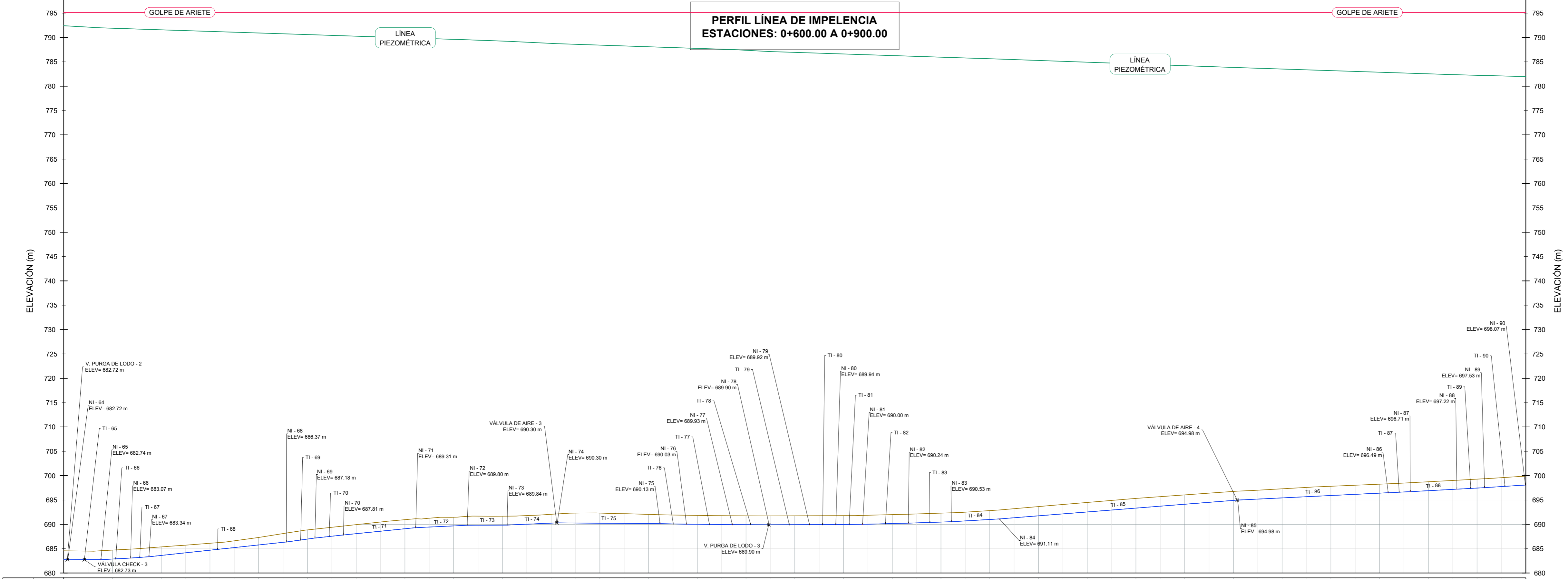
CONTENIDO:  
PERFIL  
LÍNEA DE IMPELENCIA  
EST. 0+000 - EST. 0+300

No. PLANO:  
1 DE 4  
PERFIL L.I - 1

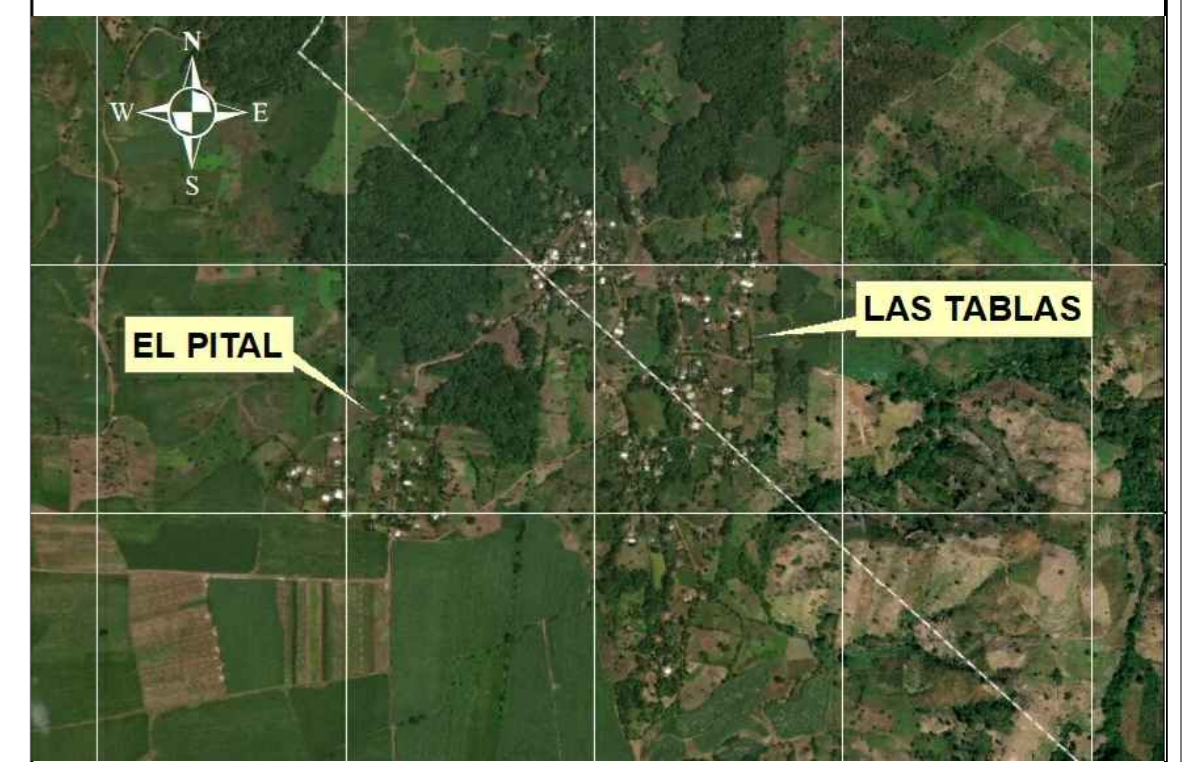
FECHA:  
OCTUBRE 2021  
ESCALA:  
H: 1:500  
V: 1:500



ESTACION (m)	LINEA PIEZOMETRICA	LINEA TERRENO	TUBERIA
0+310	675.00	675.00	675.00
0+320	676.00	676.00	676.00
0+330	677.00	677.00	677.00
0+340	678.00	678.00	678.00
0+350	679.00	679.00	679.00
0+360	680.00	680.00	680.00
0+370	681.00	681.00	681.00
0+380	682.00	682.00	682.00
0+390	683.00	683.00	683.00
0+400	684.00	684.00	684.00
0+410	685.00	685.00	685.00
0+420	686.00	686.00	686.00
0+430	687.00	687.00	687.00
0+440	688.00	688.00	688.00
0+450	689.00	689.00	689.00
0+460	690.00	690.00	690.00
0+470	691.00	691.00	691.00
0+480	692.00	692.00	692.00
0+490	693.00	693.00	693.00
0+500	694.00	694.00	694.00
0+510	695.00	695.00	695.00
0+520	696.00	696.00	696.00
0+530	697.00	697.00	697.00
0+540	698.00	698.00	698.00
0+550	699.00	699.00	699.00
0+560	700.00	700.00	700.00
0+570	701.00	701.00	701.00
0+580	702.00	702.00	702.00
0+590	703.00	703.00	703.00
0+600	704.00	704.00	704.00



ESTACION (m)	LINEA PIEZOMETRICA	LINEA TERRENO	TUBERIA
0+610	680.00	680.00	680.00
0+620	681.00	681.00	681.00
0+630	682.00	682.00	682.00
0+640	683.00	683.00	683.00
0+650	684.00	684.00	684.00
0+660	685.00	685.00	685.00
0+670	686.00	686.00	686.00
0+680	687.00	687.00	687.00
0+690	688.00	688.00	688.00
0+700	689.00	689.00	689.00
0+710	690.00	690.00	690.00
0+720	691.00	691.00	691.00
0+730	692.00	692.00	692.00
0+740	693.00	693.00	693.00
0+750	694.00	694.00	694.00
0+760	695.00	695.00	695.00
0+770	696.00	696.00	696.00
0+780	697.00	697.00	697.00
0+790	698.00	698.00	698.00
0+800	699.00	699.00	699.00
0+810	700.00	700.00	700.00
0+820	701.00	701.00	701.00
0+830	702.00	702.00	702.00
0+840	703.00	703.00	703.00
0+850	704.00	704.00	704.00
0+860	705.00	705.00	705.00
0+870	706.00	706.00	706.00
0+880	707.00	707.00	707.00
0+890	708.00	708.00	708.00
0+900	709.00	709.00	709.00



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA



PROYECTO:  
 "DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CASERIOS EL PITAL Y LAS TABLAS, CANTÓN LA MAGDALENA, MUNICIPIO DE CHALCHUAPA, DEPARTAMENTO DE SANTA ANA, EL SALVADOR"

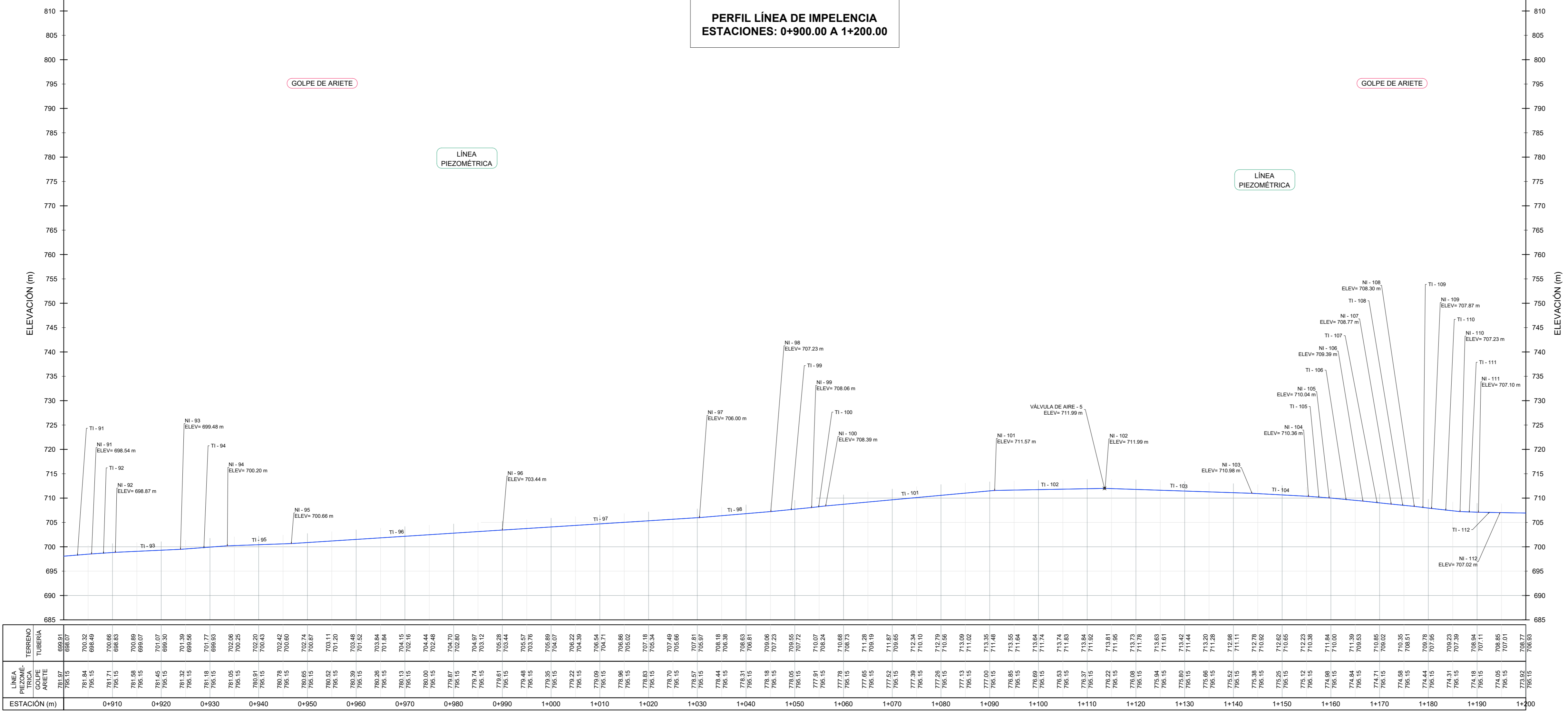
DOCENTE ASESOR:  
 ING. RAÚL ERNESTO MARTÍNEZ BERMÚDEZ

PRESENTA:  
 JAIME LUIS RAMÍREZ ZARCEÑO  
 WALTER ISMAEL ESPINOZA GUARDADO

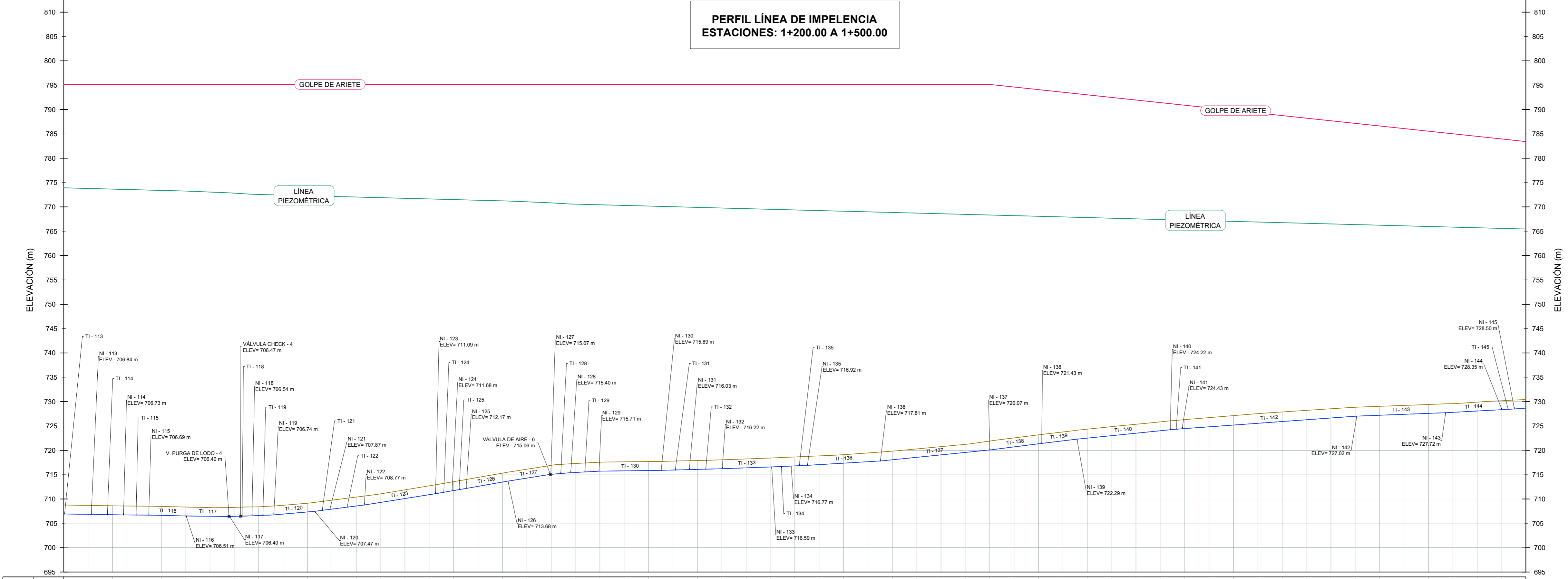
CONTENIDO:  
 PERFIL  
 LÍNEA DE IMPELENCIA  
 EST. 0+300 - EST. 0+900

No. PLANO:  
 2 DE 4  
 PERFIL L.I - 2

FECHA:  
 OCTUBRE 2021  
 ESCALA:  
 H: 1:500  
 V: 1:500



ESTACION (m)	LÍNEA PIEZOMÉTRICA	LÍNEA TERRENO	TUBERÍA
0+900	700.00	700.00	NI-91 ELEV+698.54 m
0+910	700.15	700.15	NI-92 ELEV+698.87 m
0+920	700.30	700.30	NI-93 ELEV+699.48 m
0+930	700.45	700.45	NI-94 ELEV+700.20 m
0+940	700.60	700.60	NI-95 ELEV+700.66 m
0+950	700.75	700.75	NI-96 ELEV+703.44 m
0+960	700.90	700.90	NI-97 ELEV+706.00 m
0+970	701.05	701.05	NI-98 ELEV+707.23 m
0+980	701.20	701.20	NI-99 ELEV+708.06 m
0+990	701.35	701.35	NI-100 ELEV+708.39 m
1+000	701.50	701.50	NI-101 ELEV+711.99 m
1+010	701.65	701.65	NI-102 ELEV+711.99 m
1+020	701.80	701.80	NI-103 ELEV+716.88 m
1+030	701.95	701.95	NI-104 ELEV+715.36 m
1+040	702.10	702.10	NI-105 ELEV+719.54 m
1+050	702.25	702.25	NI-106 ELEV+709.39 m
1+060	702.40	702.40	NI-107 ELEV+708.77 m
1+070	702.55	702.55	NI-108 ELEV+708.39 m
1+080	702.70	702.70	NI-109 ELEV+707.87 m
1+090	702.85	702.85	NI-110 ELEV+707.23 m
1+100	703.00	703.00	NI-111 ELEV+707.10 m
1+110	703.15	703.15	NI-112 ELEV+707.52 m
1+120	703.30	703.30	NI-113 ELEV+708.00 m
1+130	703.45	703.45	NI-114 ELEV+708.44 m
1+140	703.60	703.60	NI-115 ELEV+708.88 m
1+150	703.75	703.75	NI-116 ELEV+709.32 m
1+160	703.90	703.90	NI-117 ELEV+709.76 m
1+170	704.05	704.05	NI-118 ELEV+710.20 m
1+180	704.20	704.20	NI-119 ELEV+710.64 m
1+190	704.35	704.35	NI-120 ELEV+711.08 m
1+200	704.50	704.50	NI-121 ELEV+711.52 m



ESTACION (m)	LÍNEA PIEZOMÉTRICA	LÍNEA TERRENO	TUBERÍA
1+210	704.65	704.65	NI-122 ELEV+711.96 m
1+220	704.80	704.80	NI-123 ELEV+712.39 m
1+230	704.95	704.95	NI-124 ELEV+712.82 m
1+240	705.10	705.10	NI-125 ELEV+713.25 m
1+250	705.25	705.25	NI-126 ELEV+713.68 m
1+260	705.40	705.40	NI-127 ELEV+714.11 m
1+270	705.55	705.55	NI-128 ELEV+714.54 m
1+280	705.70	705.70	NI-129 ELEV+714.97 m
1+290	705.85	705.85	NI-130 ELEV+715.40 m
1+300	706.00	706.00	NI-131 ELEV+715.83 m
1+310	706.15	706.15	NI-132 ELEV+716.26 m
1+320	706.30	706.30	NI-133 ELEV+716.69 m
1+330	706.45	706.45	NI-134 ELEV+717.12 m
1+340	706.60	706.60	NI-135 ELEV+717.55 m
1+350	706.75	706.75	NI-136 ELEV+717.98 m
1+360	706.90	706.90	NI-137 ELEV+718.41 m
1+370	707.05	707.05	NI-138 ELEV+718.84 m
1+380	707.20	707.20	NI-139 ELEV+719.27 m
1+390	707.35	707.35	NI-140 ELEV+719.70 m
1+400	707.50	707.50	NI-141 ELEV+720.13 m
1+410	707.65	707.65	NI-142 ELEV+720.56 m
1+420	707.80	707.80	NI-143 ELEV+720.99 m
1+430	707.95	707.95	NI-144 ELEV+721.42 m
1+440	708.10	708.10	NI-145 ELEV+721.85 m
1+450	708.25	708.25	NI-146 ELEV+722.28 m
1+460	708.40	708.40	NI-147 ELEV+722.71 m
1+470	708.55	708.55	NI-148 ELEV+723.14 m
1+480	708.70	708.70	NI-149 ELEV+723.57 m
1+490	708.85	708.85	NI-150 ELEV+724.00 m
1+500	709.00	709.00	NI-151 ELEV+724.43 m



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



PROYECTO:  
"DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CASERIOS EL PITAL Y LAS TABLAS, CANTÓN LA MAGDALENA, MUNICIPIO DE CHALCHUAPA, DEPARTAMENTO DE SANTA ANA, EL SALVADOR"

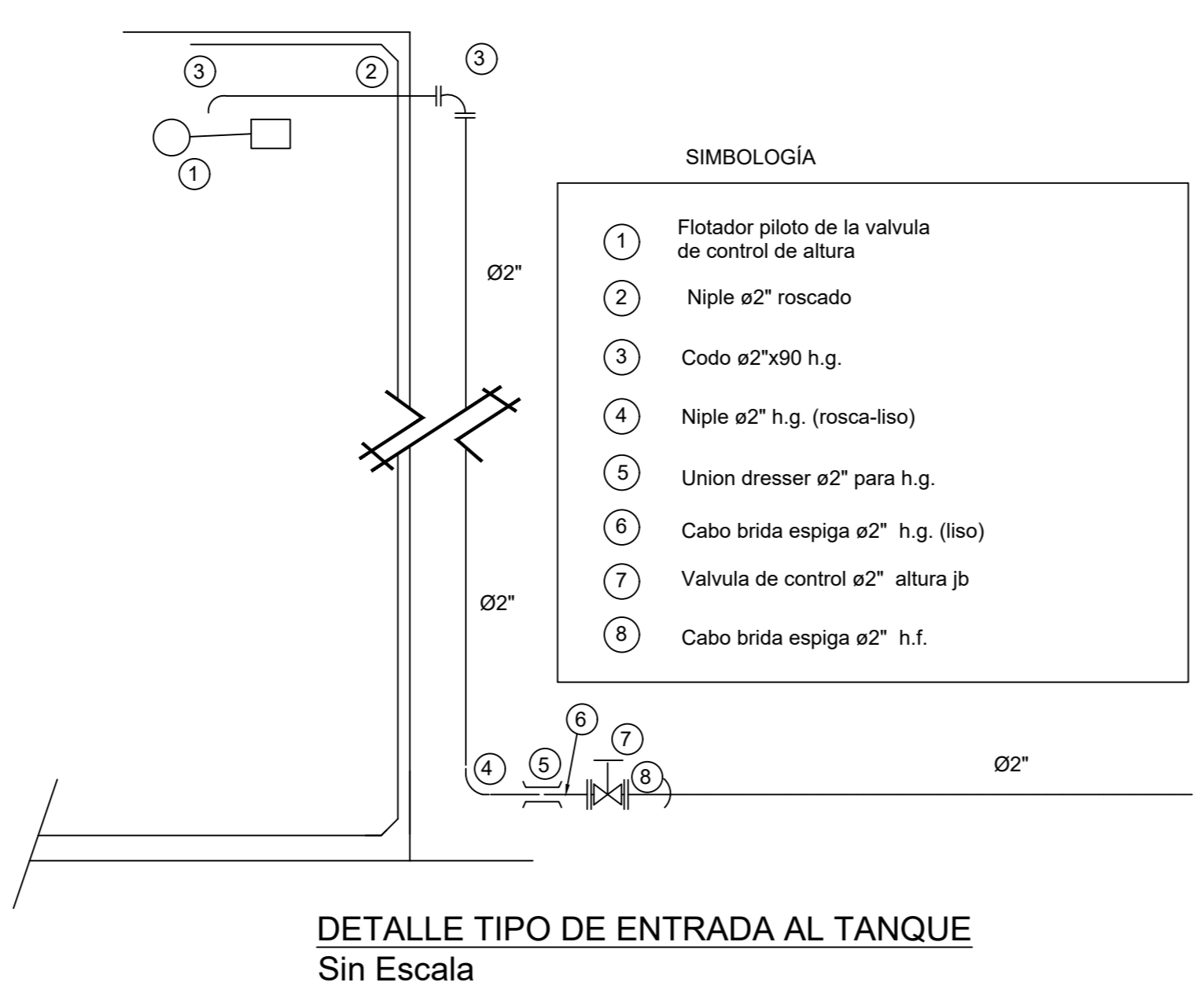
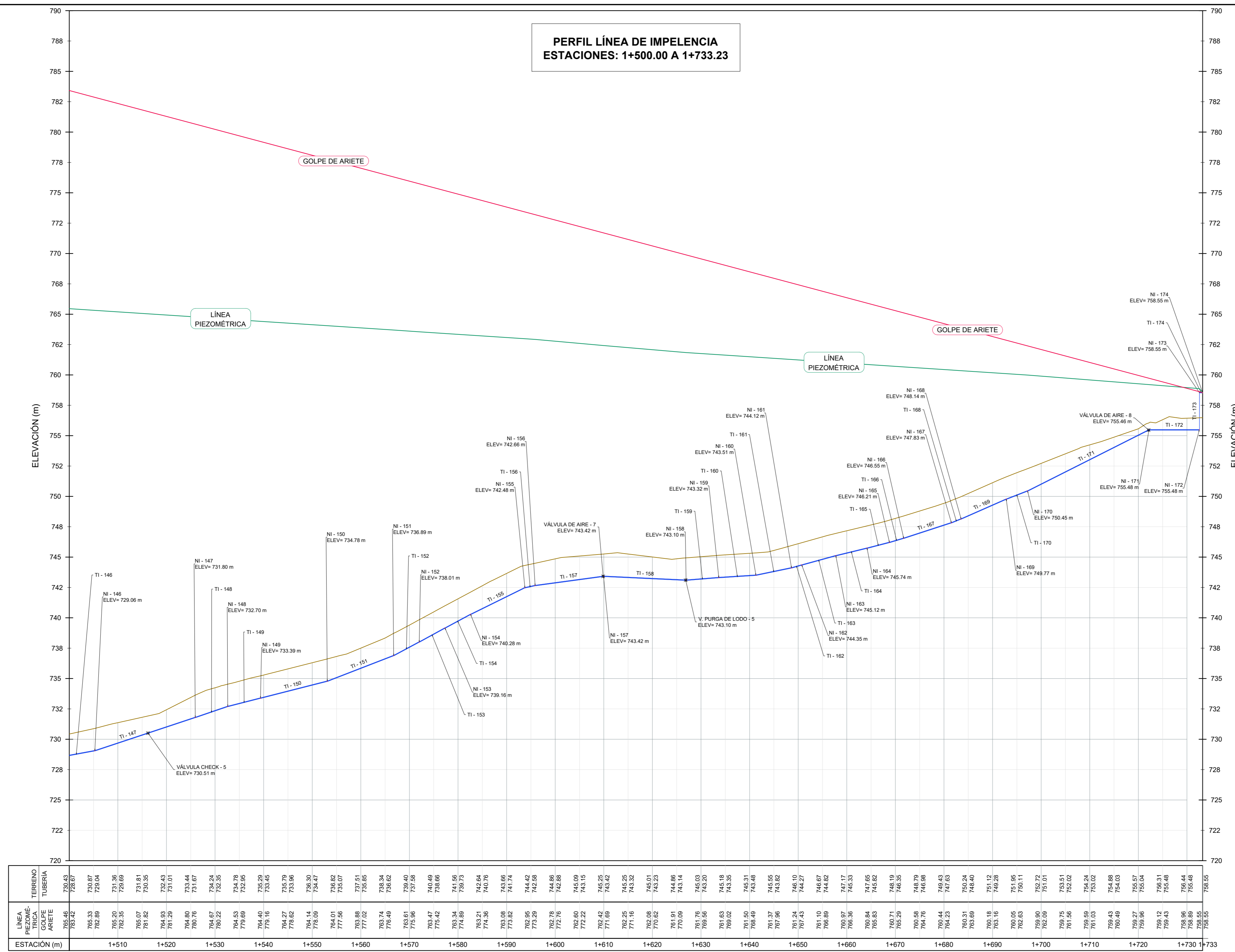
DOCENTE ASesor:  
ING. RAÚL ERNESTO MARTÍNEZ BERMÚDEZ

PRESENTA:  
JAIME LUIS RAMÍREZ ZARCEÑO  
WALTER ISMAEL ESPINOZA GUARDADO

CONTENIDO:  
PERFIL  
LÍNEA DE IMPELENCIA  
EST. 0+900 - EST. 1+200

No. PLANO:  
PERFIL L.I - 3

FECHA: 3 DE OCTUBRE 2021  
ESCALA: H: 1:500  
V: 1:500



- SIMBOLOGÍA
- ① Flotador piloto de la valvula de control de altura
  - ② Niple ø2" roscado
  - ③ Codo ø2"x90 h.g.
  - ④ Niple ø2" h.g. (rosca-liso)
  - ⑤ Union dresser ø2" para h.g.
  - ⑥ Cabo brida espiga ø2" h.g. (liso)
  - ⑦ Valvula de control ø2" altura pb
  - ⑧ Cabo brida espiga ø2" h.f.



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**



PROYECTO:  
 "DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CASERIOS EL PITAL Y LAS TABLAS, CANTÓN LA MAGDALENA, MUNICIPIO DE CHALCHUAPA, DEPARTAMENTO DE SANTA ANA, EL SALVADOR"

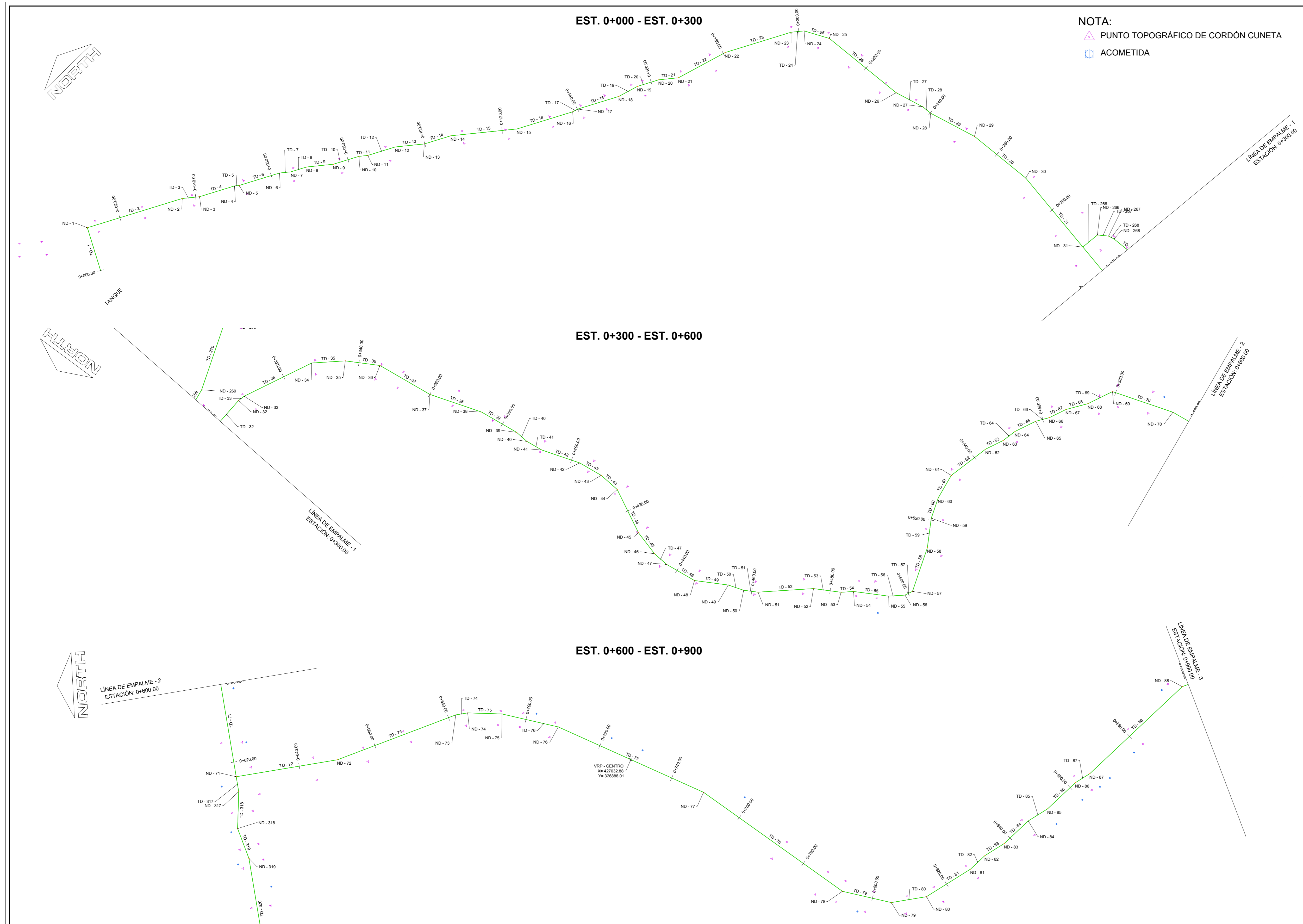
DOCENTE ASESOR:  
**ING. RAÚL ERNESTO MARTÍNEZ BERMÚDEZ**

PRESENTA:  
**JAIME LUIS RAMÍREZ ZARCEÑO**  
**WALTER ISMAEL ESPINOZA GUARDADO**

CONTENIDO:  
 PERFIL LÍNEA DE IMPELENCIA  
 EST. 1+500 - EST. 1+733.23

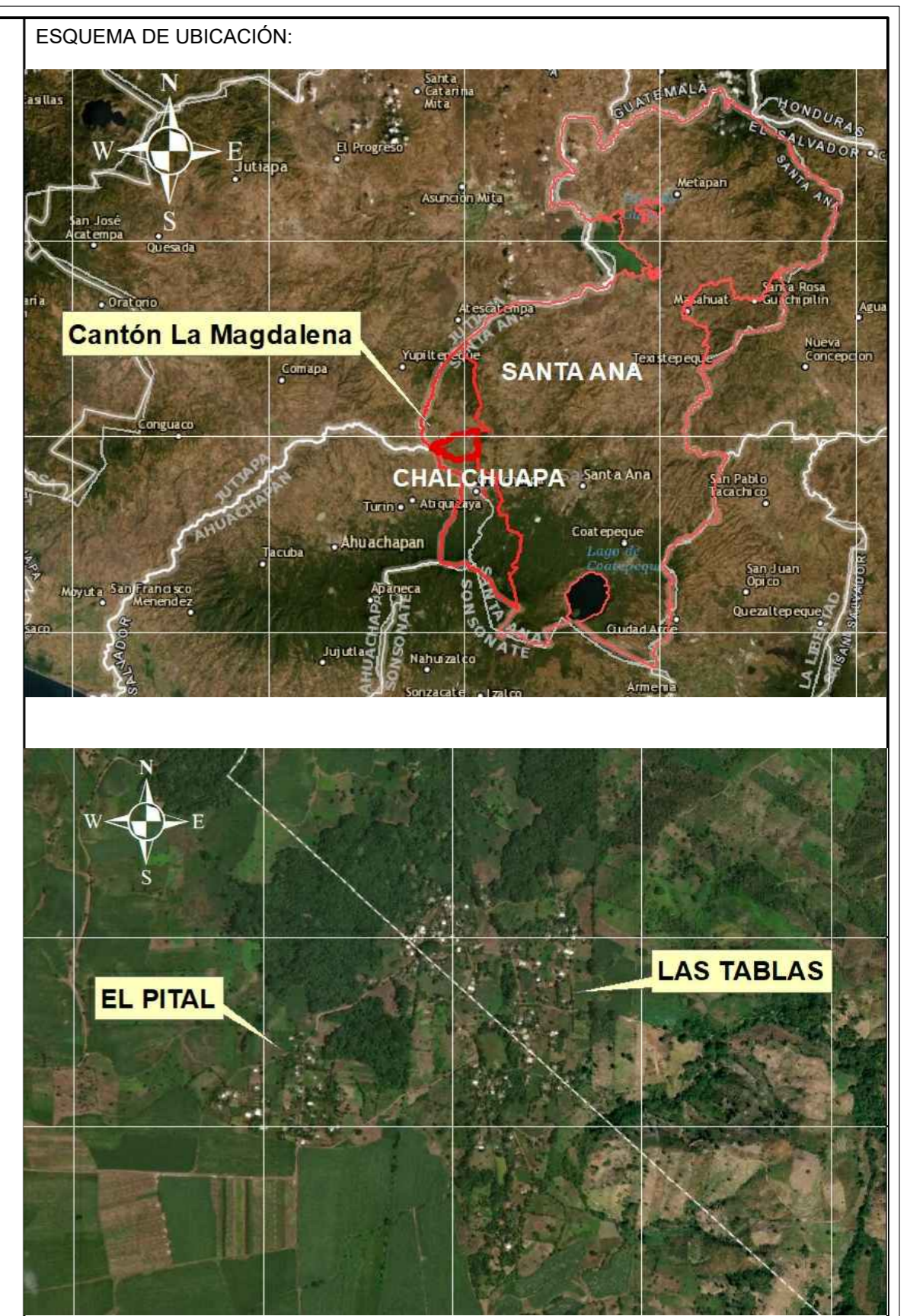
No. PLANO:  
**PERFIL L.I - 4**  
 4 DE 4

FECHA: **OCTUBRE 2021** ESCALA: **H: 1:500**  
**V: 1:200**



NOTA:  
 △ PUNTO TOPOGRÁFICO DE CORDÓN CUNETA  
 ⊕ ACOMETIDA

ETIQUETA	RUMBO
TD-1	N27° 11' 37.97"E
TD-2	S62° 48' 21.79"E
TD-3	S51° 33' 23.72"E
TD-4	S62° 48' 20.30"E
TD-5	S51° 33' 26.48"E
TD-6	S62° 48' 26.16"E
TD-7	S51° 33' 23.80"E
TD-8	S62° 48' 23.40"E
TD-9	S51° 33' 21.84"E
TD-10	S62° 48' 25.81"E
TD-11	S51° 33' 21.18"E
TD-12	S62° 48' 23.33"E
TD-13	S51° 33' 18.70"E
TD-14	S62° 48' 24.73"E
TD-15	S51° 33' 20.27"E
TD-16	S62° 48' 26.29"E
TD-17	S74° 03' 25.73"E
TD-18	S62° 48' 07.94"E
TD-19	S74° 03' 18.10"E
TD-20	S62° 48' 26.03"E
TD-21	S51° 33' 24.28"E
TD-22	S74° 03' 21.34"E
TD-23	S62° 48' 19.48"E
TD-24	S51° 33' 21.89"E
TD-25	S29° 03' 25.23"E
TD-26	S6° 33' 22.19"E
TD-27	S17° 48' 28.32"E
TD-28	S6° 33' 26.05"E
TD-29	S17° 48' 21.59"E
TD-30	S6° 33' 22.19"E
TD-31	S4° 41' 37.53"W
TD-32	S4° 41' 38.63"W
TD-33	S15° 56' 31.76"W
TD-34	S27° 11' 37.69"W
TD-35	S49° 41' 36.04"W
TD-36	S60° 56' 36.91"W
TD-37	S83° 26' 36.44"W
TD-38	S72° 11' 37.56"W
TD-39	S83° 26' 38.32"W
TD-40	N85° 18' 23.58"W
TD-41	S83° 26' 38.74"W
TD-42	S72° 11' 38.82"W
TD-43	S83° 26' 37.45"W
TD-44	N85° 18' 22.19"W
TD-45	N62° 48' 23.98"W
TD-46	N14° 03' 24.15"W
TD-47	N85° 18' 21.78"W
TD-48	S83° 26' 29.09"W
TD-49	S60° 56' 40.32"W
TD-50	S72° 11' 32.97"W
TD-51	S60° 56' 44.14"W
TD-52	S49° 41' 37.70"W
TD-53	S60° 56' 36.63"W
TD-54	S49° 41' 44.36"W
TD-55	S60° 56' 38.92"W
TD-56	S49° 41' 36.10"W
TD-57	S27° 11' 33.66"W
TD-58	S17° 48' 22.12"E
TD-59	S29° 03' 22.66"E
TD-60	S17° 48' 21.04"E
TD-61	S6° 33' 24.61"E
TD-62	S15° 56' 38.13"W
TD-63	S27° 11' 36.48"W
TD-64	S15° 56' 34.84"W
TD-65	S27° 11' 40.65"W
TD-66	S38° 26' 37.73"W
TD-67	S27° 11' 36.40"W
TD-68	S38° 26' 37.73"W
TD-69	S27° 11' 37.26"W
TD-70	S72° 11' 37.49"W
TD-71	S83° 26' 37.14"W
TD-72	S6° 33' 22.27"E
TD-73	S17° 48' 24.97"E
TD-74	S6° 33' 20.33"E
TD-75	S4° 41' 38.89"W
TD-76	S15° 56' 36.42"W
TD-77	S27° 11' 37.64"W
TD-78	S38° 26' 37.22"W
TD-79	S15° 56' 38.17"W
TD-80	S6° 33' 23.75"E
TD-81	S29° 03' 23.14"E
TD-82	S40° 18' 25.08"E
TD-83	S29° 03' 23.55"E
TD-84	S40° 18' 21.66"E
TD-85	S29° 03' 22.86"E
TD-86	S40° 18' 21.61"E
TD-87	S29° 03' 21.31"E
TD-88	S40° 18' 22.63"E



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



PROYECTO:  
 "DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CASERIOS EL PITAL Y LAS TABLAS, CANTÓN LA MAGDALENA, MUNICIPIO DE CHALCHUAPA, DEPARTAMENTO DE SANTA ANA, EL SALVADOR"

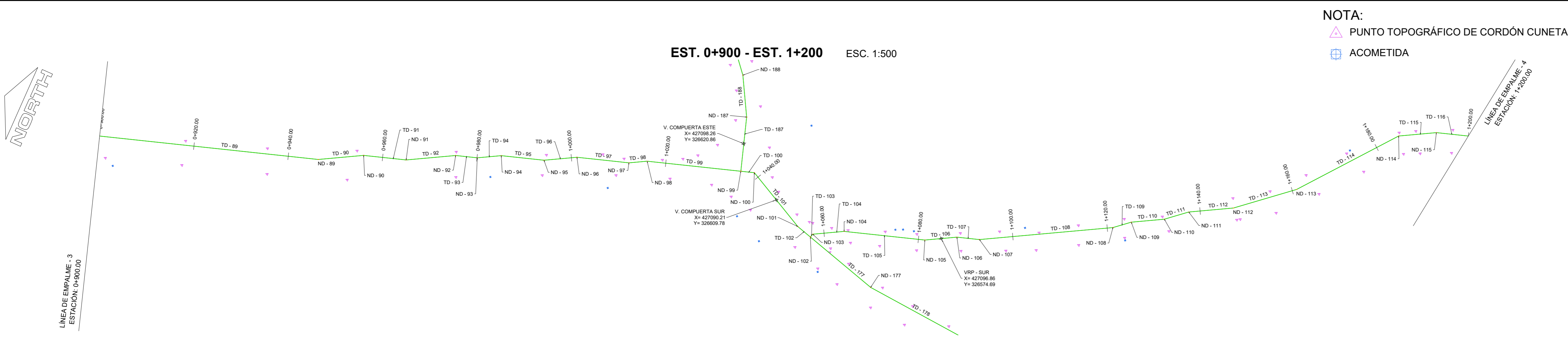
DOCENTE ASesor:  
 ING. RAÚL ERNESTO MARTÍNEZ BERMÚDEZ

PRESENTA:  
 JAIME LUIS RAMÍREZ ZARCEÑO  
 WALTER ISMAEL ESPINOZA GUARDADO

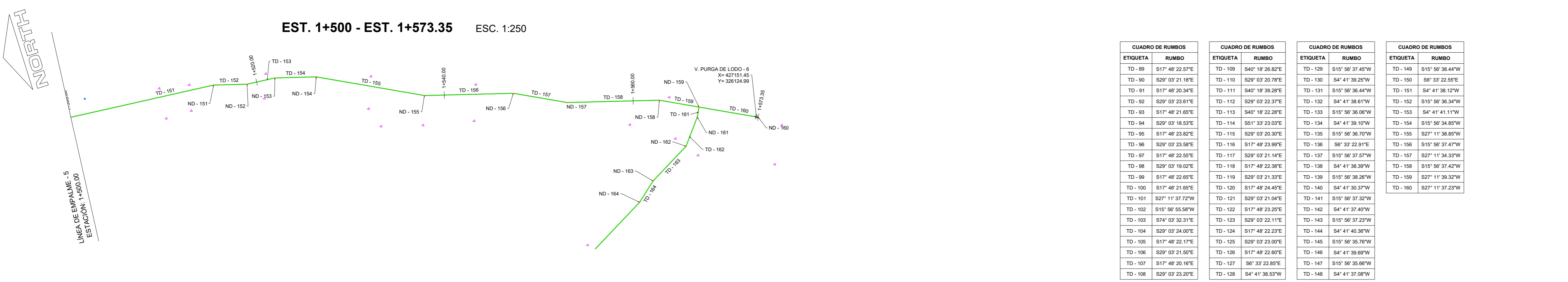
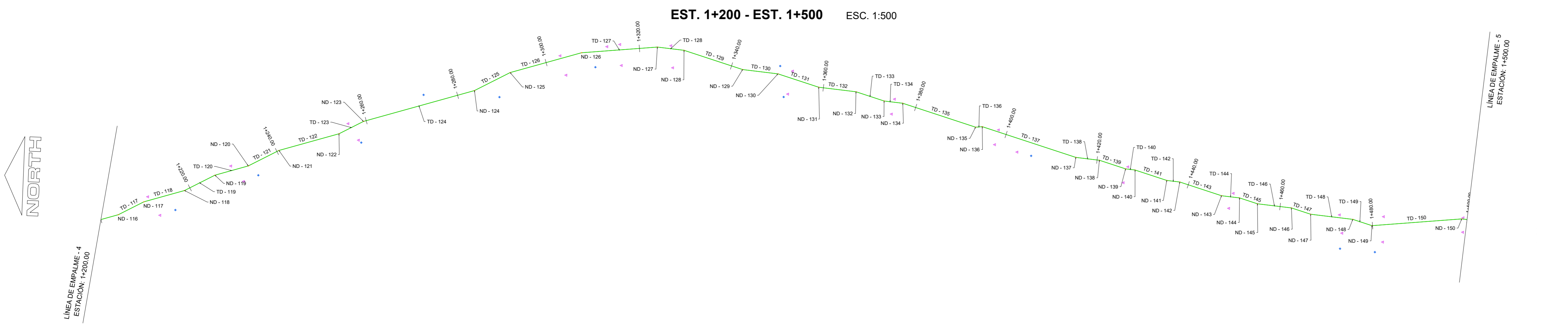
CONTENIDO:  
 PLANTA  
 RED DE DISTRIBUCIÓN RAMAL 1  
 EST. 0+000 - EST. 0+900

No. PLANO:  
 PLANTA R.D - 1  
 1 DE 6  
 FECHA: OCTUBRE 2021 ESCALA: 1:500

CUADRO DE NODOS					CUADRO DE NODOS					CUADRO DE NODOS					CUADRO DE NODOS					CUADRO DE NODOS					CUADRO DE TUBERÍAS					CUADRO DE TUBERÍAS					CUADRO DE TUBERÍAS					CUADRO DE TUBERÍAS					CUADRO DE TUBERÍAS									
NOMBRE	X	Y	TIPO	MATERIAL	NOMBRE	X	Y	TIPO	MATERIAL	NOMBRE	X	Y	TIPO	MATERIAL	NOMBRE	X	Y	TIPO	MATERIAL	NOMBRE	X	Y	TIPO	MATERIAL	NOMBRE	Ø (in)	LONG. 20 (m)	LONG. 30 (m)	PEND. %	MATERIAL	NOMBRE	Ø (in)	LONG. 20 (m)	LONG. 30 (m)	PEND. %	MATERIAL	NOMBRE	Ø (in)	LONG. 20 (m)	LONG. 30 (m)	PEND. %	MATERIAL	NOMBRE	Ø (in)	LONG. 20 (m)	LONG. 30 (m)	PEND. %	MATERIAL	NOMBRE	Ø (in)	LONG. 20 (m)	LONG. 30 (m)	PEND. %	MATERIAL
ND-1	427077.92	327325.84	90.00° ELBOW	PVC	ND-21	427211.90	327248.01	22.50° ELBOW	PVC	ND-41	427184.63	327094.89	11.25° ELBOW	PVC	ND-61	427097.54	327038.04	22.50° ELBOW	PVC	ND-81	427003.67	326903.31	11.25° ELBOW	PVC	TD-1	2	11.34	11.34	0.00%	PVC 160PSI	TD-21	2	4.99	5.12	22.40%	PVC 160PSI	TD-41	2	4.32	4.33	4.35%	PVC 160PSI	TD-61	2	6.56	6.56	-1.03%	PVC 160PSI	TD-81	2	13.17	13.18	4.55%	PVC 160PSI
ND-2	427100.33	327314.12	11.25° ELBOW	PVC	ND-22	427246.96	327244.31	11.25° ELBOW	PVC	ND-42	427175.12	327091.77	11.25° ELBOW	PVC	ND-62	427094.52	327027.46	11.25° ELBOW	PVC	ND-82	427003.80	326909.51	11.25° ELBOW	PVC	TD-2	2	25.14	25.59	18.97%	PVC 160PSI	TD-22	2	13.42	13.59	15.81%	PVC 160PSI	TD-42	2	10.15	10.13	3.55%	PVC 160PSI	TD-62	2	10.95	10.96	-2.34%	PVC 160PSI	TD-82	2	4.93	4.94	7.67%	PVC 160PSI
ND-3	427103.78	327311.37	11.25° ELBOW	PVC	ND-23	427240.43	327236.30	11.25° ELBOW	PVC	ND-43	427168.88	327091.06	11.25° ELBOW	PVC	ND-63	427092.26	327023.06	11.25° ELBOW	PVC	ND-83	427006.72	326904.43	11.25° ELBOW	PVC	TD-3	2	4.37	4.43	16.51%	PVC 160PSI	TD-23	2	17.46	17.54	9.44%	PVC 160PSI	TD-43	2	6.22	6.22	2.95%	PVC 160PSI	TD-63	2	4.89	4.89	-1.80%	PVC 160PSI	TD-83	2	5.76	5.78	7.19%	PVC 160PSI
ND-4	427112.25	327307.13	11.25° ELBOW	PVC	ND-24	427242.04	327234.23	22.50° ELBOW	PVC	ND-44	427163.50	327091.50	22.50° ELBOW	PVC	ND-64	427091.22	327019.42	11.25° ELBOW	PVC	ND-84	427012.13	326878.05	11.25° ELBOW	PVC	TD-4	2	9.24	9.37	8.80%	PVC 160PSI	TD-24	2	3.28	3.29	8.80%	PVC 160PSI	TD-44	2	5.36	5.36	2.07%	PVC 160PSI	TD-64	2	3.74	3.74	-4.62%	PVC 160PSI	TD-84	2	8.31	8.34	7.20%	PVC 160PSI
ND-5	427112.99	327306.38	11.25° ELBOW	PVC	ND-25	427246.29	327228.37	22.50° ELBOW	PVC	ND-45	427152.58	327097.11	11.25° ELBOW	PVC	ND-65	427088.54	327014.20	11.25° ELBOW	PVC	ND-85	427014.93	326872.99	11.25° ELBOW	PVC	TD-5	2	1.15	1.16	18.06%	PVC 160PSI	TD-25	2	6.65	6.70	11.63%	PVC 160PSI	TD-45	2	12.22	12.22	1.79%	PVC 160PSI	TD-65	2	5.82	5.84	-7.99%	PVC 160PSI	TD-85	2	5.73	5.74	4.81%	PVC 160PSI
ND-6	427122.54	327301.47	11.25° ELBOW	PVC	ND-26	427248.78	327206.68	11.25° ELBOW	PVC	ND-46	427146.10	327098.96	11.25° ELBOW	PVC	ND-66	427086.31	327011.39	11.25° ELBOW	PVC	ND-86	427021.22	326875.59	11.25° ELBOW	PVC	TD-6	2	10.89	10.77	12.12%	PVC 160PSI	TD-26	2	21.78	21.98	13.33%	PVC 160PSI	TD-46	2	6.68	6.69	4.41%	PVC 160PSI	TD-66	2	3.54	3.57	-12.16%	PVC 160PSI	TD-86	2	9.66	9.67	5.38%	PVC 160PSI
ND-7	427124.80	327299.68	11.25° ELBOW	PVC	ND-27	427251.13	327199.38	11.25° ELBOW	PVC	ND-47	427142.06	327099.29	11.25° ELBOW	PVC	ND-67	427084.17	327007.23	11.25° ELBOW	PVC	ND-87	427023.31	326871.81	11.25° ELBOW	PVC	TD-7	2	2.83	2.86	13.52%	PVC 160PSI	TD-27	2	7.62	7.64	6.79%	PVC 160PSI	TD-47	2	4.01	4.02	7.61%	PVC 160PSI	TD-67	2	4.62	4.65	-9.93%	PVC 160PSI	TD-87	2	4.27	4.27	4.58%	PVC 160PSI
ND-8	427128.51	327297.77	11.25° ELBOW	PVC	ND-28	427255.28	327198.80	11.25° ELBOW	PVC	ND-48	427133.94	327098.36	22.50° ELBOW	PVC	ND-68	427080.56	327002.68	11.25° ELBOW	PVC	ND-88	427023.93	326873.71	11.25° ELBOW	PVC	TD-8	2	4.12	4.14	8.84%	PVC 160PSI	TD-28	2	2.55	2.55	7.20%	PVC 160PSI	TD-48	2	8.12	8.21	15.01%	PVC 160PSI	TD-68	2	5.78	5.79	-11.36%	PVC 160PSI	TD-88	2	4.27	4.27	4.58%	PVC 160PSI
ND-9	427133.85	327293.54	11.25° ELBOW	PVC	ND-29	427255.28	327184.81	11.25° ELBOW	PVC	ND-49	427126.36	327094.15	11.25° ELBOW	PVC	ND-69	427077.39	326996.52	45.00° ELBOW	PVC	ND-89	427024.16	326874.24	22.50° ELBOW	PVC	TD-9	2	6.76	6.80	11.00%	PVC 160PSI	TD-29	2	12.54	12.56	4.83%	PVC 160PSI	TD-49	2	8.62	8.75	17.63%	PVC 160PSI	TD-69	2	6.87	6.90	-9.45%	PVC 160PSI	TD-89	2	4.27	4.27	4.58%	PVC 160PSI
ND-10	427139.91	327290.43	11.25° ELBOW	PVC	ND-30	427257.19	327188.19	11.25° ELBOW	PVC	ND-50	427122.44	327092.89	11.25° ELBOW	PVC	ND-70	427061.95	326991.56	11.25° ELBOW	PVC	ND-90	427024.16	326874.24	22.50° ELBOW	PVC	TD-10	2	6.76	6.80	10.86%	PVC 160PSI	TD-30	2	16.68	16.69	4.03%	PVC 160PSI	TD-50	2	4.07	4.13	16.80%	PVC 160PSI	TD-70	2	16.16	16.19	-6.41%	PVC 160PSI	TD-90	2	4.27	4.27	4.58%	PVC 160PSI
ND-11	427141.61	327285.68	11.25° ELBOW	PVC	ND-31	427255.33	327145.51	??° TEE	PVC	ND-51	427119.24	327091.11	11.25° ELBOW	PVC	ND-71	427033.73	326988.31	??° TEE	PVC	ND-91	427024.16	326874.24	22.50° ELBOW	PVC	TD-11	2	2.20	2.21	12.02%	PVC 160PSI	TD-31	2	22.68	22.73	6.63%	PVC 160PSI	TD-51	2	3.81	3.87	17.24%	PVC 160PSI	TD-71	2	28.33	28.35	-3.48%	PVC 160PSI	TD-91	2	4.27	4.27	4.58%	PVC 160PSI
ND-12	427148.18	327285.68	11.25° ELBOW	PVC	ND-32	427253.62	327129.02	11.25° ELBOW	PVC	ND-52	427102.27	327078.53	11.25° ELBOW	PVC	ND-72	427048.53	326983.82	11.25° ELBOW	PVC	ND-92	427024.16	326874.24	22.50° ELBOW	PVC	TD-12	2	7.27	7.29	7.67%	PVC 160PSI	TD-32	2	14.75	14.80	8.07%	PVC 160PSI	TD-52	2	14.08	14.25	15.69%	PVC 160PSI	TD-72	2	25.99	25.99	2.13%	PVC 160PSI	TD-92	2	4.27	4.27	4.58%	PVC 160PSI
ND-13	427153.97	327281.09	11.25° ELBOW	PVC	ND-33	427253.62	327112.02	22.50° ELBOW	PVC	ND-53	427099.85	327076.48	11.25° ELBOW	PVC	ND-73	427048.53	326982.79	11.25° ELBOW	PVC	ND-93	427024.16	326874.24	22.50° ELBOW	PVC	TD-13	2	7.35	7.35	3.68%	PVC 160PSI	TD-33	2	1.72	1.73	9.58%	PVC 160PSI	TD-53	2	7.03	7.09	13.12%	PVC 160PSI	TD-73	2	32.09	32.24	9.71%	PVC 160PSI	TD-93	2	4.27	4.27	4.58%	PVC 160PSI
ND-14	427160.27	327277.85	11.25° ELBOW	PVC	ND-34	427244.89	327106.49	11.25° ELBOW	PVC	ND-54	427099.85	327076.48	11.25° ELBOW	PVC	ND-74	427048.53	326982.79	11.25° ELBOW	PVC	ND-94	427024.16	326874.24	22.50° ELBOW	PVC	TD-14	2	7.03	7.03	2.34%	PVC 160PSI	TD-34	2	19.06	19.15	9.83%	PVC 160PSI	TD-54	2	3.12	3.14	12.89%	PVC 160PSI	TD-74	2	3.									



NOTA:  
 ▲ PUNTO TOPOGRÁFICO DE CORDÓN CUNETTA  
 □ ACOMETIDA



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



PROYECTO:  
 "DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CASERIOS EL PITAL Y LAS TABLAS, CANTÓN LA MAGDALENA, MUNICIPIO DE CHALCHUAPA, DEPARTAMENTO DE SANTA ANA, EL SALVADOR"

DOCENTE ASesor:  
 ING. RAÚL ERNESTO MARTÍNEZ BERMÚDEZ

PRESENTA:  
 JAIME LUIS RAMÍREZ ZARCEÑO  
 WALTER ISMAEL ESPINOZA GUARDADO

CONTENIDO:  
 PLANTA  
 RED DE DISTRIBUCIÓN RAMAL 1  
 EST. 0+900 - EST. 1+573.35

No. PLANO:  
 PLANTA R.D - 2

2 DE 6

FECHA:  
 OCTUBRE 2021

ESCALA:  
 INDICADA

CUADRO DE TUBERÍAS				
NOMBRE	Ø (m)	LONG. 2D (m)	LONG. 3D (m)	MATERIAL
TD-89	2	47.94	48.08	7.86% PVC 160PSI
TD-90	2	9.56	9.58	7.00% PVC 160PSI
TD-91	2	8.97	8.97	2.97% PVC 160PSI
TD-92	2	10.44	10.44	2.87% PVC 160PSI
TD-93	2	4.53	4.53	0.44% PVC 160PSI
TD-94	2	5.02	5.02	0.47% PVC 160PSI
TD-95	2	9.51	9.01	0.44% PVC 160PSI
TD-96	2	6.53	6.53	0.54% PVC 160PSI
TD-97	2	10.98	10.98	1.58% PVC 160PSI
TD-98	2	3.50	3.50	3.27% PVC 160PSI
TD-99	2	19.80	19.80	1.05% PVC 160PSI
TD-100	2	2.78	2.79	9.01% PVC 160PSI
TD-101	2	14.52	14.52	2.48% PVC 160PSI
TD-102	2	3.38	3.38	2.20% PVC 160PSI
TD-103	2	0.99	0.99	6.51% PVC 160PSI
TD-104	2	6.58	6.59	5.39% PVC 160PSI
TD-105	2	17.07	17.13	8.70% PVC 160PSI
TD-106	2	6.74	6.78	10.91% PVC 160PSI
TD-107	2	4.72	4.77	14.85% PVC 160PSI
TD-108	2	28.23	28.39	10.69% PVC 160PSI

CUADRO DE TUBERÍAS				
NOMBRE	Ø (m)	LONG. 2D (m)	LONG. 3D (m)	MATERIAL
TD-109	2	3.97	3.98	6.34% PVC 160PSI
TD-110	2	6.94	6.96	7.13% PVC 160PSI
TD-111	2	5.32	5.32	-1.85% PVC 160PSI
TD-112	2	9.42	9.42	-1.02% PVC 160PSI
TD-113	2	13.83	13.84	-2.19% PVC 160PSI
TD-114	2	24.23	24.23	-1.46% PVC 160PSI
TD-115	2	7.94	7.95	2.15% PVC 160PSI
TD-116	2	10.53	10.54	3.39% PVC 160PSI
TD-117	2	5.89	5.89	3.38% PVC 160PSI
TD-118	2	8.84	8.84	1.20% PVC 160PSI
TD-119	2	7.14	7.14	1.87% PVC 160PSI
TD-120	2	7.26	7.26	1.88% PVC 160PSI
TD-121	2	7.19	7.19	1.11% PVC 160PSI
TD-122	2	13.10	13.10	1.48% PVC 160PSI
TD-123	2	5.74	5.74	1.17% PVC 160PSI
TD-124	2	24.24	24.24	0.90% PVC 160PSI
TD-125	2	8.37	8.37	1.16% PVC 160PSI
TD-126	2	15.56	15.56	0.28% PVC 160PSI
TD-127	2	16.01	16.01	0.79% PVC 160PSI
TD-128	2	5.61	5.61	3.13% PVC 160PSI

CUADRO DE TUBERÍAS				
NOMBRE	Ø (m)	LONG. 2D (m)	LONG. 3D (m)	MATERIAL
TD-129	2	12.96	12.97	4.48% PVC 160PSI
TD-130	2	7.46	7.47	3.97% PVC 160PSI
TD-131	2	8.99	9.00	3.83% PVC 160PSI
TD-132	2	7.87	7.88	3.72% PVC 160PSI
TD-133	2	6.19	6.19	3.43% PVC 160PSI
TD-134	2	3.91	3.92	4.62% PVC 160PSI
TD-135	2	16.11	16.13	4.91% PVC 160PSI
TD-136	2	1.96	1.97	7.56% PVC 160PSI
TD-137	2	20.72	20.75	5.01% PVC 160PSI
TD-138	2	4.95	4.96	5.83% PVC 160PSI
TD-139	2	5.78	5.77	5.74% PVC 160PSI
TD-140	2	1.96	1.96	4.13% PVC 160PSI
TD-141	2	6.99	7.00	3.82% PVC 160PSI
TD-142	2	2.72	2.72	3.76% PVC 160PSI
TD-143	2	8.22	8.22	3.82% PVC 160PSI
TD-144	2	3.77	3.78	4.71% PVC 160PSI
TD-145	2	3.82	3.83	6.05% PVC 160PSI
TD-146	2	7.17	7.19	5.99% PVC 160PSI
TD-147	2	4.21	4.21	5.89% PVC 160PSI
TD-148	2	8.91	8.93	6.48% PVC 160PSI

CUADRO DE NODOS				
NOMBRE	X	Y	TIPO	MATERIAL
ND-89	427058.84	326701.55	11.25° ELBOW	PVC
ND-90	427063.50	326693.15	11.25° ELBOW	PVC
ND-91	427066.26	326684.56	11.25° ELBOW	PVC
ND-92	427071.36	326675.39	11.25° ELBOW	PVC
ND-93	427072.76	326671.03	11.25° ELBOW	PVC
ND-94	427075.22	326666.59	11.25° ELBOW	PVC
ND-95	427077.99	326667.97	11.25° ELBOW	PVC
ND-96	427081.38	326661.87	11.25° ELBOW	PVC
ND-97	427084.75	326661.36	11.25° ELBOW	PVC
ND-98	427086.62	326663.00	11.25° ELBOW	PVC
ND-99	427092.70	326661.07	??? TEE	PVC
ND-100	427093.58	326616.34	45.00° ELBOW	PVC
ND-101	427098.92	326663.37	11.25° ELBOW	PVC
ND-102	427095.97	326660.05	??? TEE	PVC
ND-103	427098.71	326599.83	45.00° ELBOW	PVC
ND-104	427098.94	326594.03	11.25° ELBOW	PVC
ND-105	427095.17	326577.73	11.25° ELBOW	PVC
ND-106	427098.47	326571.79	11.25° ELBOW	PVC
ND-107	427098.93	326567.25	11.25° ELBOW	PVC
ND-108	427113.66	326542.53	11.25° ELBOW	PVC

CUADRO DE NODOS				
NOMBRE	X	Y	TIPO	MATERIAL
ND-109	427116.27	326536.46	11.25° ELBOW	PVC
ND-110	427119.66	326533.15	11.25° ELBOW	PVC
ND-111	427123.14	326529.25	11.25° ELBOW	PVC
ND-112	427127.74	326525.97	11.25° ELBOW	PVC
ND-113	427136.72	326510.38	11.25° ELBOW	PVC
ND-114	427155.74	326495.28	22.50° ELBOW	PVC
ND-115	427159.62	326488.30	11.25° ELBOW	PVC
ND-116	427162.86	326478.22	11.25° ELBOW	PVC
ND-117	427165.79	326473.95	11.25° ELBOW	PVC
ND-118	427168.51	326464.48	11.25° ELBOW	PVC
ND-119	427172.00	326458.19	11.25° ELBOW	PVC
ND-120	427174.23	326451.24	11.25° ELBOW	PVC
ND-121	427177.75	326444.91	11.25° ELBOW	PVC
ND-122	427181.77	326432.39	11.25° ELBOW	PVC
ND-123	427184.88	326427.25	11.25° ELBOW	PVC
ND-124	427192.01	326421.91	11.25° ELBOW	PVC
ND-125	427196.10	326416.54	11.25° ELBOW	PVC
ND-126	427200.87	326411.19	11.25° ELBOW	PVC
ND-127	427202.71	326406.02	11.25° ELBOW	PVC
ND-128	427202.24	326400.38	11.25° ELBOW	PVC

CUADRO DE NODOS				
NOMBRE	X	Y	TIPO	MATERIAL
ND-129	427188.67	326347.87	11.25° ELBOW	PVC
ND-130	427188.06	326340.38	11.25° ELBOW	PVC
ND-131	427185.57	326331.69	11.25° ELBOW	PVC
ND-132	427184.92	326323.80	11.25° ELBOW	PVC
ND-133	427183.21	326317.80	11.25° ELBOW	PVC
ND-134	427182.89	326313.85	11.25° ELBOW	PVC
ND-135	427188.45	326298.31	22.50° ELBOW	PVC
ND-136	427188.61	326296.90	22.50° ELBOW	PVC
ND-137	427182.90	326278.90	11.25° ELBOW	PVC
ND-138	427182.49	326271.94	11.25° ELBOW	PVC
ND-139	427180.89	326266.35	11.25° ELBOW	PVC
ND-140	427180.73	326264.34	11.25° ELBOW	PVC
ND-141	427178.80	326257.57	11.25° ELBOW	PVC
ND-142	427176.97	326254.82	11.25° ELBOW	PVC
ND-143	427176.92	326248.91	11.25° ELBOW	PVC
ND-144	427175.71	326243.10	11.25° ELBOW	PVC
ND-145	427166.10	326238.29	11.25° ELBOW	PVC
ND-146	427174.03	326231.98	11.25° ELBOW	PVC
ND-147	427169.83	326228.99	11.25° ELBOW	PVC
ND-148	427172.13	326218.09	11.25° ELBOW	PVC

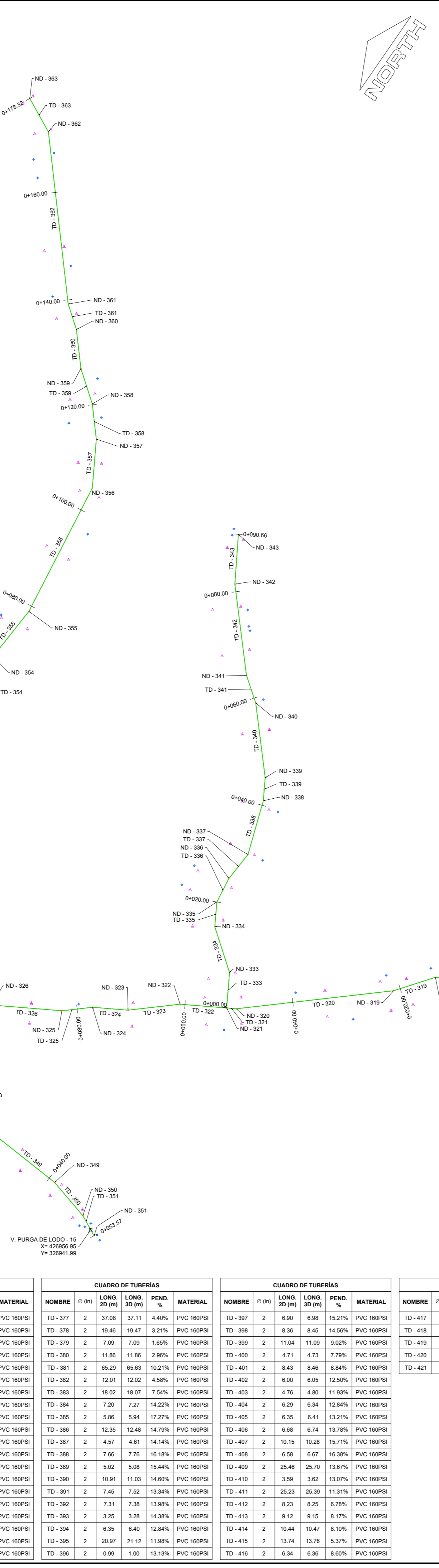






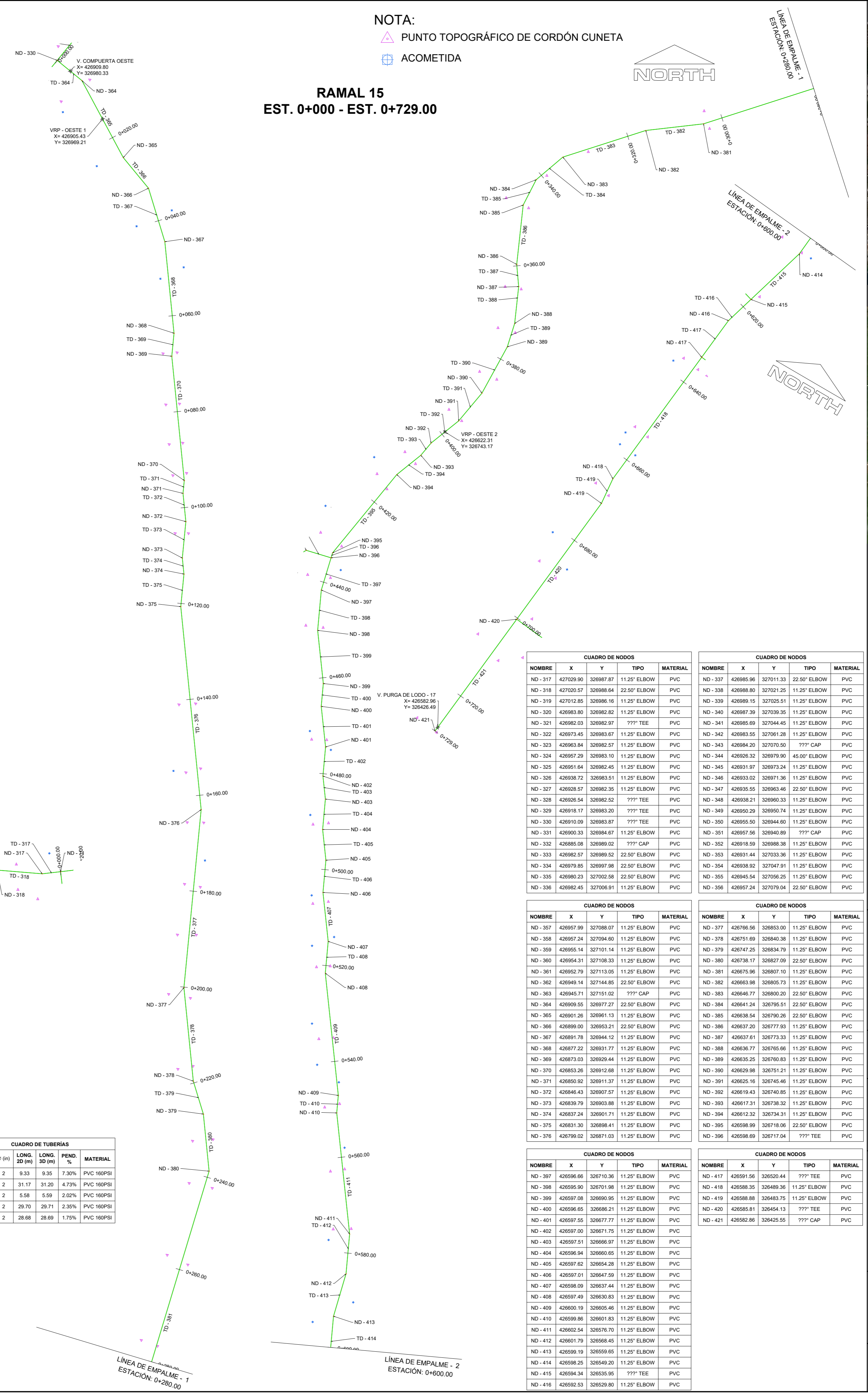
ETIQUETA	RUMBO	ETIQUETA	RUMBO
TD-317	S83° 26' 37.05"W	TD-392	S51° 12' 30.19"W
TD-318	N85° 18' 21.17"W	TD-393	S39° 57' 46.34"W
TD-319	S72° 11' 36.29"W	TD-394	S51° 12' 40.65"W
TD-320	S83° 26' 37.44"W	TD-395	S39° 20' 38.51"W
TD-321	N85° 18' 25.98"W	TD-396	S16° 50' 45.90"W
TD-322	N85° 18' 22.64"W	TD-397	S16° 50' 29.18"W
TD-323	S83° 26' 38.41"W	TD-398	S5° 10' 46.41"W
TD-324	N85° 18' 24.02"W	TD-399	S6° 04' 30.71"E
TD-325	S83° 26' 37.89"W	TD-400	S5° 10' 31.79"W
TD-326	N85° 18' 22.82"W	TD-401	S6° 04' 27.28"E
TD-327	S83° 26' 37.70"W	TD-402	S5° 10' 34.83"W
TD-328	N85° 18' 25.12"W	TD-403	S6° 04' 25.19"E
TD-329	N85° 18' 19.63"W	TD-404	S5° 10' 30.51"W
TD-330	N85° 18' 19.39"W	TD-405	S6° 04' 26.60"E
TD-331	N85° 18' 22.04"W	TD-406	S5° 10' 30.87"W
TD-332	N74° 03' 22.14"W	TD-407	S6° 04' 27.11"E
TD-333	N4° 41' 36.31"E	TD-408	S5° 10' 29.68"W
TD-334	N17° 48' 23.08"W	TD-409	S6° 04' 27.83"E
TD-335	N4° 41' 36.69"E	TD-410	S5° 10' 35.00"W
TD-336	N27° 11' 38.44"E	TD-411	S6° 04' 27.68"E
TD-337	N38° 20' 39.27"E	TD-412	S5° 10' 34.74"W
TD-338	N15° 56' 37.29"E	TD-413	S16° 25' 31.40"W
TD-339	N4° 41' 36.61"E	TD-414	S5° 10' 32.96"W
TD-340	N6° 13' 41.77"W	TD-415	S16° 25' 31.58"W
TD-341	N18° 28' 56.24"W	TD-416	S16° 25' 32.47"W
TD-342	N6° 13' 41.70"W	TD-417	S5° 53' 38.93"W
TD-343	N4° 41' 36.58"E	TD-418	S5° 53' 58.06"W
TD-344	S4° 41' 35.17"W	TD-419	S5° 21' 01.30"E
TD-345	S40° 18' 23.54"E	TD-420	S5° 53' 58.79"W
TD-346	S29° 02' 14.30"E	TD-421	S5° 53' 58.27"W
TD-347	S17° 48' 22.88"E		
TD-348	S40° 18' 25.36"E		
TD-349	S51° 33' 22.61"E		
TD-350	S40° 18' 19.41"E		
TD-351	S29° 03' 20.32"E		
TD-352	N4° 41' 45.97"E		
TD-353	N15° 56' 37.09"E		
TD-354	N27° 11' 37.46"E		
TD-355	N38° 20' 36.24"E		
TD-356	N27° 11' 37.83"E		
TD-357	N4° 41' 38.96"E		
TD-358	N6° 33' 22.47"W		
TD-359	N17° 48' 25.21"W		
TD-360	N6° 33' 22.58"W		
TD-361	N17° 48' 24.08"W		
TD-362	N6° 33' 22.57"W		
TD-363	N29° 03' 21.76"W		
TD-364	S4° 41' 38.17"W		
TD-365	S27° 11' 37.41"W		
TD-366	S15° 56' 37.63"W		
TD-367	S38° 20' 36.03"W		
TD-368	S49° 41' 37.14"W		
TD-369	S60° 56' 37.69"W		
TD-370	S49° 41' 36.37"W		
TD-371	S60° 56' 38.49"W		
TD-372	S49° 41' 38.52"W		
TD-373	S60° 56' 36.67"W		
TD-374	S60° 56' 34.40"W		
TD-375	S49° 41' 36.58"W		
TD-376	S49° 41' 36.58"W		
TD-377	S60° 56' 37.81"W		
TD-378	S49° 41' 37.28"W		
TD-379	S38° 20' 35.89"W		
TD-380	S41° 41' 37.51"W		
TD-381	S72° 11' 37.44"W		
TD-382	S83° 26' 40.21"W		
TD-383	S72° 11' 37.23"W		
TD-384	S49° 41' 34.62"W		
TD-385	S27° 11' 40.57"W		
TD-386	S6° 12' 43.69"W		
TD-387	S5° 02' 13.48"E		
TD-388	S6° 12' 39.50"W		
TD-389	S17° 27' 39.19"W		
TD-390	S28° 42' 39.76"W		
TD-391	S39° 57' 41.86"W		

**RAMAL 11 EST. 0+000 - EST. 0+150.20**  
**RAMAL 12 EST. 0+000 - EST. 0+090.66**  
**RAMAL 13 EST. 0+000 - EST. 0+053.57**  
**RAMAL 14 EST. 0+000 - EST. 0+178.32**



**NOTA:**  
 ▲ PUNTO TOPOGRÁFICO DE CORDÓN CUNETA  
 ⊕ ACOMETIDA

**RAMAL 15**  
**EST. 0+000 - EST. 0+729.00**



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**



PROYECTO:  
**"DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CASERIOS EL PITAL Y LAS TABLAS, CANTÓN LA MAGDALENA, MUNICIPIO DE CHALCHUAPA, DEPARTAMENTO DE SANTA ANA, EL SALVADOR"**

DOCENTE ASesor:  
**ING. RAÚL ERNESTO MARTÍNEZ BERMÚDEZ**

PRESENTA:  
**JAIME LUIS RAMÍREZ ZARCEÑO**  
**WALTER ISMAEL ESPINOZA GUARDADO**

CONTENIDO:  
 PLANTA RED DE DISTRIBUCIÓN RAMAL 11  
 PLANTA RED DE DISTRIBUCIÓN RAMAL 12  
 PLANTA RED DE DISTRIBUCIÓN RAMAL 13  
 PLANTA RED DE DISTRIBUCIÓN RAMAL 14  
 PLANTA RED DE DISTRIBUCIÓN RAMAL 15

No. PLANO:  
**PLANTA R.D - 5**

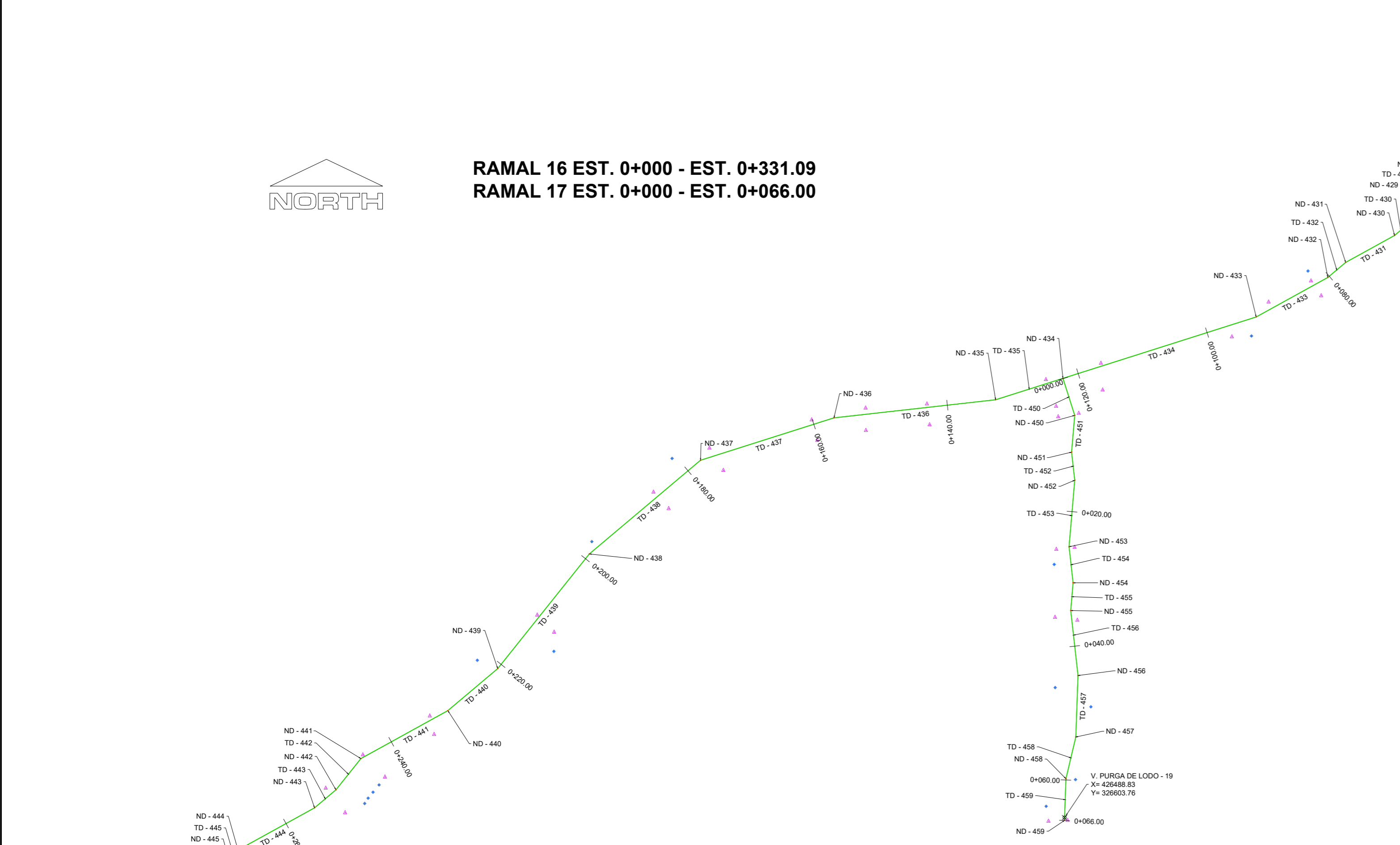
5 DE 6

FECHA: **OCTUBRE 2021** ESCALA: **1:500**

NOMBRE	σ (m)	LONG. 2D (m)	LONG. 3D (m)	PEND. %	MATERIAL
TD-317	2	3.77	3.77	-1.05%	PVC 160PSI
TD-318	2	8.32	8.32	-3.69%	PVC 160PSI
TD-319	2	8.06	8.06	-0.84%	PVC 160PSI
TD-320	2	28.18	29.19	-1.29%	PVC 160PSI
TD-321	2	1.70	1.70	-1.79%	PVC 160PSI
TD-322	2	8.53	8.53	-1.53%	PVC 160PSI
TD-323	2	9.63	9.63	-1.30%	PVC 160PSI
TD-324	2	6.51	6.51	-1.55%	PVC 160PSI
TD-325	2	5.64	5.64	-2.16%	PVC 160PSI
TD-326	2	12.91	12.91	-1.40%	PVC 160PSI
TD-327	2	10.16	10.17	-2.90%	PVC 160PSI
TD-328	2	1.96	1.97	-3.02%	PVC 160PSI
TD-329	2	8.00	8.00	-1.81%	PVC 160PSI
TD-330	2	8.30	8.30	-0.12%	PVC 160PSI
TD-331	2	9.71	9.72	-3.07%	PVC 160PSI
TD-332	2	15.83	15.84	-2.83%	PVC 160PSI
TD-333	2	6.50	6.50	-2.66%	PVC 160PSI
TD-334	2	8.83	8.84	-4.24%	PVC 160PSI
TD-335	2	4.56	4.57	-5.18%	PVC 160PSI
TD-336	2	4.82	4.82	-3.14%	PVC 160PSI
TD-337	2	5.80	5.80	-4.39%	PVC 160PSI
TD-338	2	10.27	10.28	-4.18%	PVC 160PSI
TD-339	2	4.23	4.23	-5.87%	PVC 160PSI
TD-340	2	13.90	13.92	-5.97%	PVC 160PSI
TD-341	2	5.33	5.33	-4.09%	PVC 160PSI
TD-342	2	16.82	16.83	-3.81%	PVC 160PSI
TD-343	2	9.22	9.23	-5.16%	PVC 160PSI
TD-344	2	2.54	2.54	0.82%	PVC 160PSI
TD-345	2	8.67	8.69	6.34%	PVC 160PSI
TD-346	2	2.10	2.10	5.02%	PVC 160PSI
TD-347	2	8.25	8.26	5.46%	PVC 160PSI
TD-348	2	4.05	4.06	6.15%	PVC 160PSI
TD-349	2	15.38	15.41	6.29%	PVC 160PSI
TD-350	2	6.00	6.00	1.88%	PVC 160PSI
TD-351	2	4.21	4.21	0.57%	PVC 160PSI
TD-352	2	5.12	5.12	-3.52%	PVC 160PSI
TD-353	2	46.73	46.78	-0.01%	PVC 160PSI
TD-354	2	16.31	16.33	-5.41%	PVC 160PSI
TD-355	2	10.59	10.60	-4.32%	PVC 160PSI
TD-356	2	25.57	25.58	-3.48%	PVC 160PSI
TD-357	2	8.02	8.02	2.33%	PVC 160PSI
TD-358	2	6.52	6.52	-4.02%	PVC 160PSI
TD-359	2	6.82	6.84	-1.73%	PVC 160PSI
TD-360	2	7.19	7.21	-8.05%	PVC 160PSI
TD-361	2	4.91	4.93	-9.08%	PVC 160PSI
TD-362	2	31.86	32.05	-7.59%	PVC 160PSI
TD-363	2	7.04	7.11	-14.06%	PVC 160PSI
TD-364	2	6.54	6.56	7.63%	PVC 160PSI
TD-365	2	18.10	18.12	4.71%	PVC 160PSI
TD-366	2	8.18	8.20	5.54%	PVC 160PSI
TD-367	2	11.56	11.58	6.25%	PVC 160PSI
TD-368	2	19.04	19.12	9.00%	PVC 160PSI
TD-369	2	4.75	4.77	8.44%	PVC 160PSI
TD-370	2	25.87	26.08	12.89%	PVC 160PSI
TD-371	2	2.63	2.66	15.18%	PVC 160PSI
TD-372	2	5.84	5.91	12.05%	PVC 160PSI
TD-373	2	7.55	7.63	14.00%	PVC 160PSI
TD-374	2	3.29	3.33	14.00%	PVC 160PSI
TD-375	2	6.74	6.80	13.29%	PVC 160PSI
TD-376	2	42.28	42.45	8.95%	PVC 160PSI
TD-377	2	37.08	37.11	4.40%	PVC 160PSI
TD-378	2	19.46	19.47	3.21%	PVC 160PSI
TD-379	2	7.08	7.09	1.65%	PVC 160PSI
TD-380	2	11.86	11.86	2.96%	PVC 160PSI
TD-381	2	65.29	65.63	10.21%	PVC 160PSI
TD-382	2	12.01	12.02	4.58%	PVC 160PSI
TD-383	2	18.02	18.07	7.54%	PVC 160PSI
TD-384	2	7.20	7.27	14.22%	PVC 160PSI
TD-385	2	5.86	5.94	17.27%	PVC 160PSI
TD-386	2	12.35	12.48	13.78%	PVC 160PSI
TD-387	2	4.57	4.61	14.14%	PVC 160PSI
TD-388	2	7.68	7.76	16.18%	PVC 160PSI
TD-389	2	5.02	5.08	15.44%	PVC 160PSI
TD-390	2	3.59	3.62	13.07%	PVC 160PSI
TD-391	2	7.45	7.52	13.34%	PVC 160PSI
TD-392	2	7.31	7.38	13.08%	PVC 160PSI
TD-393	2	3.25	3.28	14.38%	PVC 160PSI
TD-394	2	6.35	6.40	12.84%	PVC 160PSI
TD-395	2	20.97	21.12	11.98%	PVC 160PSI
TD-396	2	0.99	1.00	13.13%	PVC 160PSI
TD-397	2	6.80	6.88	15.21%	PVC 160PSI
TD-398	2	8.36	8.45	14.56%	PVC 160PSI
TD-399	2	11.04	11.09	9.02%	PVC 160PSI
TD-400	2	4.71	4.73	7.79%	PVC 160PSI
TD-401	2	8.43	8.46	8.84%	PVC 160PSI
TD-402	2	6.00	6.05	12.50%	PVC 160PSI
TD-403	2	4.76	4.80	11.93%	PVC 160PSI
TD-404	2	7.20	7.27	14.22%	PVC 160PSI
TD-405	2	6.35	6.41	13.21%	PVC 160PSI
TD-406	2	6.68	6.74	13.78%	PVC 160PSI
TD-407	2	10.15	10.28	15.71%	PVC 160PSI
TD-408	2	6.58	6.67	16.38%	PVC 160PSI
TD-409	2	25.46	25.70	13.67%	PVC 160PSI
TD-410	2	3.59	3.62	13.07%	PVC 160PSI
TD-411	2	25.23	25.39	13.11%	PVC 160PSI
TD-412	2	8.23	8.25	6.78%	PVC 160PSI
TD-413	2	9.12	9.15	8.17%	PVC 160PSI
TD-414	2	10.44	10.47	8.10%	PVC 160PSI
TD-415	2	13.74	13.76	5.37%	PVC 160PSI
TD-416	2	6.34	6.36	8.60%	PVC 160PSI
TD-397	2	6.80	6.88	15.21%	PVC 160PSI
TD-398	2	8.36	8.45	14.56%	PVC 160PSI
TD-399	2	11.04	11.09	9.02%	PVC 160PSI
TD-400	2	4.71	4.73	7.79%	PVC 160PSI
TD-401	2	8.43	8.46	8.84%	PVC 160PSI
TD-402	2	6.00	6.05	12.50%	PVC 160PSI
TD-403	2	4.76	4.80	11.93%	PVC 160PSI
TD-404	2	7.20	7.27	14.22%	PVC 160PSI
TD-405	2	6.35	6.41	13.21%	PVC 160PSI
TD-406	2	6.68	6.74	13.78%	PVC 160PSI
TD-407	2	10.15	10.28	15.71%	PVC 160PSI
TD-408	2	6.58	6.67	16.38%	PVC 160PSI
TD-409	2	25.46	25.70	13.67%	PVC 160PSI
TD-410	2	3.59			



**RAMAL 16 EST. 0+000 - EST. 0+331.09**  
**RAMAL 17 EST. 0+000 - EST. 0+066.00**



CUADRO DE TUBERÍAS					CUADRO DE TUBERÍAS					CUADRO DE TUBERÍAS					CUADRO DE TUBERÍAS										
NOMBRE	Ø (in)	LONG. 20 (m)	LONG. 30 (m)	PEND. %	MATERIAL	NOMBRE	Ø (in)	LONG. 20 (m)	LONG. 30 (m)	PEND. %	MATERIAL	NOMBRE	Ø (in)	LONG. 20 (m)	LONG. 30 (m)	PEND. %	MATERIAL	NOMBRE	Ø (in)	LONG. 20 (m)	LONG. 30 (m)	PEND. %	MATERIAL		
TD-422	2	5.28	5.29	-0.47%	PVC 160PSI	TD-442	2	6.61	6.61	1.46%	PVC 160PSI	TD-462	2	9.64	9.64	-1.67%	PVC 160PSI	TD-482	2	9.64	9.64	-1.67%	PVC 160PSI		
TD-423	2	15.65	15.65	-0.25%	PVC 160PSI	TD-443	2	4.09	4.10	6.69%	PVC 160PSI	TD-463	2	9.70	9.70	0.44%	PVC 160PSI	TD-483	2	9.71	9.71	-1.64%	PVC 160PSI		
TD-424	2	5.05	5.07	8.63%	PVC 160PSI	TD-444	2	12.88	12.91	6.82%	PVC 160PSI	TD-464	2	8.84	8.84	0.71%	PVC 160PSI	TD-484	2	13.31	13.31	-1.61%	PVC 160PSI		
TD-425	2	11.77	11.80	6.61%	PVC 160PSI	TD-445	2	2.01	2.02	7.47%	PVC 160PSI	TD-465	2	5.63	5.63	-0.00%	PVC 160PSI	TD-485	2	5.17	5.17	-0.96%	PVC 160PSI		
TD-426	2	9.59	9.61	5.59%	PVC 160PSI	TD-446	2	5.38	5.39	7.49%	PVC 160PSI	TD-466	2	6.64	6.64	-1.29%	PVC 160PSI	TD-486	2	12.36	12.36	-1.72%	PVC 160PSI		
TD-427	2	9.47	9.48	5.45%	PVC 160PSI	TD-447	2	15.82	15.86	6.97%	PVC 160PSI	TD-467	2	7.40	7.40	-1.56%	PVC 160PSI	TD-487	2	3.73	3.73	-0.71%	PVC 160PSI		
TD-428	2	4.71	4.71	4.92%	PVC 160PSI	TD-448	2	2.66	2.67	5.53%	PVC 160PSI	TD-468	2	8.72	8.72	0.91%	PVC 160PSI	TD-488	2	7.32	7.33	-2.73%	PVC 160PSI		
TD-429	2	4.28	4.29	6.26%	PVC 160PSI	TD-449	2	36.88	36.93	5.29%	PVC 160PSI	TD-469	2	6.24	6.26	-7.74%	PVC 160PSI	TD-489	2	9.84	9.84	-2.77%	PVC 160PSI		
TD-430	2	2.32	2.33	4.46%	PVC 160PSI	TD-450	2	5.67	5.67	1.63%	PVC 160PSI	TD-470	2	17.59	17.60	-3.30%	PVC 160PSI	TD-490	2	3.93	3.93	-4.22%	PVC 160PSI		
TD-431	2	8.21	8.22	6.26%	PVC 160PSI	TD-451	2	5.41	5.48	16.29%	PVC 160PSI	TD-471	2	13.95	13.95	-3.60%	PVC 160PSI	TD-491	2	40.99	41.06	-5.99%	PVC 160PSI		
TD-432	2	3.40	3.41	6.87%	PVC 160PSI	TD-452	2	4.13	4.17	13.76%	PVC 160PSI	TD-472	2	4.43	4.43	-4.60%	PVC 160PSI								
TD-433	2	12.05	12.09	8.76%	PVC 160PSI	TD-453	2	9.83	9.95	15.68%	PVC 160PSI	TD-473	2	7.05	7.06	-5.24%	PVC 160PSI								
TD-434	2	29.91	30.02	8.32%	PVC 160PSI	TD-454	2	5.32	5.41	19.04%	PVC 160PSI	TD-474	2	3.02	3.02	-3.59%	PVC 160PSI								
TD-435	2	10.37	10.44	11.61%	PVC 160PSI	TD-455	2	4.07	4.14	19.22%	PVC 160PSI	TD-475	2	17.31	17.31	-0.13%	PVC 160PSI								
TD-436	2	24.01	24.20	12.64%	PVC 160PSI	TD-456	2	9.63	9.71	12.70%	PVC 160PSI	TD-476	2	4.08	4.08	-1.02%	PVC 160PSI								
TD-437	2	20.66	21.02	18.57%	PVC 160PSI	TD-457	2	9.05	9.10	10.82%	PVC 160PSI	TD-477	2	8.69	8.69	-0.79%	PVC 160PSI								
TD-438	2	21.46	21.50	6.12%	PVC 160PSI	TD-458	2	6.29	6.31	8.51%	PVC 160PSI	TD-478	2	5.18	5.18	-0.90%	PVC 160PSI								
TD-439	2	21.65	21.70	6.97%	PVC 160PSI	TD-459	2	6.16	6.19	9.51%	PVC 160PSI	TD-479	2	19.53	19.53	-0.85%	PVC 160PSI								
TD-440	2	9.60	9.62	6.76%	PVC 160PSI	TD-460	2	7.89	7.89	3.10%	PVC 160PSI	TD-480	2	3.28	3.28	-1.26%	PVC 160PSI								
TD-441	2	14.64	14.67	6.98%	PVC 160PSI	TD-461	2	42.31	42.33	2.81%	PVC 160PSI	TD-481	2	15.08	15.08	-1.16%	PVC 160PSI								

NOTA:  
 ▲ PUNTO TOPOGRÁFICO DE CORDÓN CUNETETA  
 ⊕ ACOMETIDA



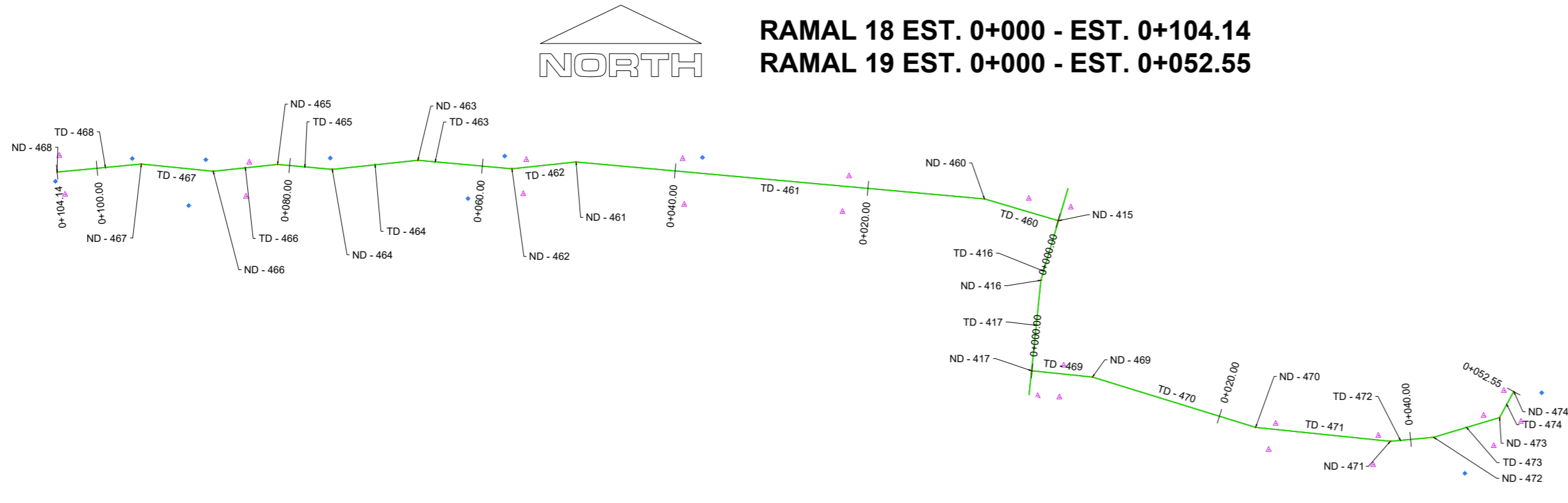
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



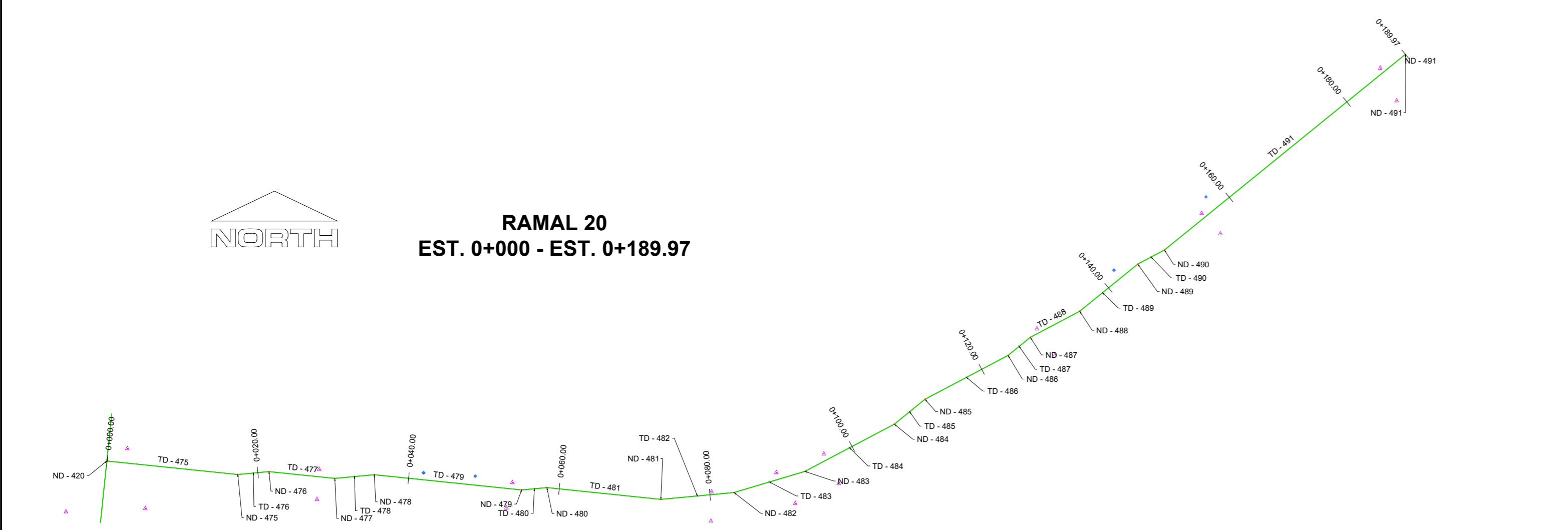
CUADRO DE NODOS					CUADRO DE NODOS					CUADRO DE NODOS					CUADRO DE NODOS									
NOMBRE	X	Y	TIPO	MATERIAL	NOMBRE	X	Y	TIPO	MATERIAL	NOMBRE	X	Y	TIPO	MATERIAL	NOMBRE	X	Y	TIPO	MATERIAL	NOMBRE	X	Y	TIPO	MATERIAL
ND-422	426593.55	326718.59	45.00° ELBOW	PVC	ND-442	426381.07	326607.89	11.25° ELBOW	PVC	ND-462	426537.89	326541.32	11.25° ELBOW	PVC	ND-482	426668.63	326449.97	11.25° ELBOW	PVC					
ND-423	426579.70	326711.18	11.25° ELBOW	PVC	ND-443	426377.90	326605.22	11.25° ELBOW	PVC	ND-463	426528.18	326542.20	11.25° ELBOW	PVC	ND-483	426677.98	326452.76	11.25° ELBOW	PVC					
ND-424	426575.75	326707.94	11.25° ELBOW	PVC	ND-444	426366.58	326598.97	22.50° ELBOW	PVC	ND-464	426519.34	326541.25	11.25° ELBOW	PVC	ND-484	426689.80	326459.00	11.25° ELBOW	PVC					
ND-425	426566.33	326702.36	11.25° ELBOW	PVC	ND-445	426365.29	326597.36	22.50° ELBOW	PVC	ND-465	426513.68	326541.77	11.25° ELBOW	PVC	ND-485	426693.85	326462.29	11.25° ELBOW	PVC					
ND-426	426556.11	326699.56	11.25° ELBOW	PVC	ND-446	426363.79	326592.15	11.25° ELBOW	PVC	ND-466	426507.03	326541.06	11.25° ELBOW	PVC	ND-486	426704.82	326468.09	11.25° ELBOW	PVC					
ND-427	426547.77	326694.96	11.25° ELBOW	PVC	ND-447	426362.49	326587.05	11.25° ELBOW	PVC	ND-467	426499.82	326541.81	11.25° ELBOW	PVC	ND-487	426707.76	326470.47	11.25° ELBOW	PVC					
ND-428	426543.24	326693.52	11.25° ELBOW	PVC	ND-448	426355.74	326575.44	11.25° ELBOW	PVC	ND-468	426490.91	326540.97	??° CAP	PVC	ND-488	426714.28	326473.92	11.25° ELBOW	PVC					
ND-429	426539.45	326691.43	11.25° ELBOW	PVC	ND-449	426353.77	326572.07	??° CAP	PVC	ND-469	426487.84	326539.79	11.25° ELBOW	PVC	ND-489	426721.95	326480.16	11.25° ELBOW	PVC					
ND-430	426537.63	326689.90	11.25° ELBOW	PVC	ND-450	426349.33	326563.28	22.50° ELBOW	PVC	ND-470	426481.70	326539.15	11.25° ELBOW	PVC	ND-490	426725.47	326482.01	11.25° ELBOW	PVC					
ND-431	426530.40	326685.91	11.25° ELBOW	PVC	ND-451	426349.87	326567.84	11.25° ELBOW	PVC	ND-471	426478.63	326533.15	11.25° ELBOW	PVC	ND-491	426727.29	326507.88	??° CAP	PVC					
ND-432	426527.76	326683.68	11.25° ELBOW	PVC	ND-452	426349.33	326563.08	11.25° ELBOW	PVC	ND-472	426473.09	326533.57	11.25° ELBOW	PVC										
ND-433	426517.17	326677.84	11.25° ELBOW	PVC	ND-453	426349.49	326563.84	11.25° ELBOW	PVC	ND-473	426469.99	326533.60	45.00° ELBOW	PVC										
ND-434	426508.99	326669.75	??° TEE	PVC	ND-454	426349.09	326558.50	11.25° ELBOW	PVC	ND-474	426461.96	326533.29	??° CAP	PVC										
ND-435	426478.63	326665.98	11.25° ELBOW	PVC	ND-455	426348.74	326554.40	11.25° ELBOW	PVC	ND-475	426455.11	326533.65	11.25° ELBOW	PVC										
ND-436	426454.72	326662.81	11.25° ELBOW	PVC	ND-456	426348.62	326554.79	11.25° ELBOW	PVC	ND-476	426449.72	326533.73	11.25° ELBOW	PVC										
ND-437	426434.98	326656.64	23.50° ELBOW	PVC	ND-457	426349.49	326551.69	11.25° ELBOW	PVC	ND-477	426443.58	326533.83	11.25° ELBOW	PVC										
ND-438	426418.53	326642.77	11.25° ELBOW	PVC	ND-458	426349.03	326549.52	11.25° ELBOW	PVC	ND-478	426437.13	326533.92	11.25° ELBOW	PVC										
ND-439	426404.99	326628.82	11.25° ELBOW	PVC	ND-459	426348.81	326549.34	??° CAP	PVC	ND-479	426430.41	326534.01	11.25° ELBOW	PVC										
ND-440	426397.61	326619.59	11.25° ELBOW	PVC	ND-460	426348.70	326548.20	11.25° ELBOW	PVC	ND-480	426426.83	326534.02	11.25° ELBOW	PVC										
ND-441	426384.75	326612.90	22.50° ELBOW	PVC	ND-461	426344.51	326542.02	11.25° ELBOW	PVC	ND-481	426426.98	326534.06	11.25° ELBOW	PVC										



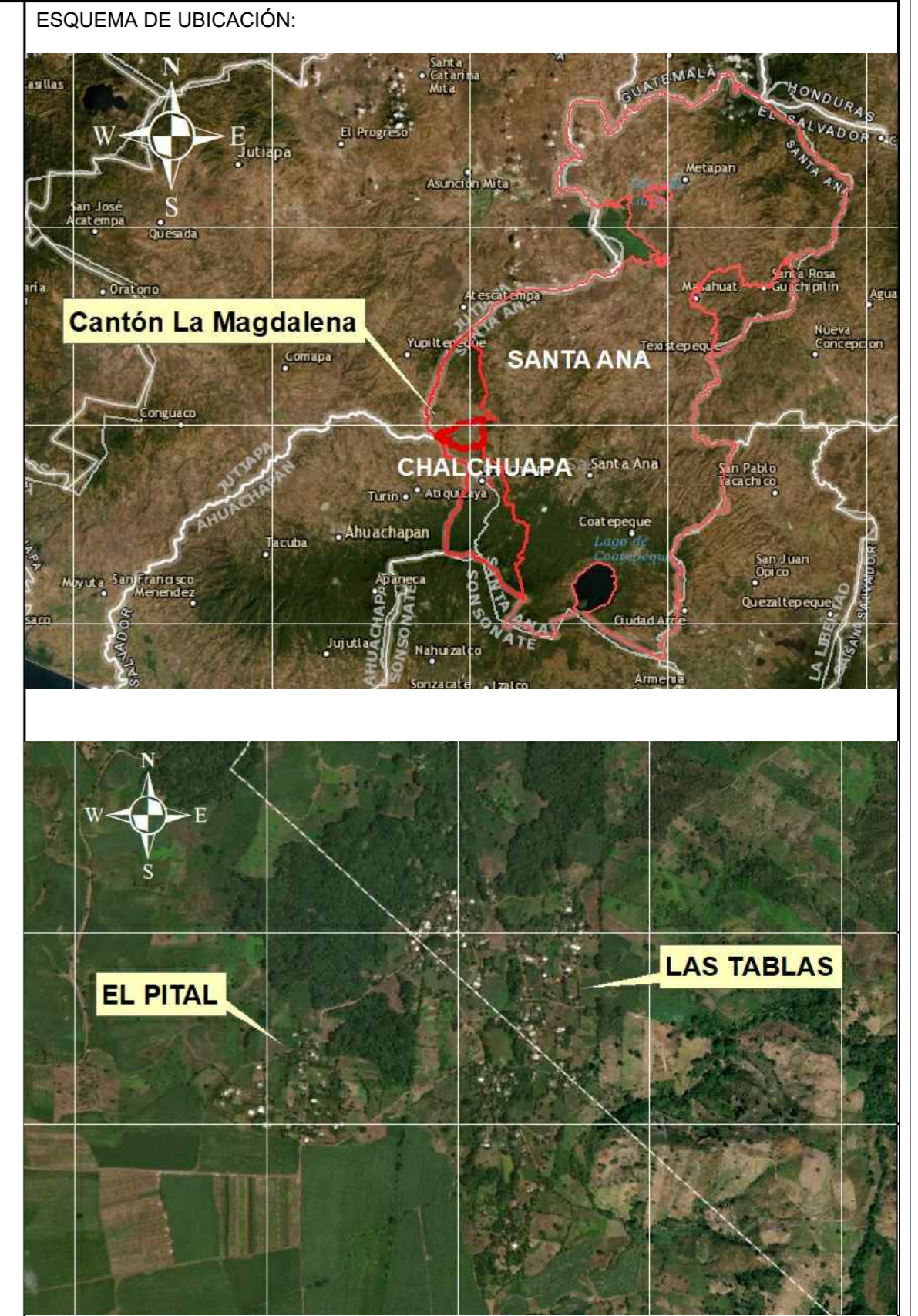
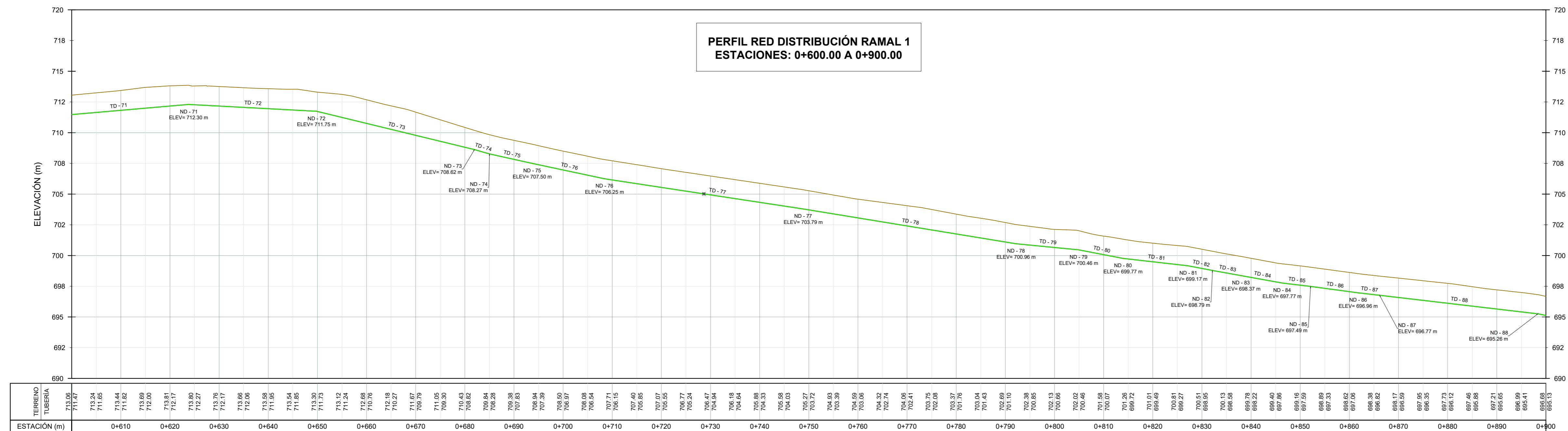
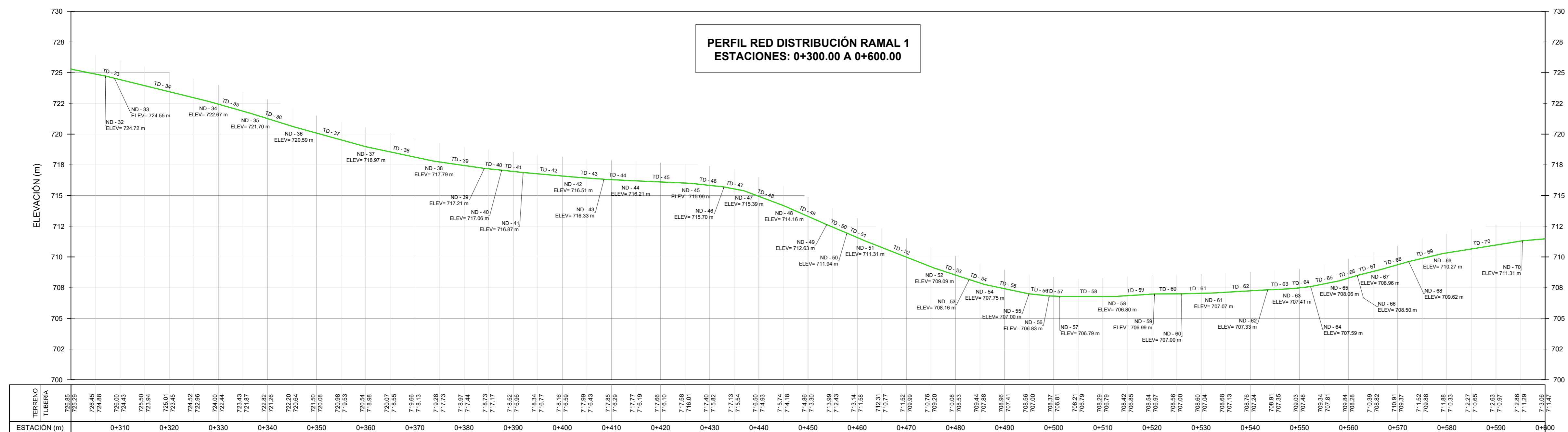
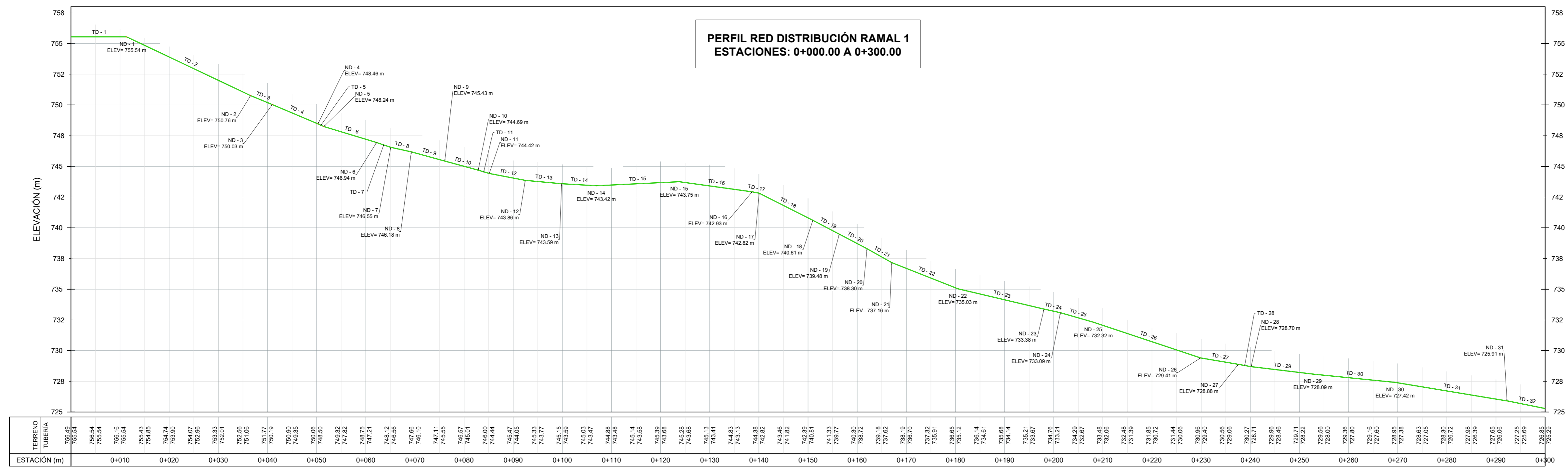
**RAMAL 18 EST. 0+000 - EST. 0+104.14**  
**RAMAL 19 EST. 0+000 - EST. 0+052.55**



**RAMAL 20 EST. 0+000 - EST. 0+189.97**



CUADRO DE RUMBOS		CUADRO DE RUMBOS		CUADRO DE RUMBOS		CUADRO DE RUMBOS							
ETIQUETA	RUMBO	ETIQUETA	RUMBO	ETIQUETA	RUMBO	ETIQUETA	RUMBO						
TD-422	N73° 09' 29.89"W	TD-442	S38° 38' 59.12"W	TD-462	S83° 53' 31.02"W	TD-482	N84° 38' 59.95"E						
TD-423	S61° 50' 29.60"W	TD-443	S49° 51' 56.77"W	TD-463	N84° 49' 26.93"W	TD-483	N73° 23' 59.18"E						
TD-424	S50° 35' 11.41"W	TD-444	S61° 06' 56.41"W	TD-464	S83° 53' 32.81"W	TD-484	N62° 08' 58.74"E						
TD-425	S61° 50' 30.54"W	TD-445	S38° 38' 58.34"W	TD-465	N84° 49' 29.02"W	TD-485	N60° 53' 58.63"E						
TD-426	S73° 03' 30.03"W	TD-446	S10° 06' 59.03"W	TD-466	S83° 53' 31.65"W	TD-486	N62° 08' 58.68"E						
TD-427	S61° 07' 17.54"W	TD-447	S27° 21' 56.71"W	TD-467	N84° 13' 58.83"W	TD-487	N60° 53' 56.11"E						
TD-428	S72° 21' 55.94"W	TD-448	S10° 06' 49.42"W	TD-468	S84° 31' 19.55"W	TD-488	N62° 09' 01.09"E						
TD-429	S61° 06' 56.62"W	TD-449	S27° 21' 57.30"W	TD-469	S84° 06' 00.30"E	TD-489	N60° 53' 57.80"E						
TD-430	S49° 51' 53.52"W	TD-450	S17° 38' 02.77"E	TD-470	S72° 51' 00.20"E	TD-490	N62° 08' 57.90"E						
TD-431	S61° 06' 57.33"W	TD-451	S4° 52' 16.91"W	TD-471	S84° 06' 01.62"E	TD-491	N60° 53' 58.67"E						
TD-432	S49° 51' 53.80"W	TD-452	S6° 23' 03.22"E	TD-472	N84° 38' 59.89"E								
TD-433	S61° 06' 57.40"W	TD-453	S4° 51' 56.40"W	TD-473	N73° 23' 58.70"E								
TD-434	S72° 21' 57.02"W	TD-454	S6° 23' 02.36"E	TD-474	N84° 38' 59.89"E								
TD-435	S72° 21' 55.99"W	TD-455	S4° 51' 53.80"W	TD-475	S84° 06' 01.53"E								
TD-436	S83° 38' 58.14"W	TD-45											



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



PROYECTO:  
 "DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CASERIOS EL PITAL Y LAS TABLAS, CANTÓN LA MAGDALENA, MUNICIPIO DE CHALCHUAPA, DEPARTAMENTO DE SANTA ANA, EL SALVADOR"

DOCENTE ASESOR:  
 ING. RAÚL ERNESTO MARTÍNEZ BERMÚDEZ

PRESENTA:  
 JAIME LUIS RAMÍREZ ZARCEÑO  
 WALTER ISMAEL ESPINOZA GUARDADO

CONTENIDO:  
 PERFIL  
 RED DE DISTRIBUCIÓN RAMAL 1  
 EST. 0+000 - EST. 0+900

No. PLANO:  
 PERFIL R.D - 1

FECHA: 1 DE OCTUBRE 2021 ESCALA: H: 1:500 V: 1:200

ESQUEMA DE UBICACIÓN:



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



PROYECTO:

"DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CASERIOS EL PITAL Y LAS TABLAS, CANTÓN LA MAGDALENA, MUNICIPIO DE CHALCHUAPA, DEPARTAMENTO DE SANTA ANA, EL SALVADOR"

DOCENTE ASesor:

ING. RAÚL ERNESTO MARTÍNEZ BERMÚDEZ

PRESENTA:

JAIME LUIS RAMÍREZ ZARCEÑO  
 WALTER ISMAEL ESPINOZA GUARDADO

CONTENIDO:

PERFIL  
 RED DE DISTRIBUCIÓN RAMAL 1  
 EST. 0+900 - EST. 1+573.35

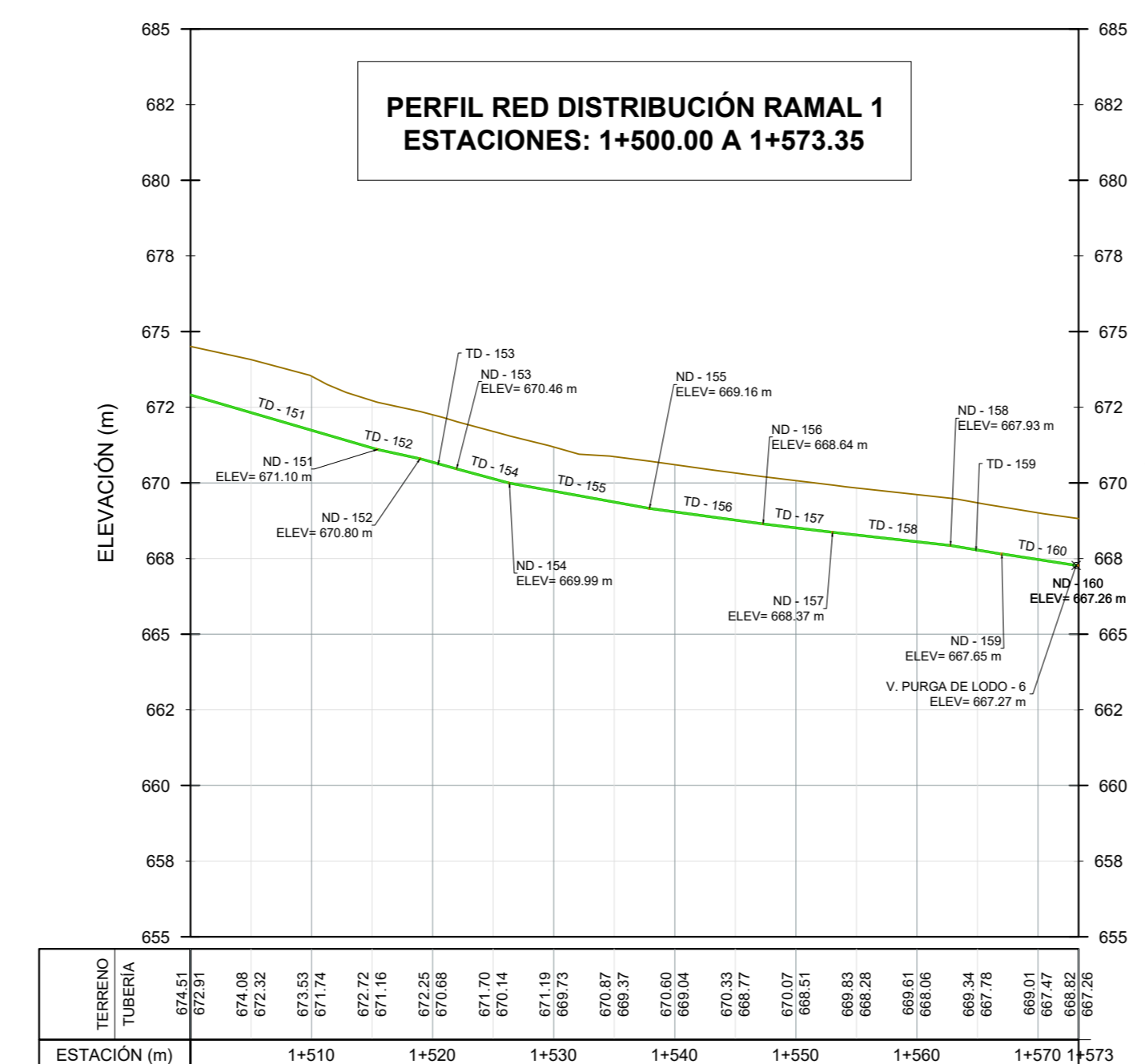
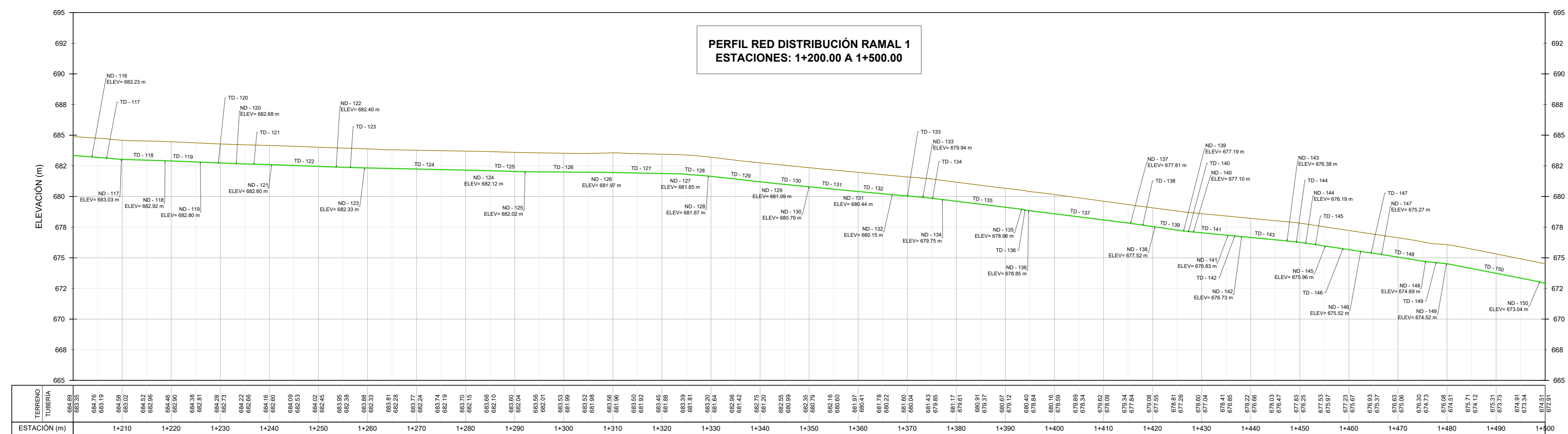
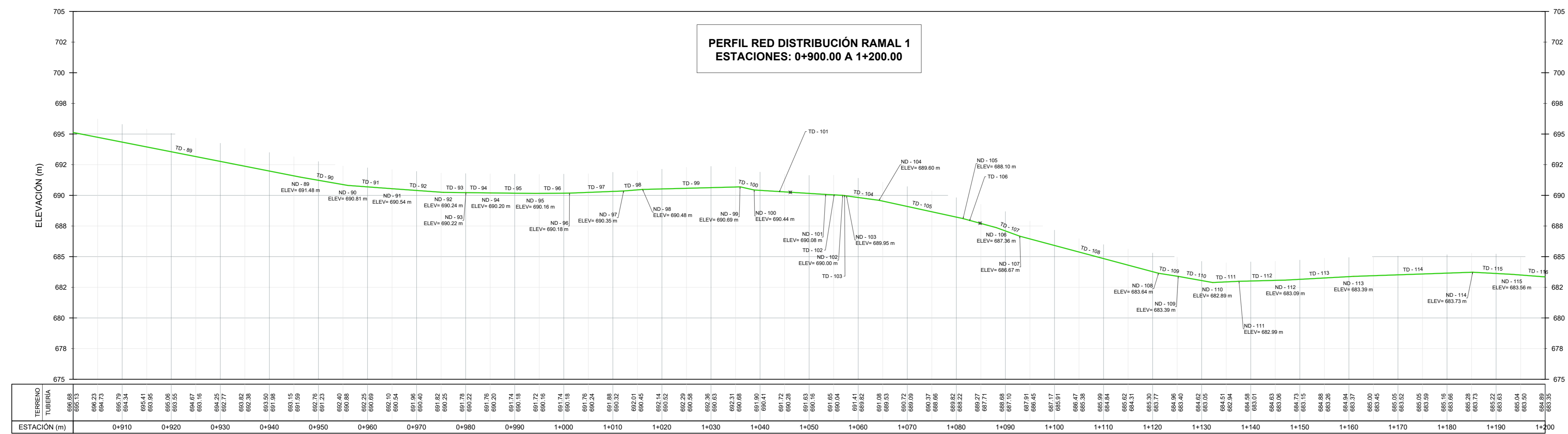
No. PLANO:

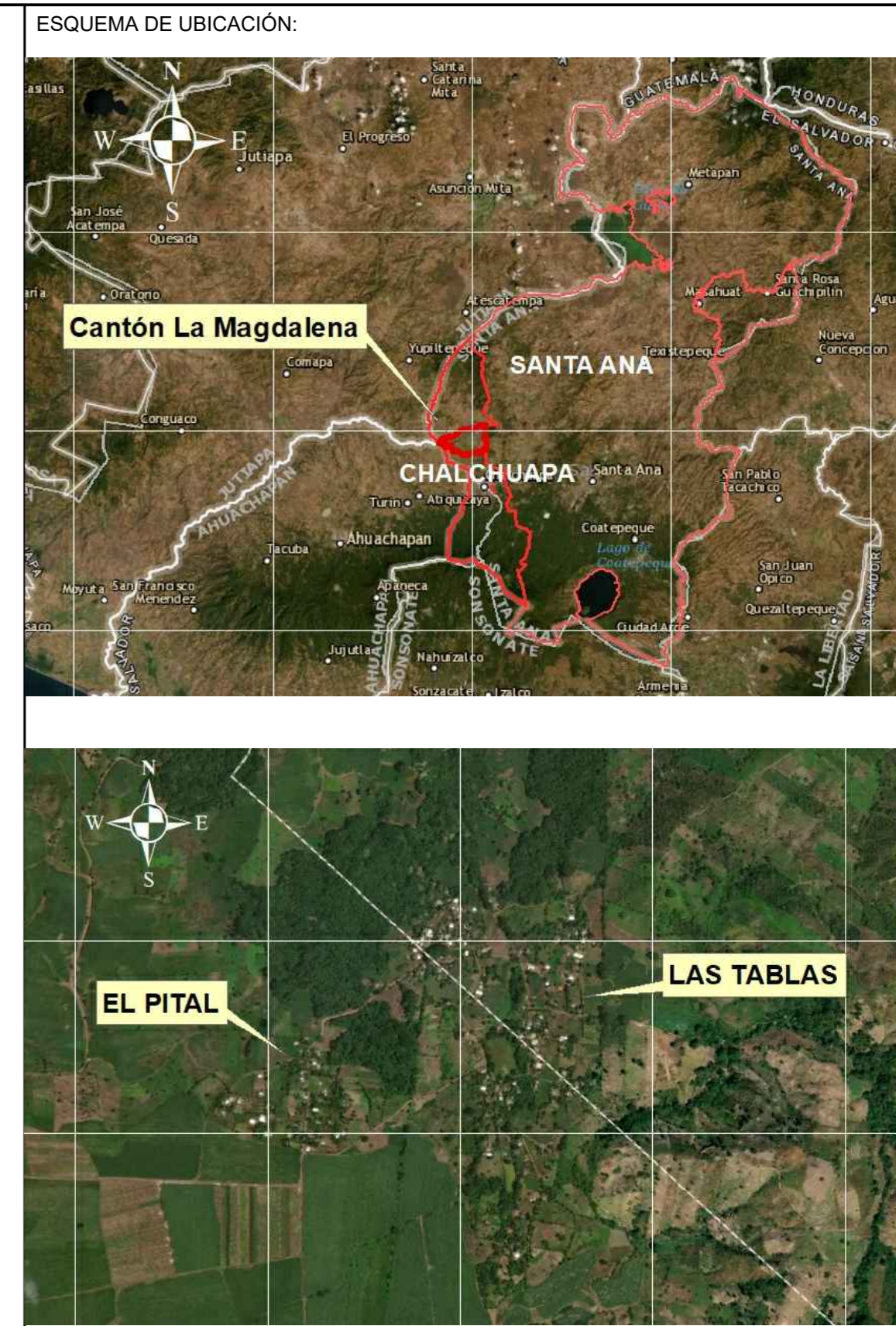
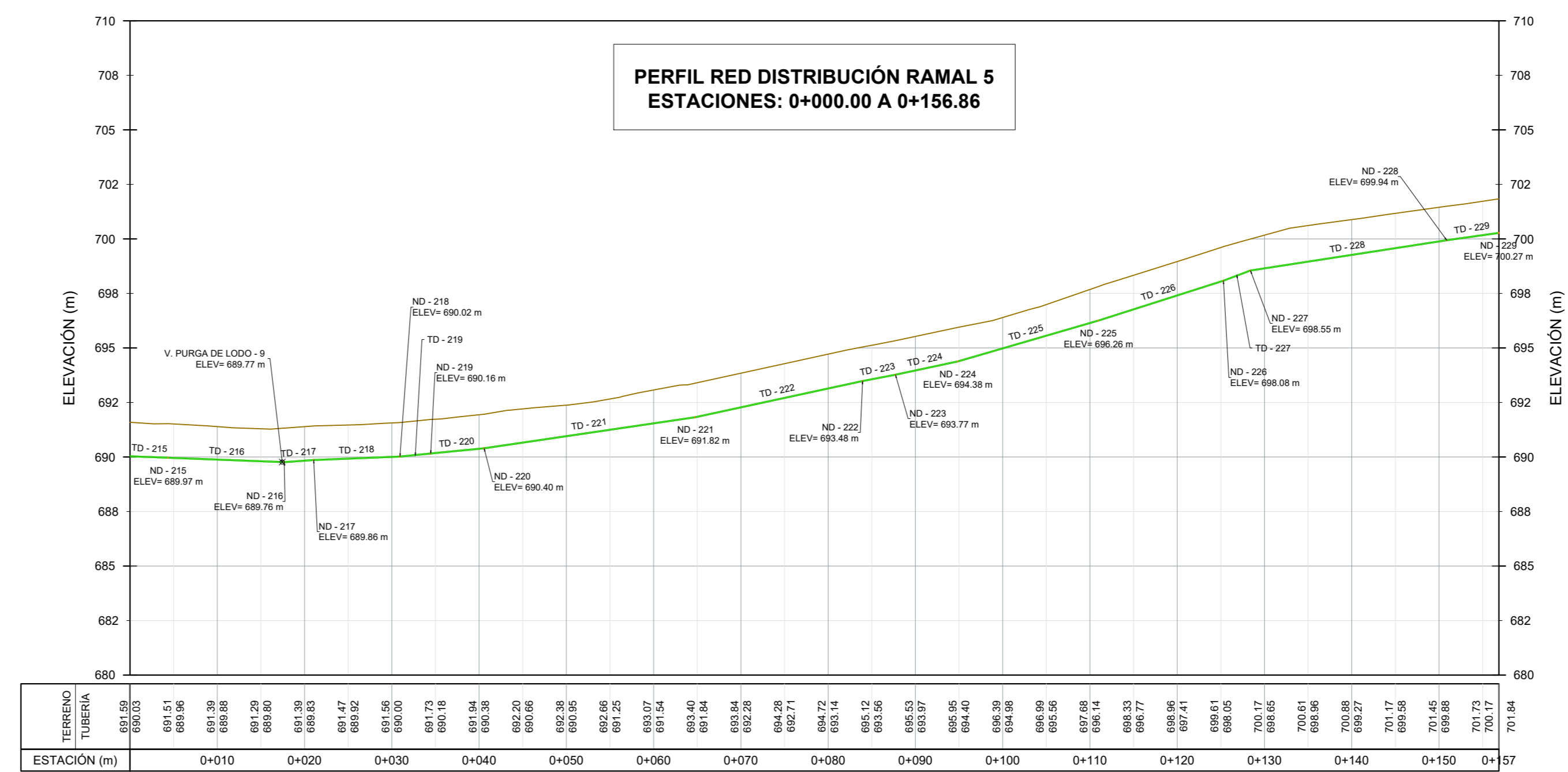
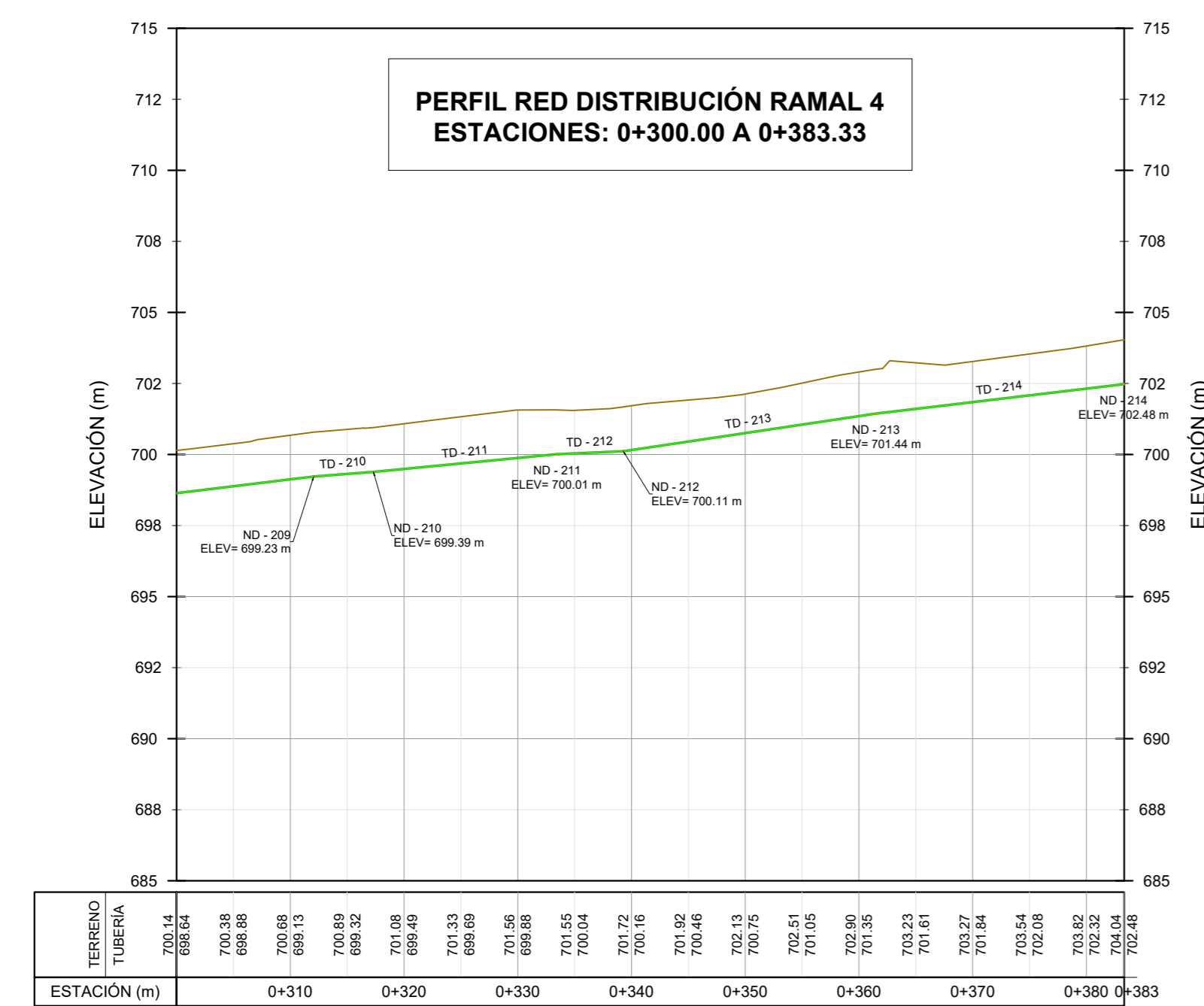
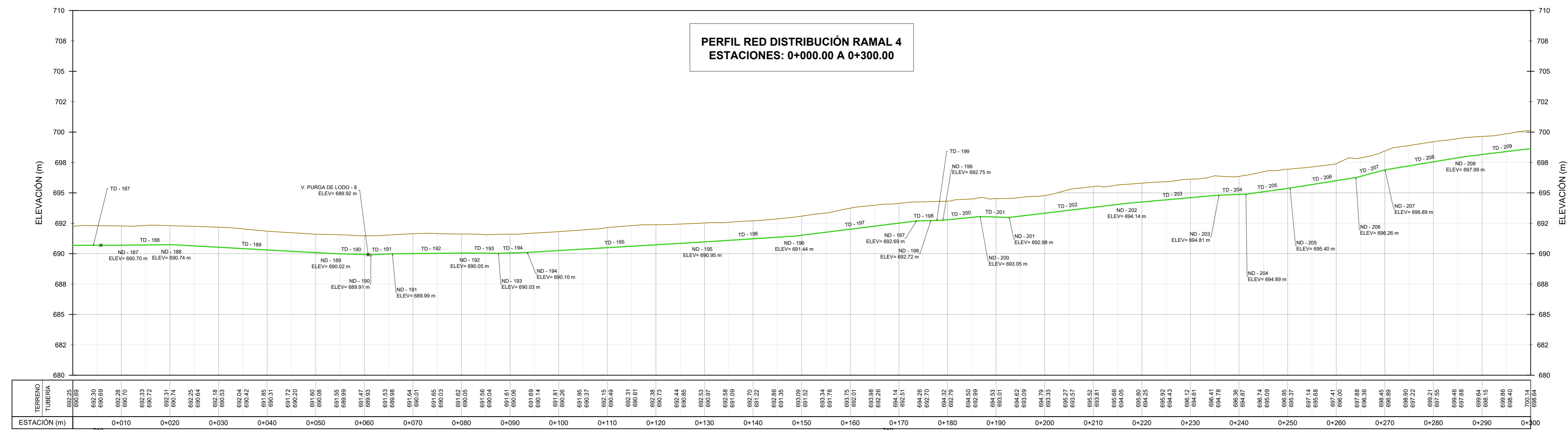
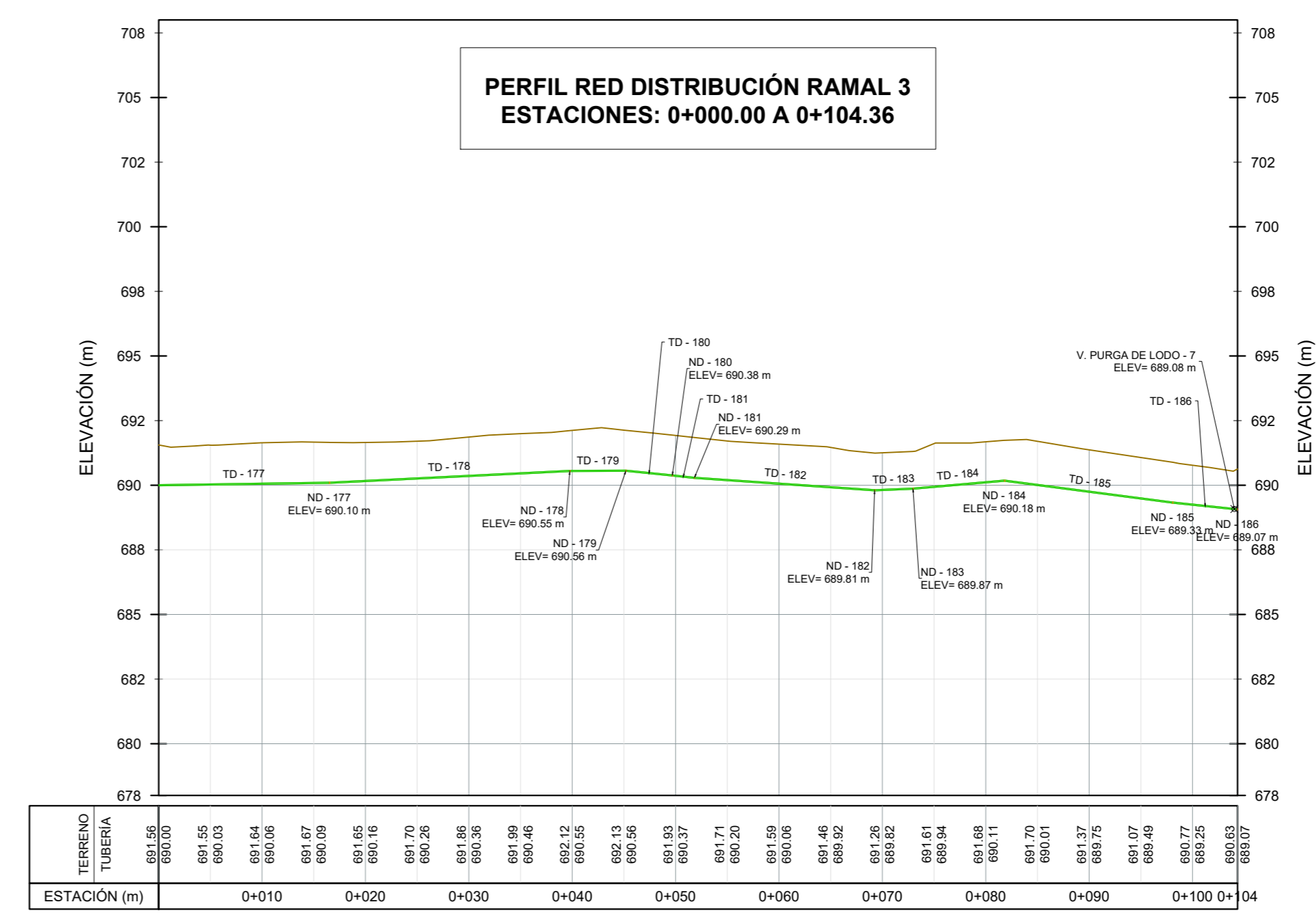
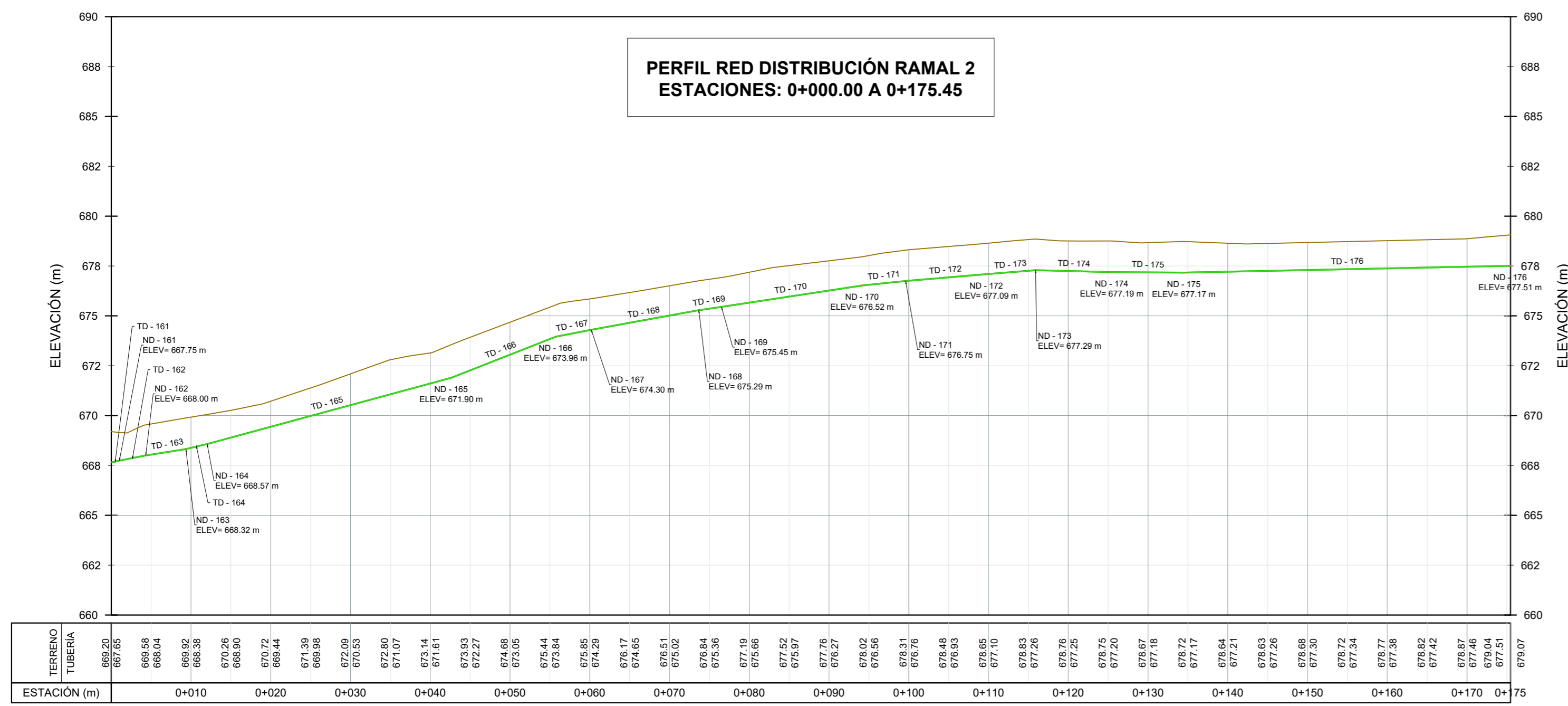
PERFIL R.D - 2

2 DE 6

FECHA:  
 OCTUBRE 2021

ESCALA:  
 H: 1:500  
 V: 1:200





UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



PROYECTO:  
"DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CASERIOS EL PITAL Y LAS TABLAS, CANTÓN LA MAGDALENA, MUNICIPIO DE CHALCHUAPA, DEPARTAMENTO DE SANTA ANA, EL SALVADOR"

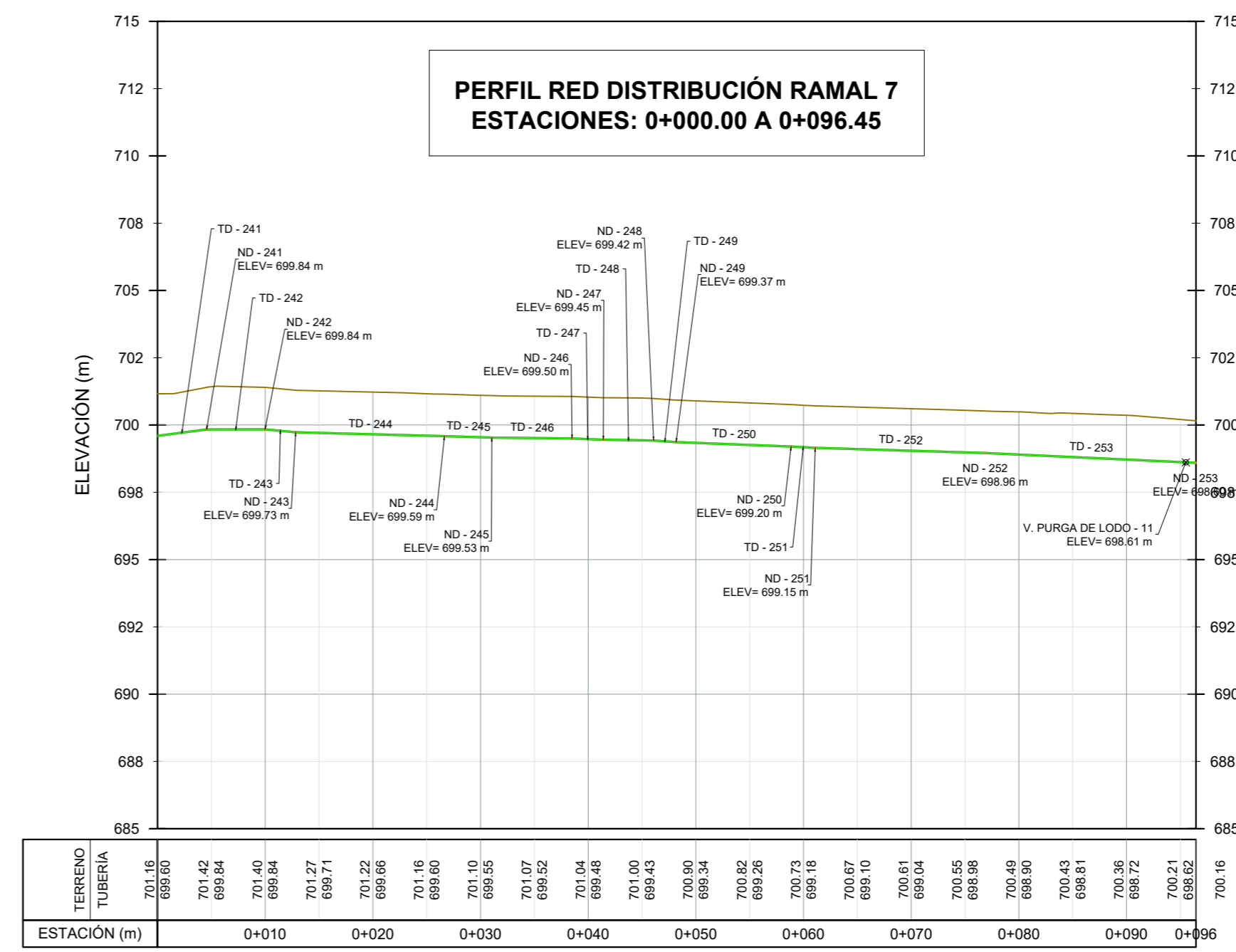
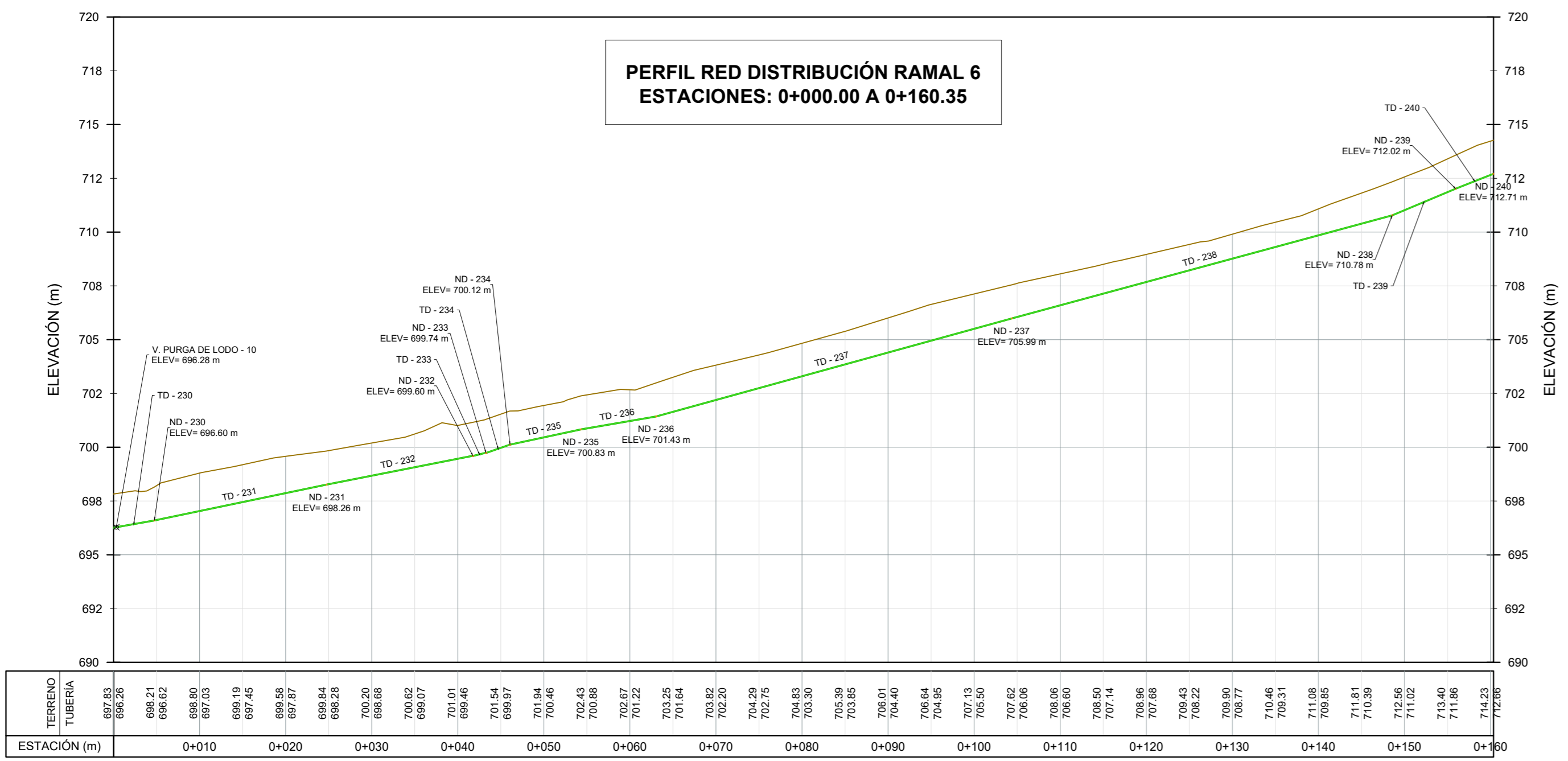
DOCENTE ASESOR:  
ING. RAÚL ERNESTO MARTÍNEZ BERMÚDEZ

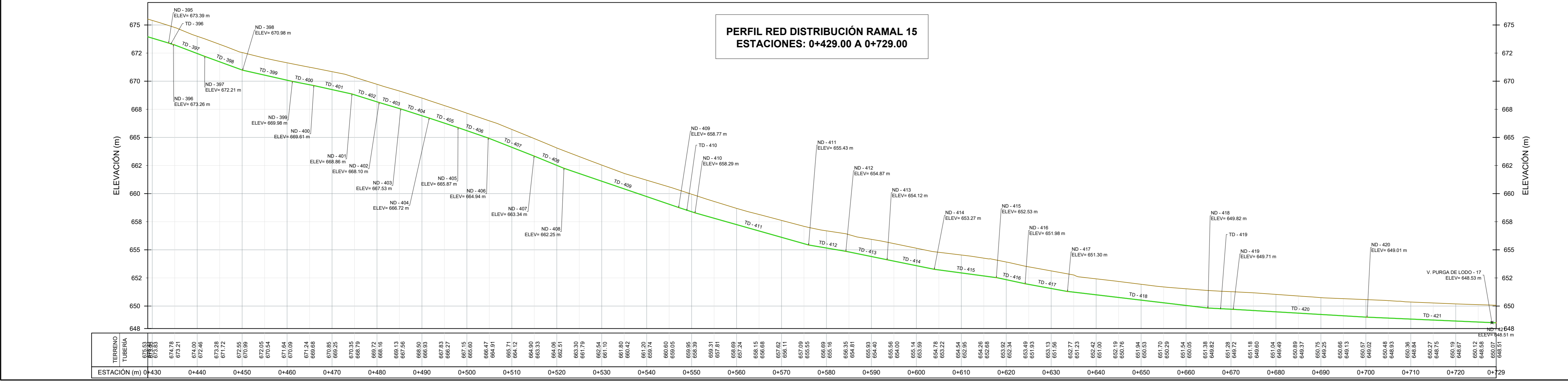
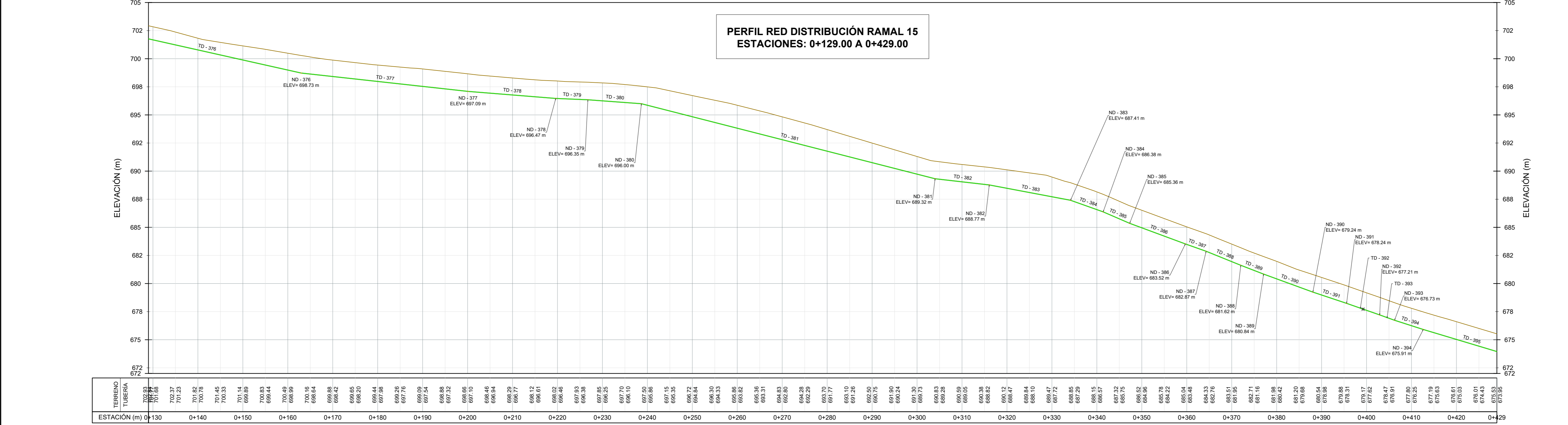
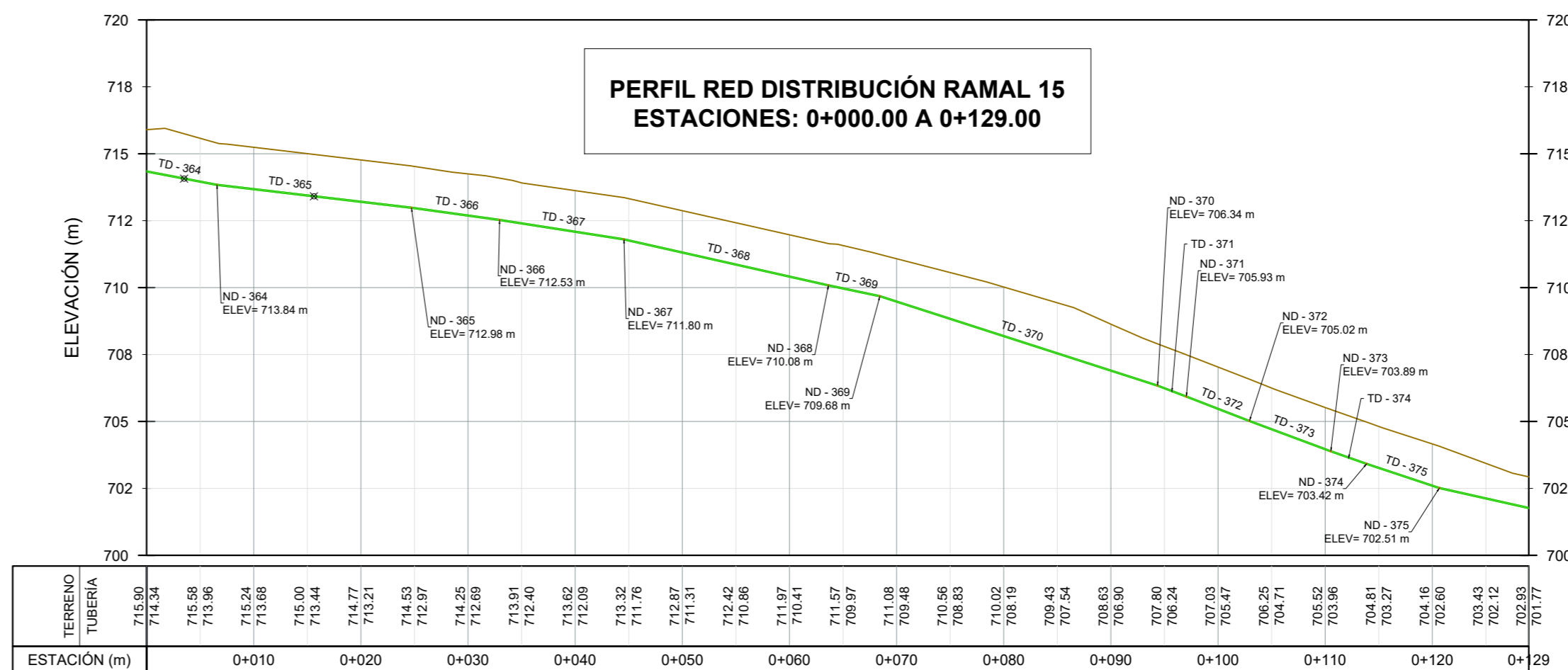
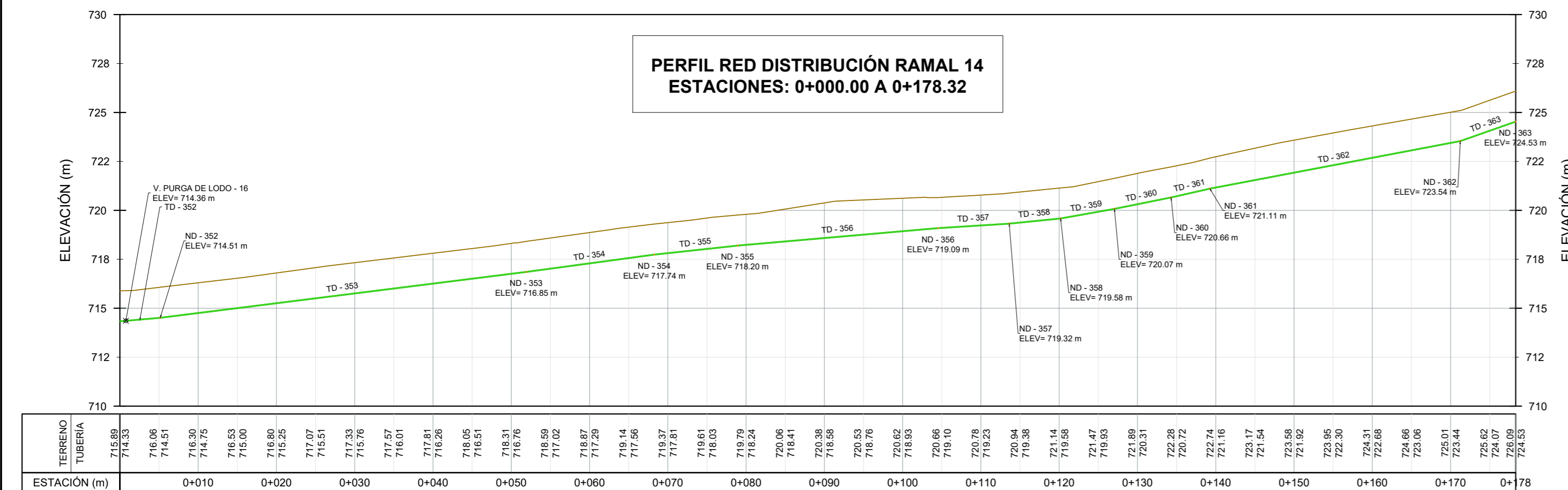
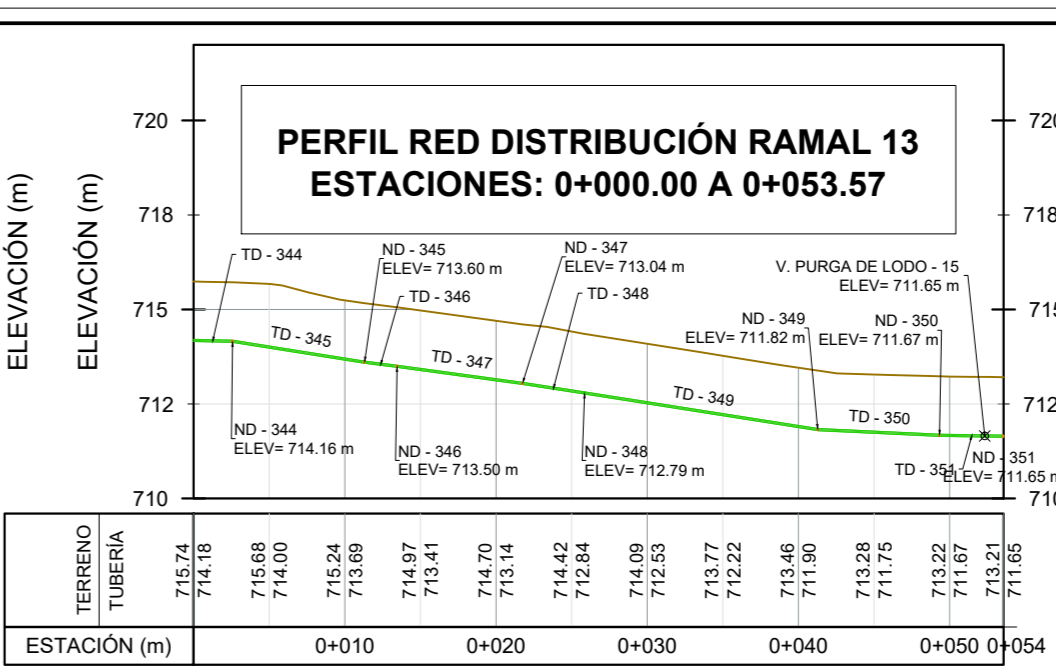
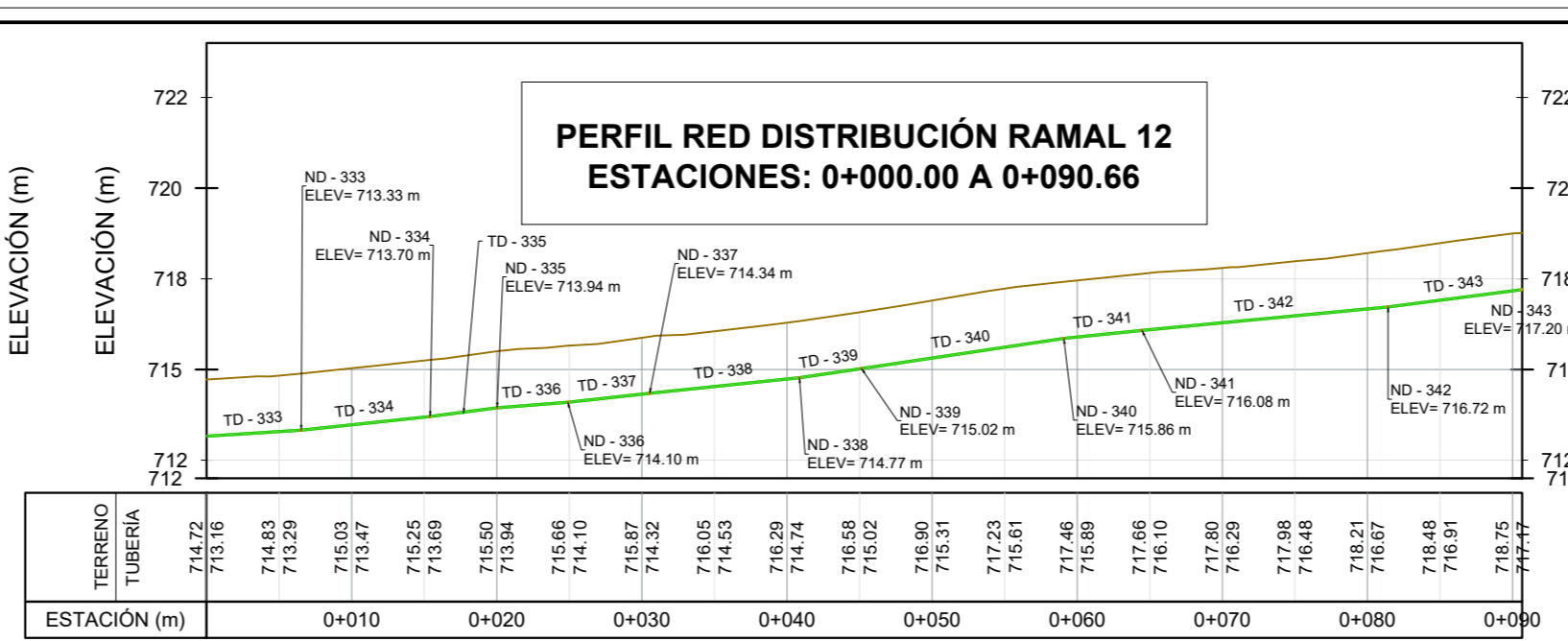
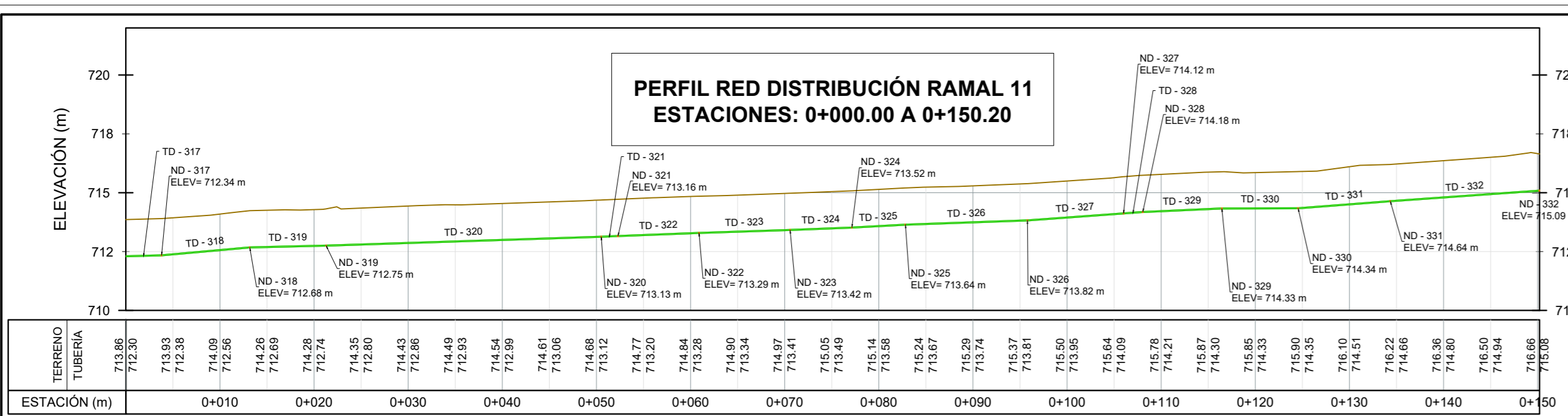
PRESENTA:  
JAIME LUIS RAMÍREZ ZARCEÑO  
WALTER ISMAEL ESPINOZA GUARDADO

CONTENIDO:  
PERFILE RED DE DISTRIBUCIÓN RAMAL 2  
PERFILE RED DE DISTRIBUCIÓN RAMAL 3  
PERFILE RED DE DISTRIBUCIÓN RAMAL 4  
PERFILE RED DE DISTRIBUCIÓN RAMAL 5

No. PLANO:  
PERFIL R.D - 3

FECHA: 3 DE OCTUBRE 2021 DE ESCALA: H: 1:500 V: 1:200





UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



PROYECTO:  
"DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CASERIOS EL PITAL Y LAS TABLAS, CANTÓN LA MAGDALENA, MUNICIPIO DE CHALCHUAPA, DEPARTAMENTO DE SANTA ANA, EL SALVADOR"

DOCENTE ASESOR:  
ING. RAÚL ERNESTO MARTÍNEZ BERMÚDEZ

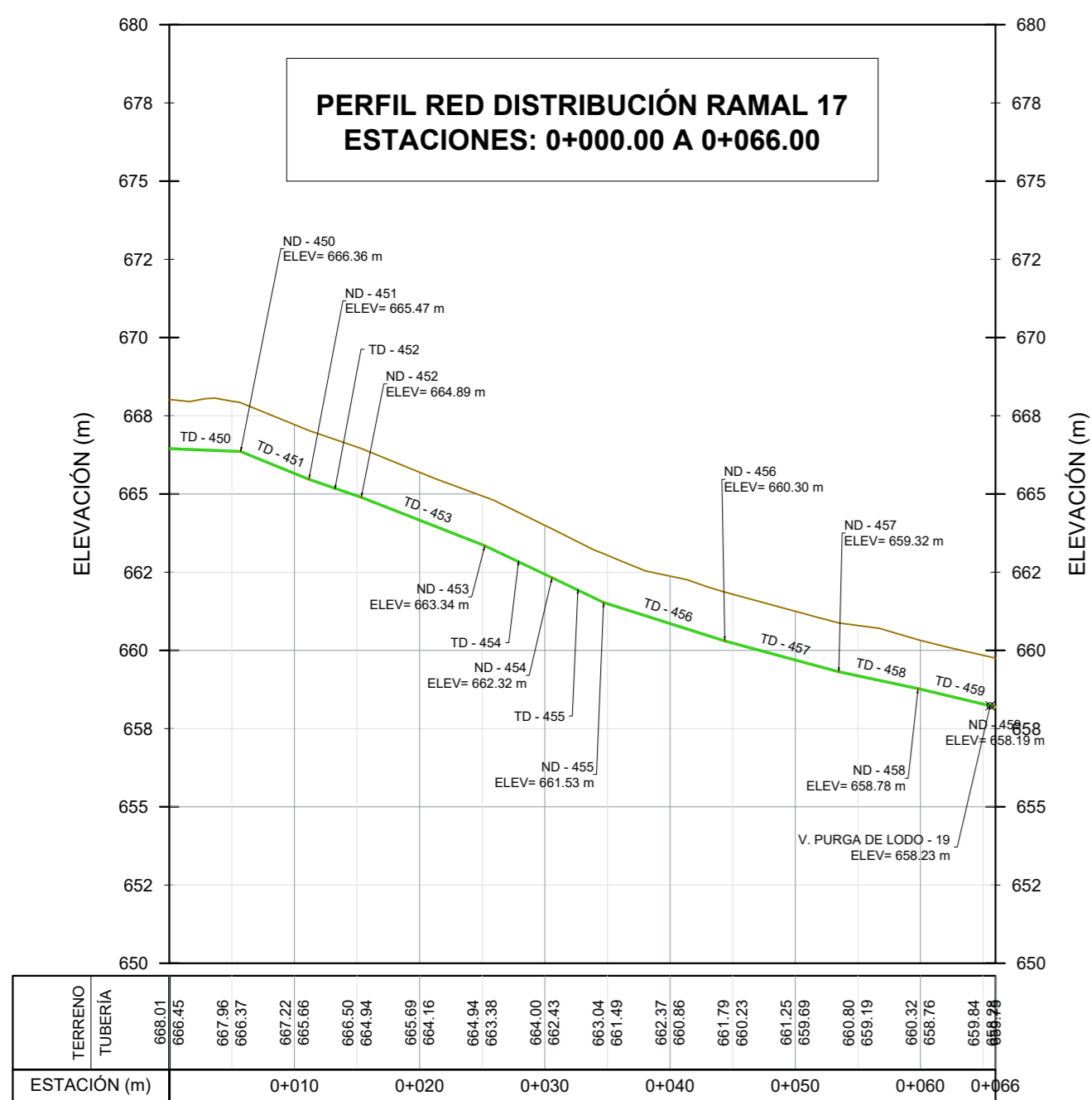
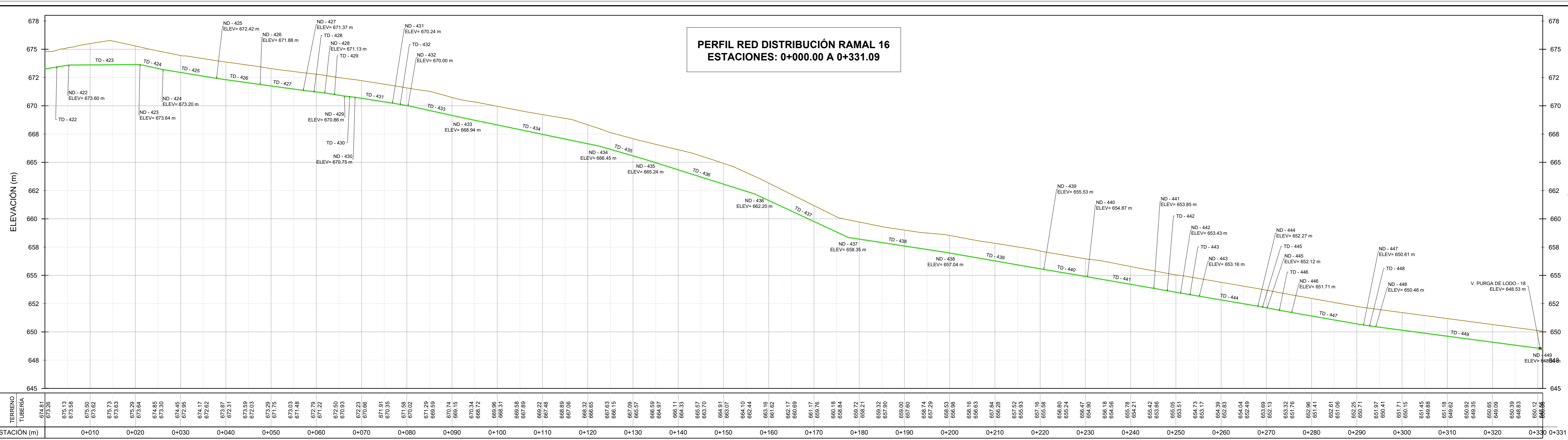
PRESENTA:  
JAIME LUIS RAMÍREZ ZARCEÑO  
WALTER ISMAEL ESPINOZA GUARDADO

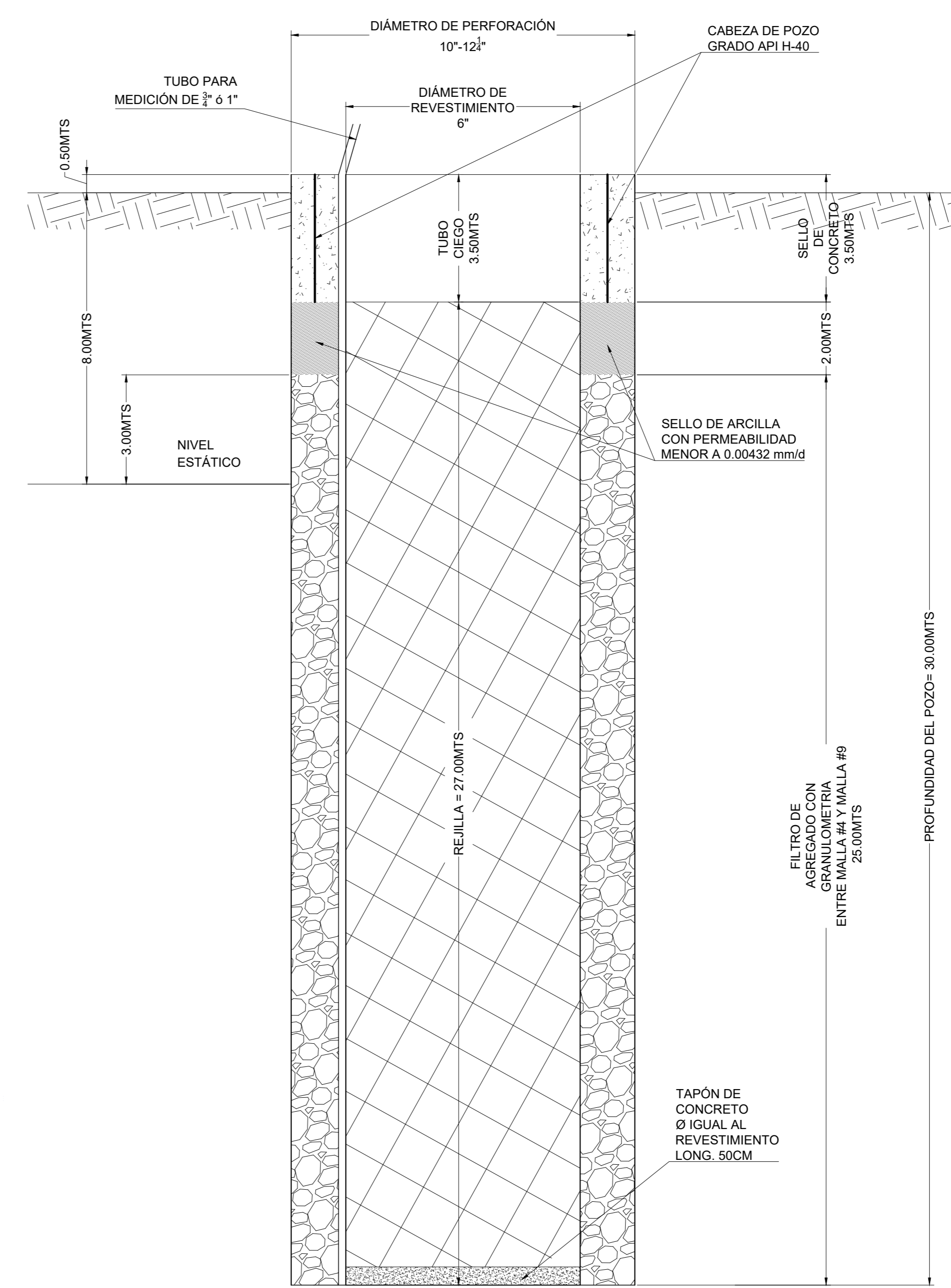
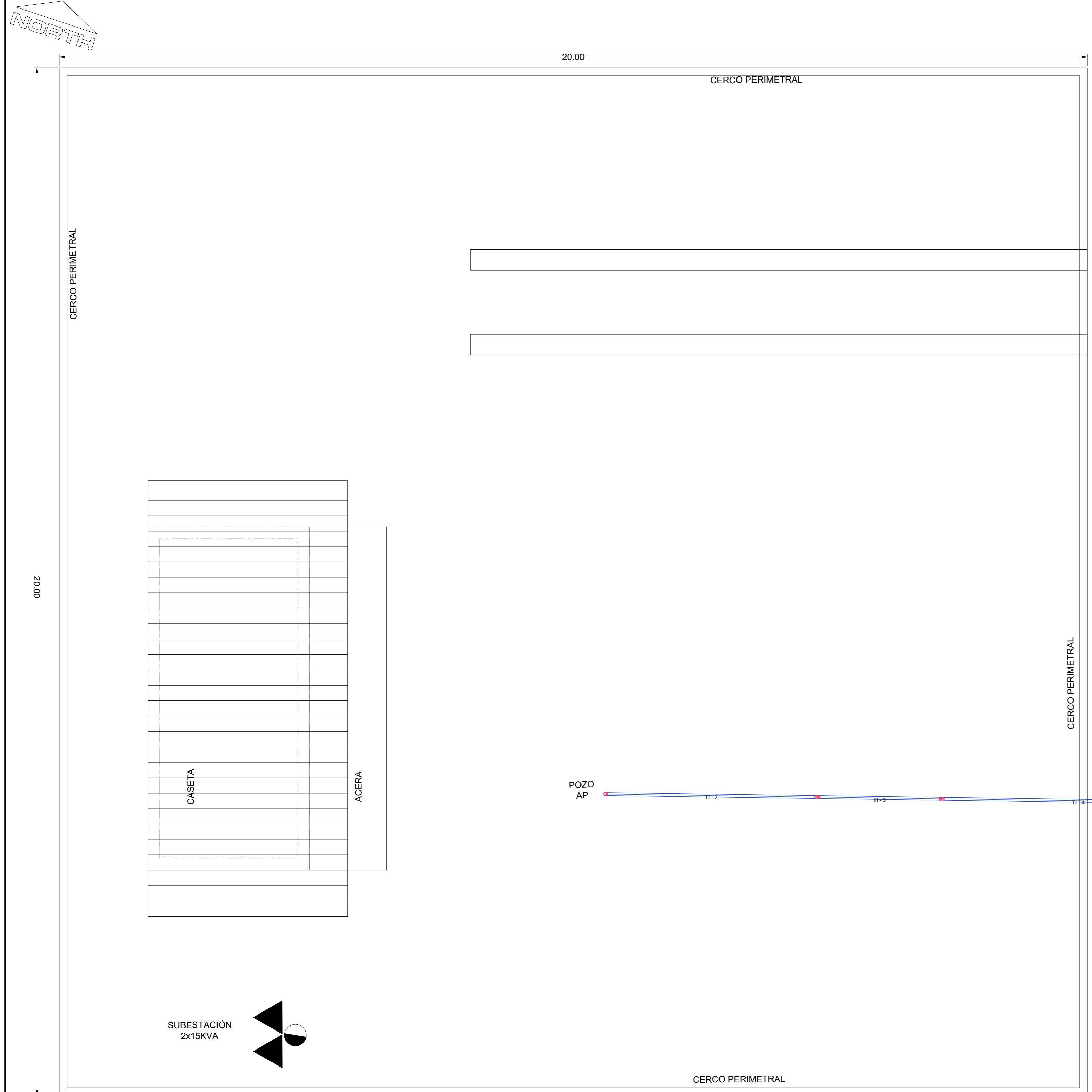
CONTENIDO:  
PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN RAMAL 11  
PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN RAMAL 12  
PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN RAMAL 13  
PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN RAMAL 14

No. PLANO:  
PERFIL R.D - 5

FECHA: OCTUBRE 2021 ESCALA: H: 1:500 V: 1:200







**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



PROYECTO:  
"DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CASERIOS EL PITAL Y LAS TABLAS, CANTÓN LA MAGDALENA, MUNICIPIO DE CHALCHUAPA, DEPARTAMENTO DE SANTA ANA, EL SALVADOR"

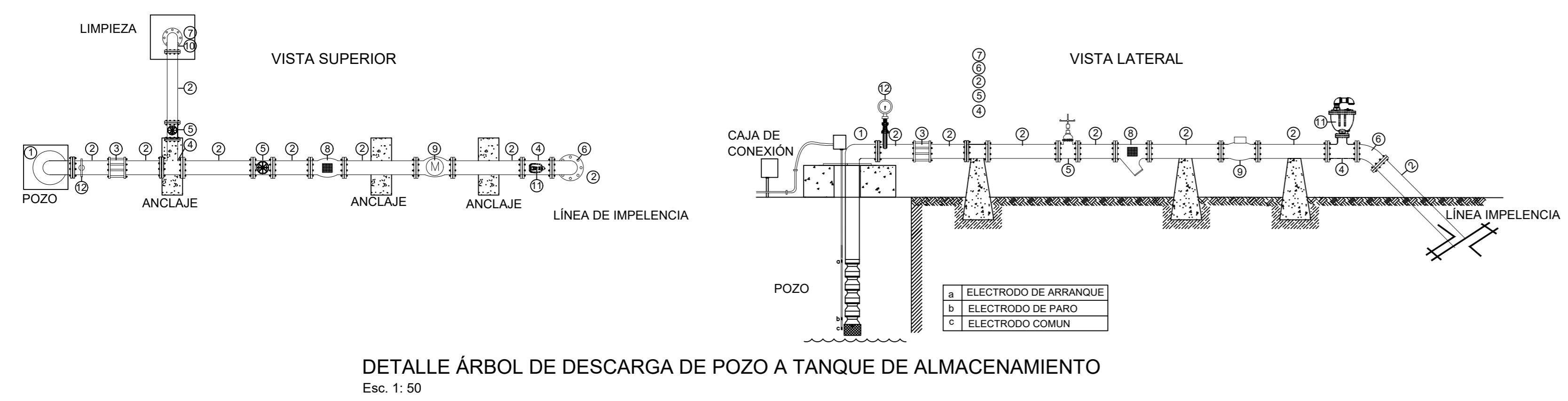
DOCENTE ASESOR:  
**ING. RAÚL ERNESTO MARTÍNEZ BERMÚDEZ**

PRESENTA:  
**JAIME LUIS RAMÍREZ ZARCEÑO**  
**WALTER ISMAEL ESPINOZA GUARDADO**

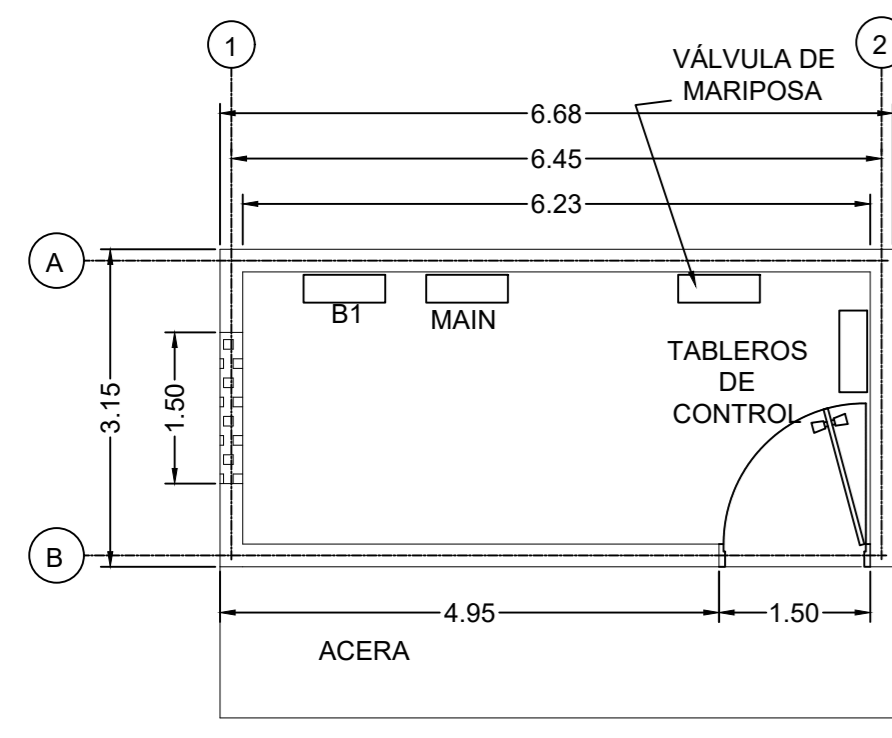
CONTENIDO:  
**PLANTA ESTACIÓN DE BOMBE Y DETALLES DE POZO Y ÁRBOL DE DESCARGA**

No. PLANO:  
**D - 1**

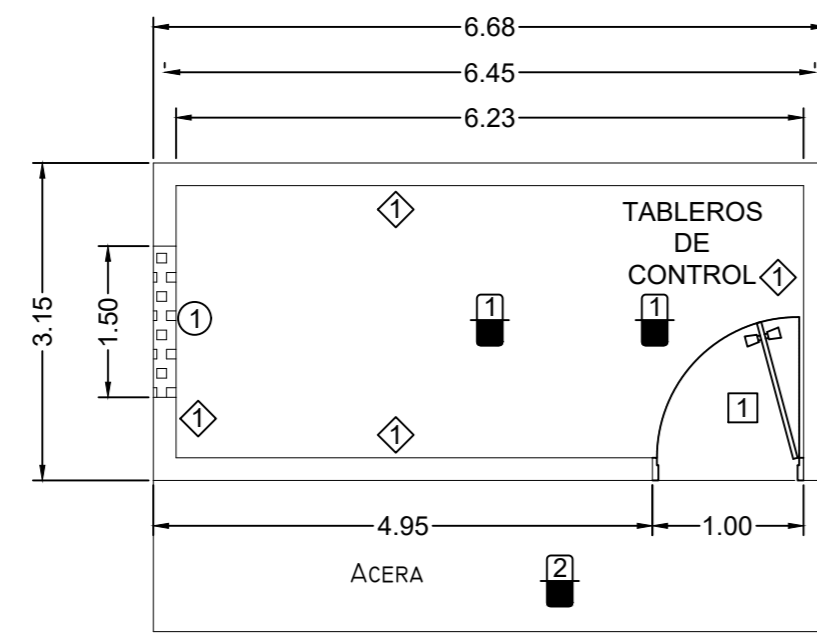
FECHA: **1** DE **5**  
**OCTUBRE 2021** ESCALA: **INDICADA**



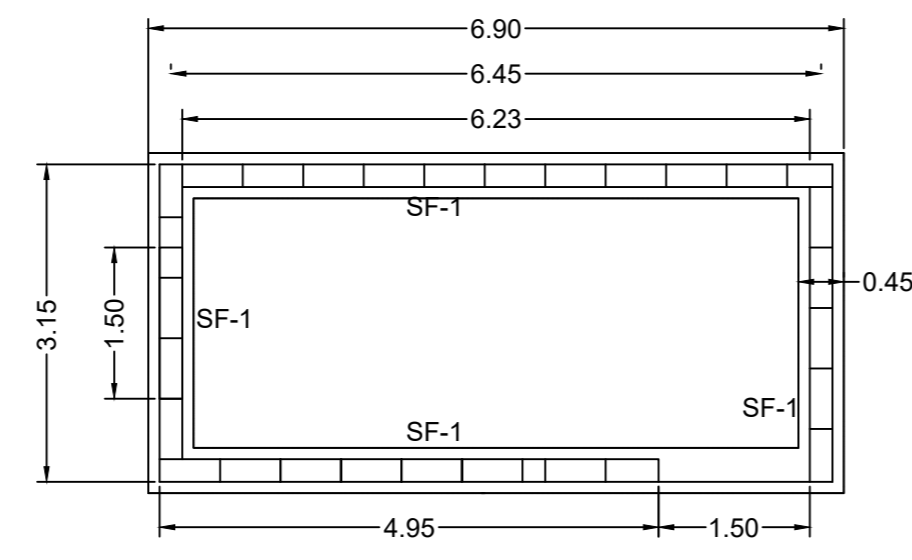
LISTA DE ACCESORIOS			
ÁRBOL DE DESCARGA DE POZO A TANQUE			
Nº	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
1	CABEZAL DE DESCARGA DE Ho.Fo., TIPO "VF", 2"x 2", CON BRIDAS COMPAÑERAS A LA SALIDA, PIEZA ESTOPERA PARA EJE DE 1" Y SUS RESPECTIVAS QUIJADAS Y EJE DE 4" DE LARGO, PRESIÓN DE TRABAJO 260PSI.	1	C/U
2	NIPLE BRIDADO ø2" HFD CON PERNOS Y TUERCAS, LONGITUD VARIABLE.	5	C/U
3	UNIÓN DE DESMONTAJE TIPO DRESSER ø2", CON PERNOS, EMPARQUES Y TUERCAS.	1	C/U
4	TEE ø 2"x2" HFD J.B.	2	C/U
5	VÁLVULA DE COMPUERTA ø2" HFD J.B. VÁSTAGO LEVADIZO C-125	2	C/U
6	CODO ø2" x 45° HFD J.B.	1	C/U
7	NIPLE ESPIGA BRIDADO ø2" HFD CON PERNOS Y TUERCAS LONGITUD VARIABLE.	1	C/U
8	FILTRO PARA MACROMEDIDOR ø2" HFD J.B.	1	C/U
9	MACROMEDIDOR DE CAUDAL INSTANTÁNEO Y VOLUMEN ACUMULADO ø2" HFD J.B.	1	C/U
10	CODO ø2" x 90° HFD J.B.	1	C/U
11	VÁLVULA DE AIRE	1	C/U
12	MANÓMETRO	1	C/U



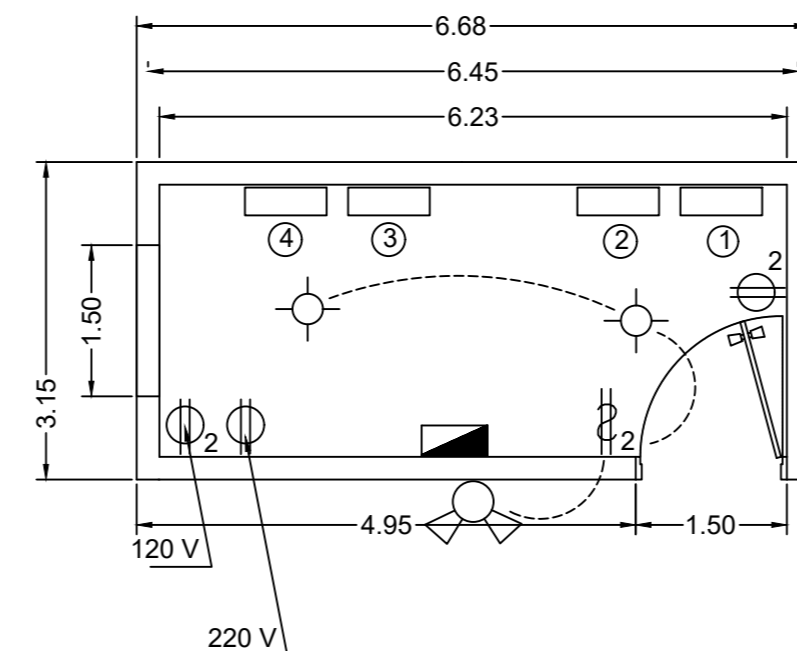
PLANTA ARQUITECTONICA  
Esc. 1: 75



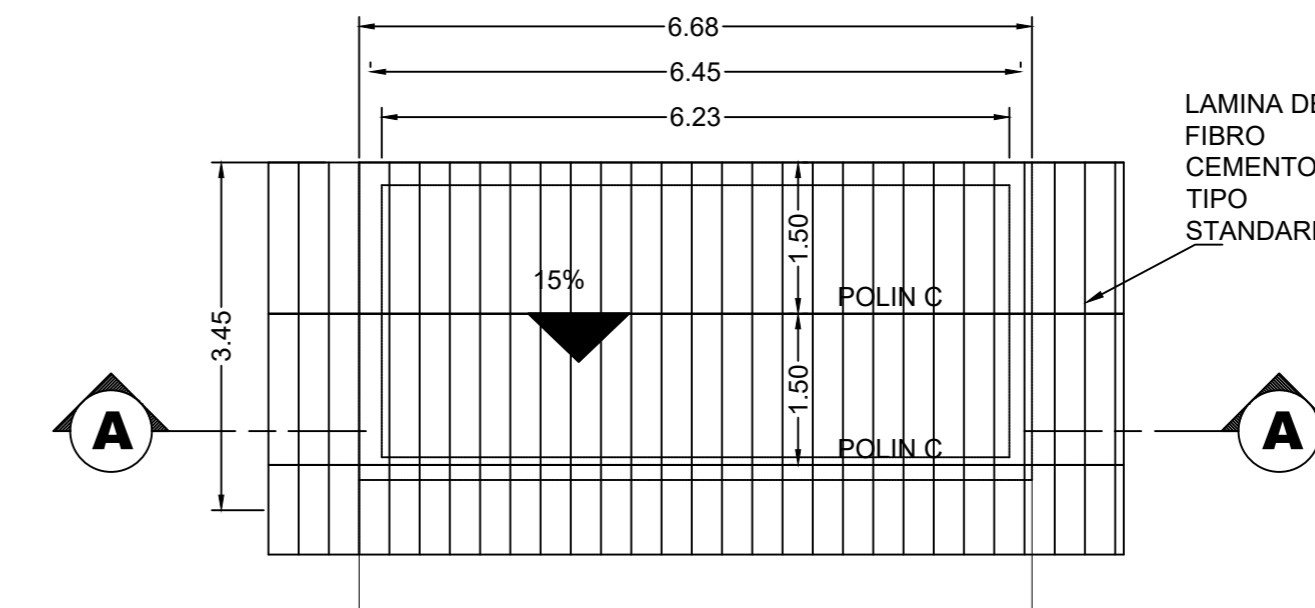
PLANTA DE ACABADOS  
Esc. 1: 75



PLANTA DE FUNDACIONES  
Esc. 1: 75



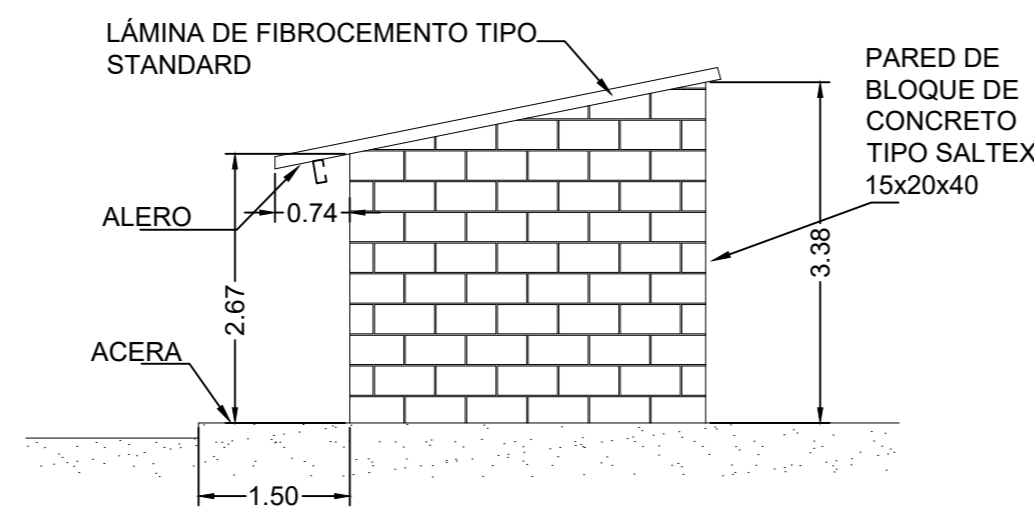
PLANTA DE INSTALACIONES ELECTRICAS  
Esc. 1: 75



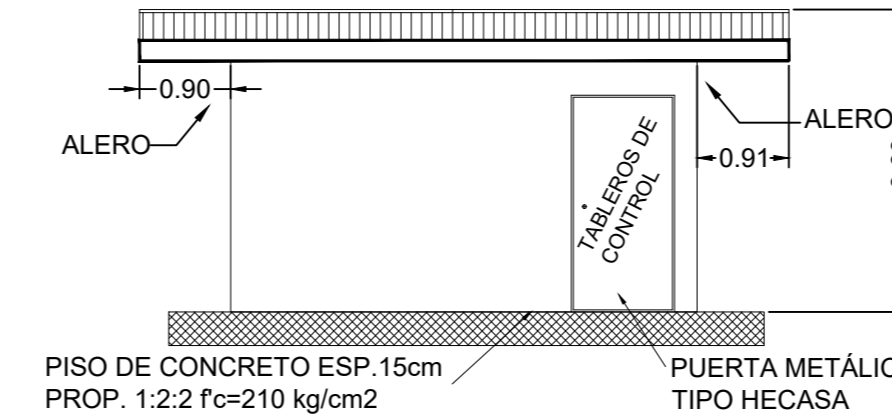
PLANTA ESTRUCTURAL DE TECHOS  
Esc. 1: 75

SIMBOLO	DESCRIPCION
	CONDUCTOR
	SPOT LIGHT DE INTEMPERIE
	TABLERO GENERAL
	SALIDA DE LUZ DE PARED 110V
	SALIDA DE LUZ 110V
	INTERRUPTOR SENCILLO
	INTERRUPTOR DOBLE
	TOMA DOBLE POLARIZADO
	TOMA PARA TELEFONO (INTERNET)

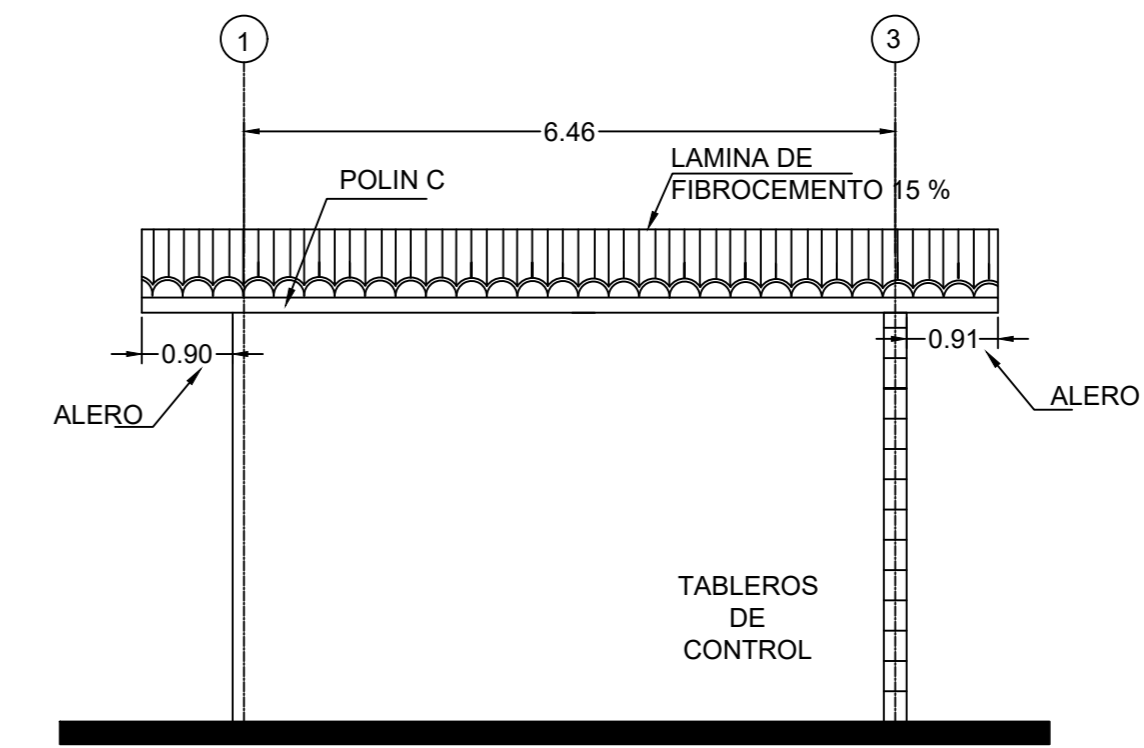
CUADRO DE ACABADO	
PAREDES	
1	PARED DE BLOQUE DE CONCRETO 15x20x40 CMS. ACABADO REPELLADO, AFINADO Y PINTADO 2 MANOS AMBOS LADOS
PISOS	
1	PISO DE CONCRETO 15CM. DE ESP. CONCRETO 1:2:2
2	ACERA DE CONCRETO. ELECT. 6"x6" 10CM. ESP. CONCRETO 1:2:3



VISTA LATERAL CASETA TIPO  
Esc. 1: 75



ELEVACION PRINCIPAL  
Esc. 1: 75

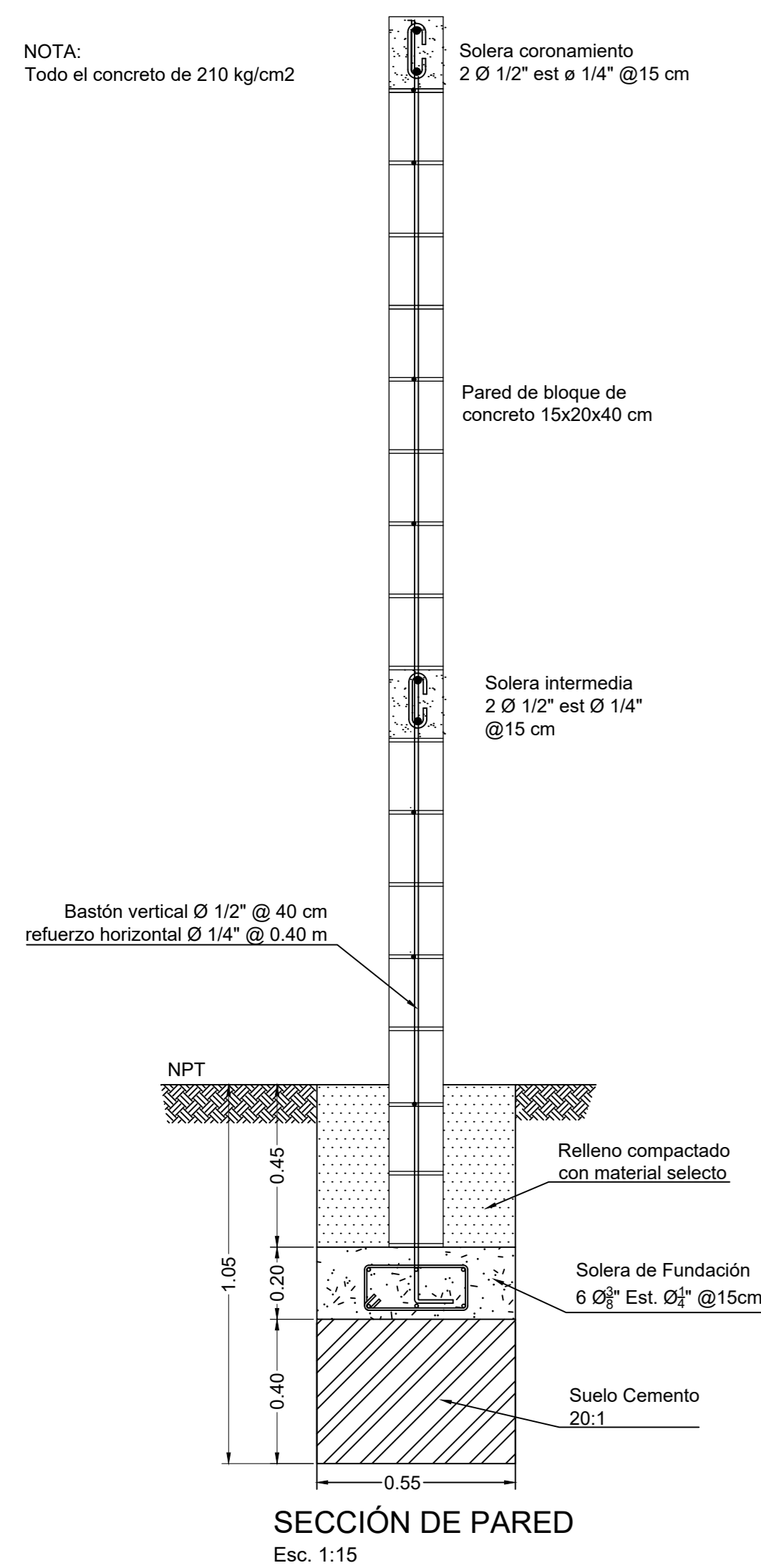


SECCION A-A  
Esc. 1: 75

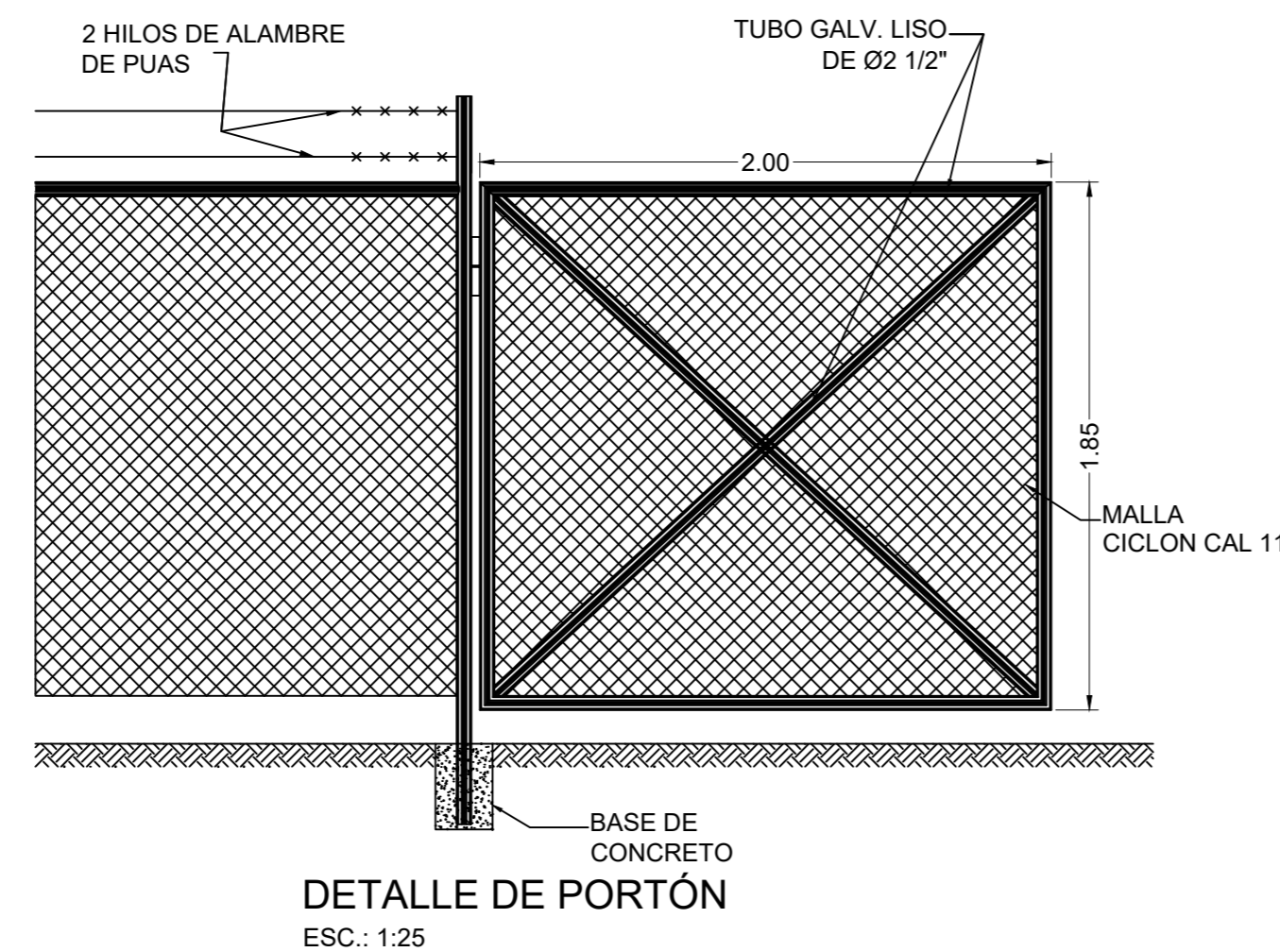
CUADRO DE VENTANAS						
CLAVE	ANCHO	ALTO	REPISA	AREA	CANT.	DESCRIPCION
1	1.03	0.97	1.41 Ext 1.15 Int	1.00	1	CELOSIA DE BARRO

CUADRO DE PUERTAS					
CLAVE	ANCHO	ALTO	# HOJAS	CANT.	DESCRIPCION
1	1.00	2.10	1	1	PUERTA PREFABRICADA METALICA TIPO HECASA, C/ PINTURA ANTICORROSIVA

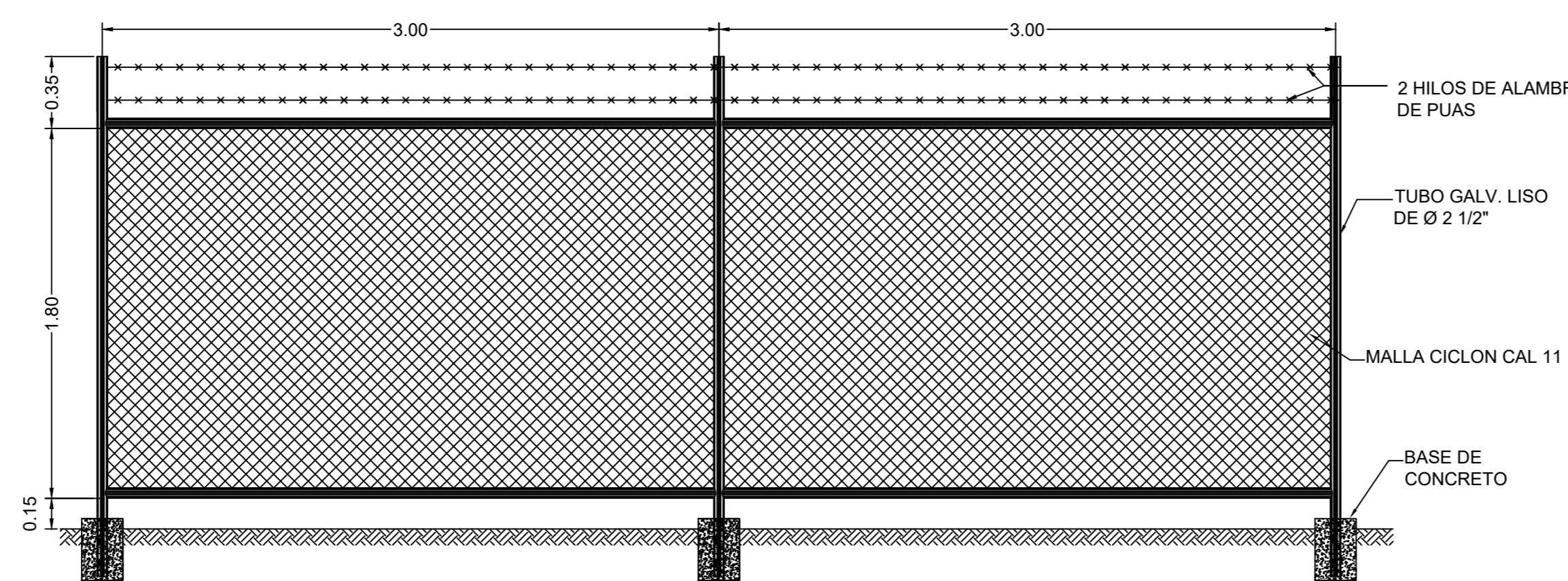
NOTA:  
Todo el concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>



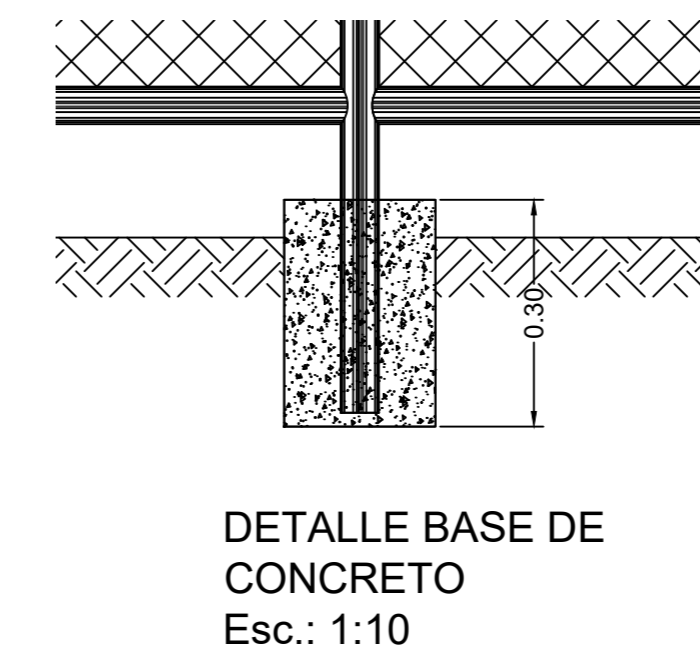
SECCION DE PARED  
Esc. 1:15



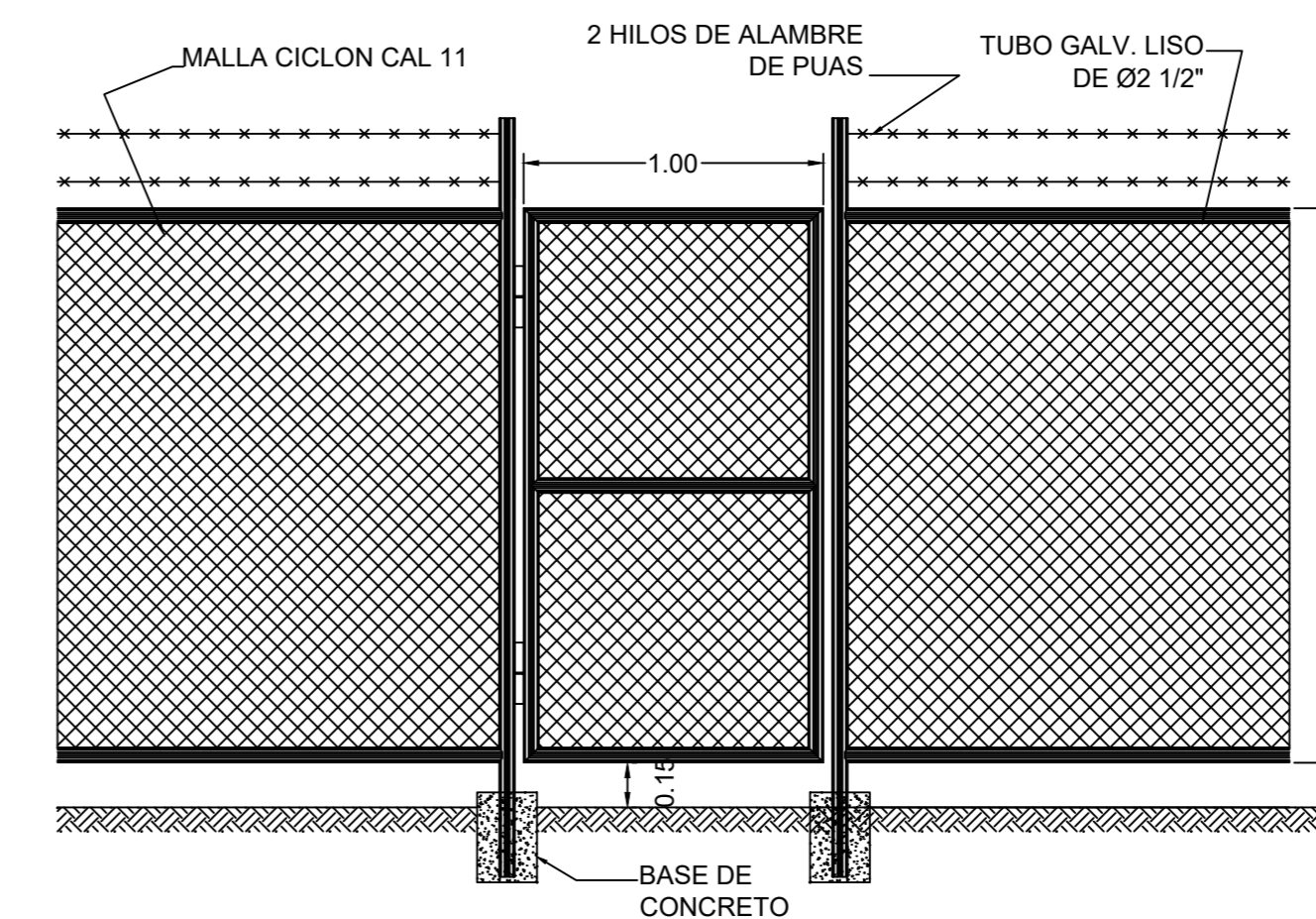
DETALLE DE PORTÓN  
ESC.: 1:25



DETALLE DE CERCO MALLA CICLÓN  
ESC.: 1:25



DETALLE BASE DE CONCRETO  
Esc.: 1:10



DETALLE DE PUERTA  
ESC.: 1:25



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



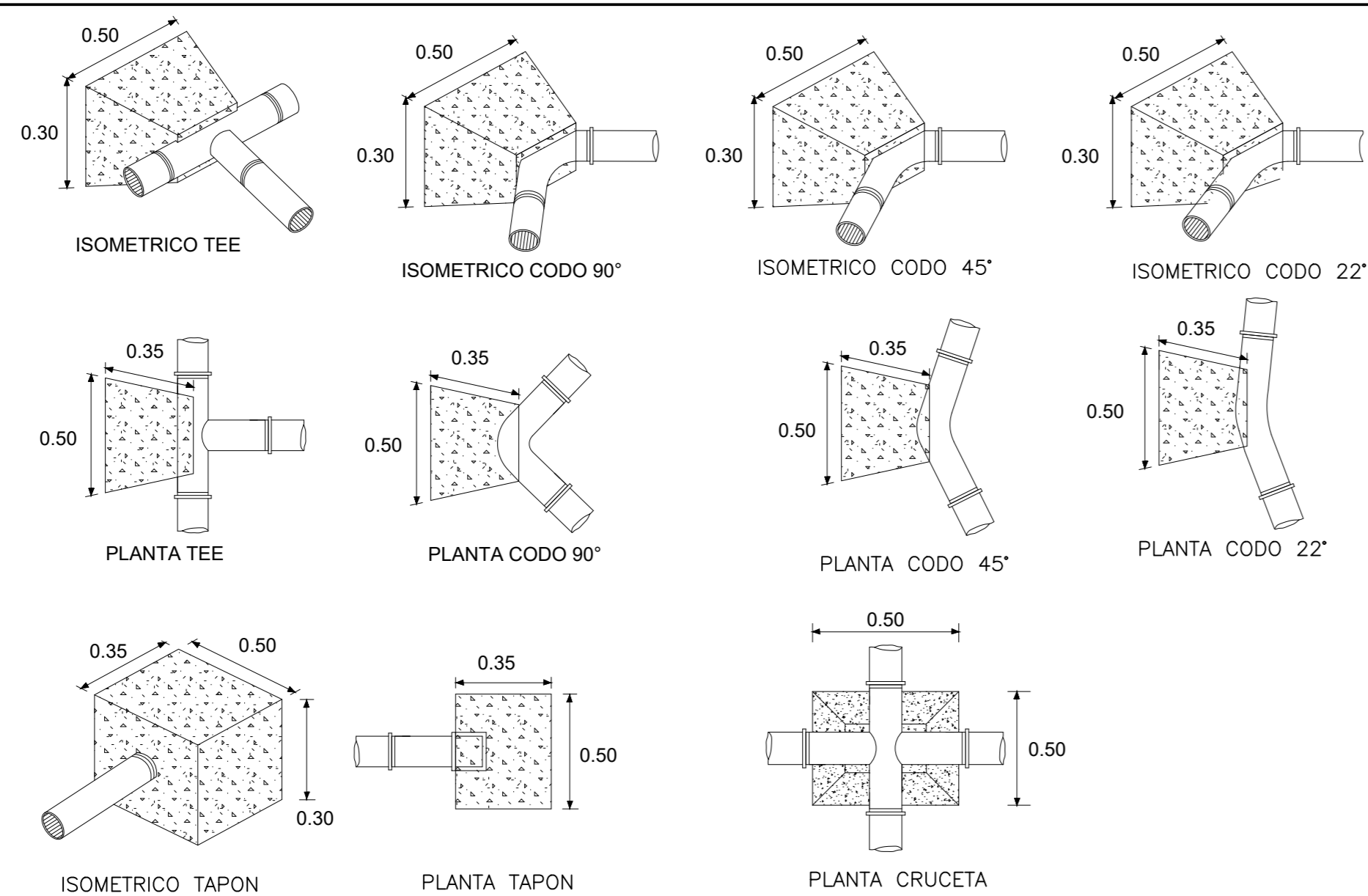
PROYECTO:  
"DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CASERIOS EL PITAL Y LAS TABLAS, CANTÓN LA MAGDALENA, MUNICIPIO DE CHALCHUAPA, DEPARTAMENTO DE SANTA ANA, EL SALVADOR"

DOCENTE ASESOR:  
ING. RAÚL ERNESTO MARTÍNEZ BERMÚDEZ

PRESENTA:  
JAIME LUIS RAMÍREZ ZARCEÑO  
WALTER ISMAEL ESPINOZA GUARDADO

CONTENIDO:  
DETALLES CONSTRUCTIVOS DE CASETA Y CERCO PERIMETRAL

No. PLANO:  
D - 2  
2 DE 5  
FECHA:  
OCTUBRE 2021  
ESCALA:  
INDICADA

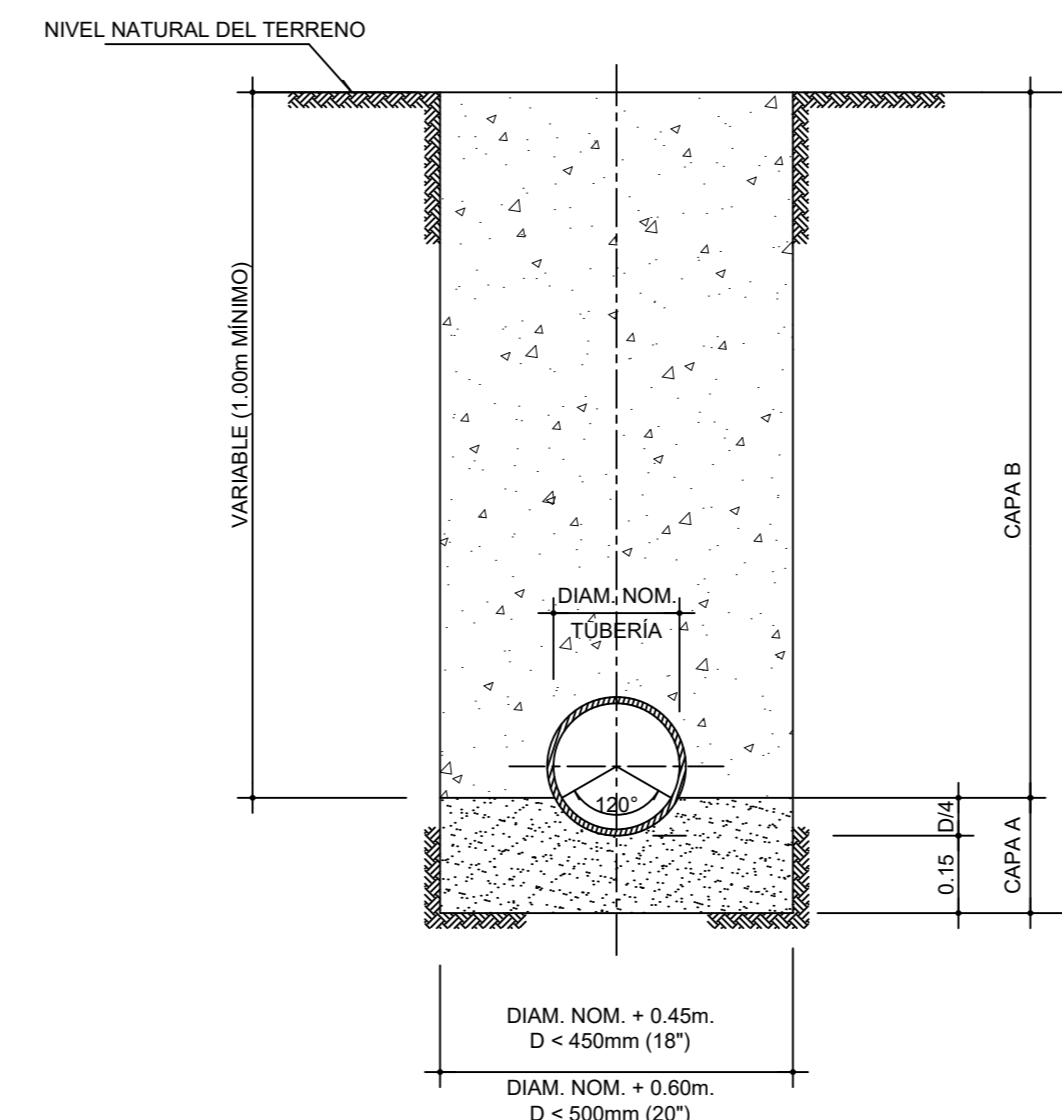


LEYENDA CAPAS DE RELLENOS

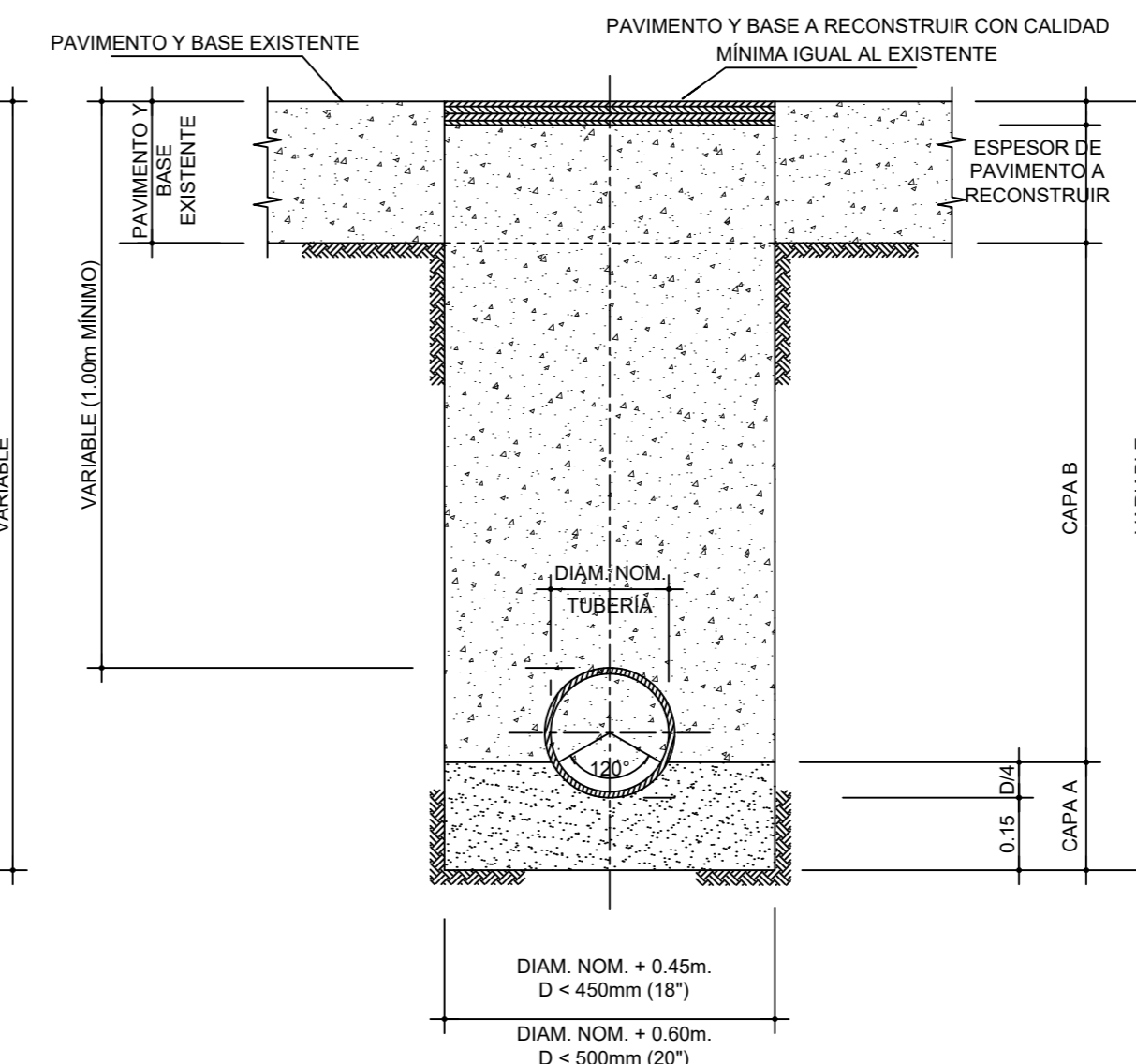
CAPA TIPO	DESCRIPCION DEL MATERIAL DE RELLENO
A	CAMA DE TUBERIA RECOMPACTADA CON MATERIAL DEL LUGAR
B	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECTO COMPACTADO EN CAPAS DE 0.10 m. PARA QUE QUEDA COMPACTADO DEBAJO Y ALREDEDOR DE LA TUBERIA DEBE USARSE COMPACTADOR DE BARRA.

NOTA: EN TERRENO SUAVE O ARENOSO, EL FONDO DE LA ZANJA SERA EXCAVADO A MANO PARA QUE SE AJUSTE A 1/4 PARTE DEL FONDO DEL TUBO.

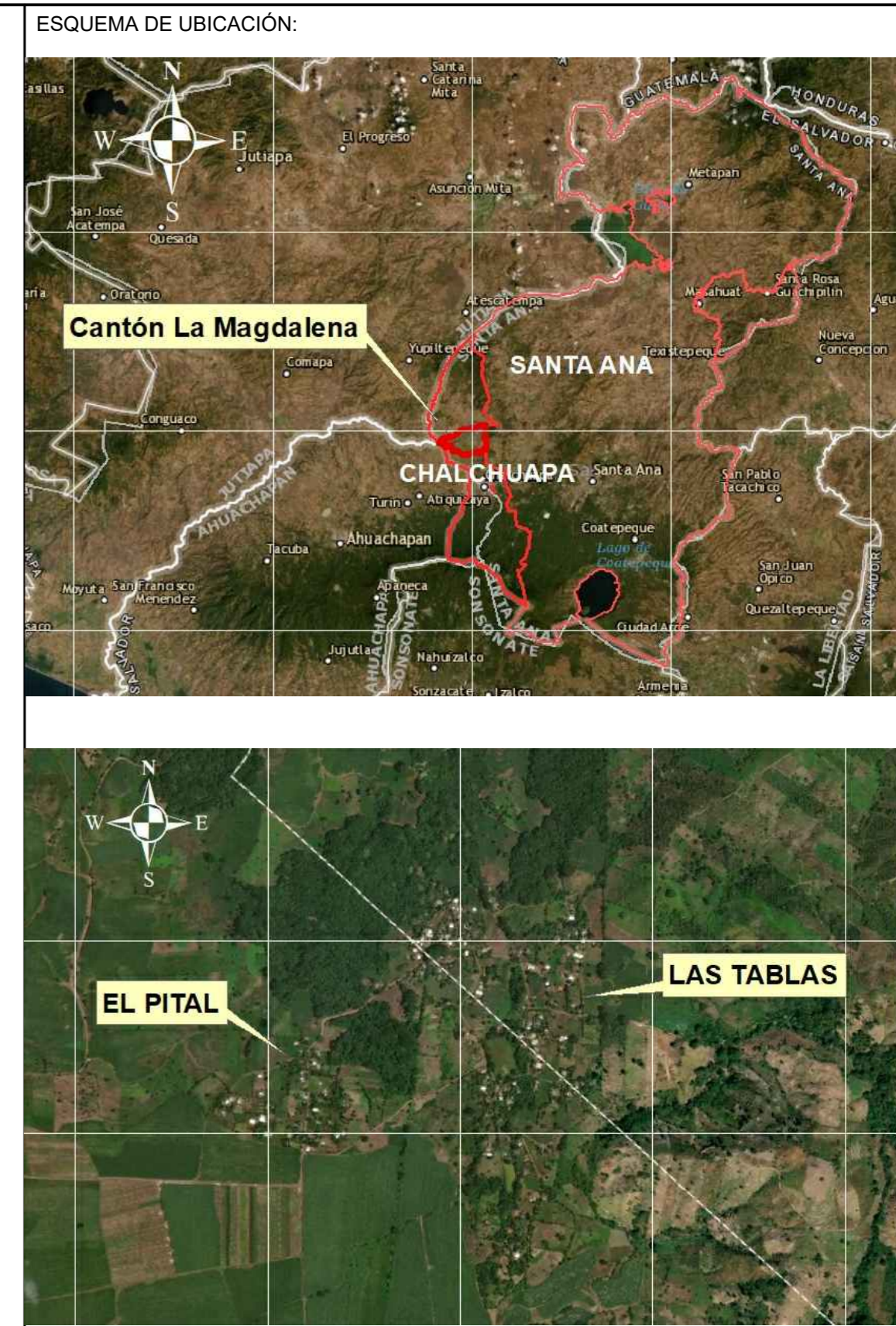
SECCIÓN TIPO SIN PAVIMENTO EXISTENTE



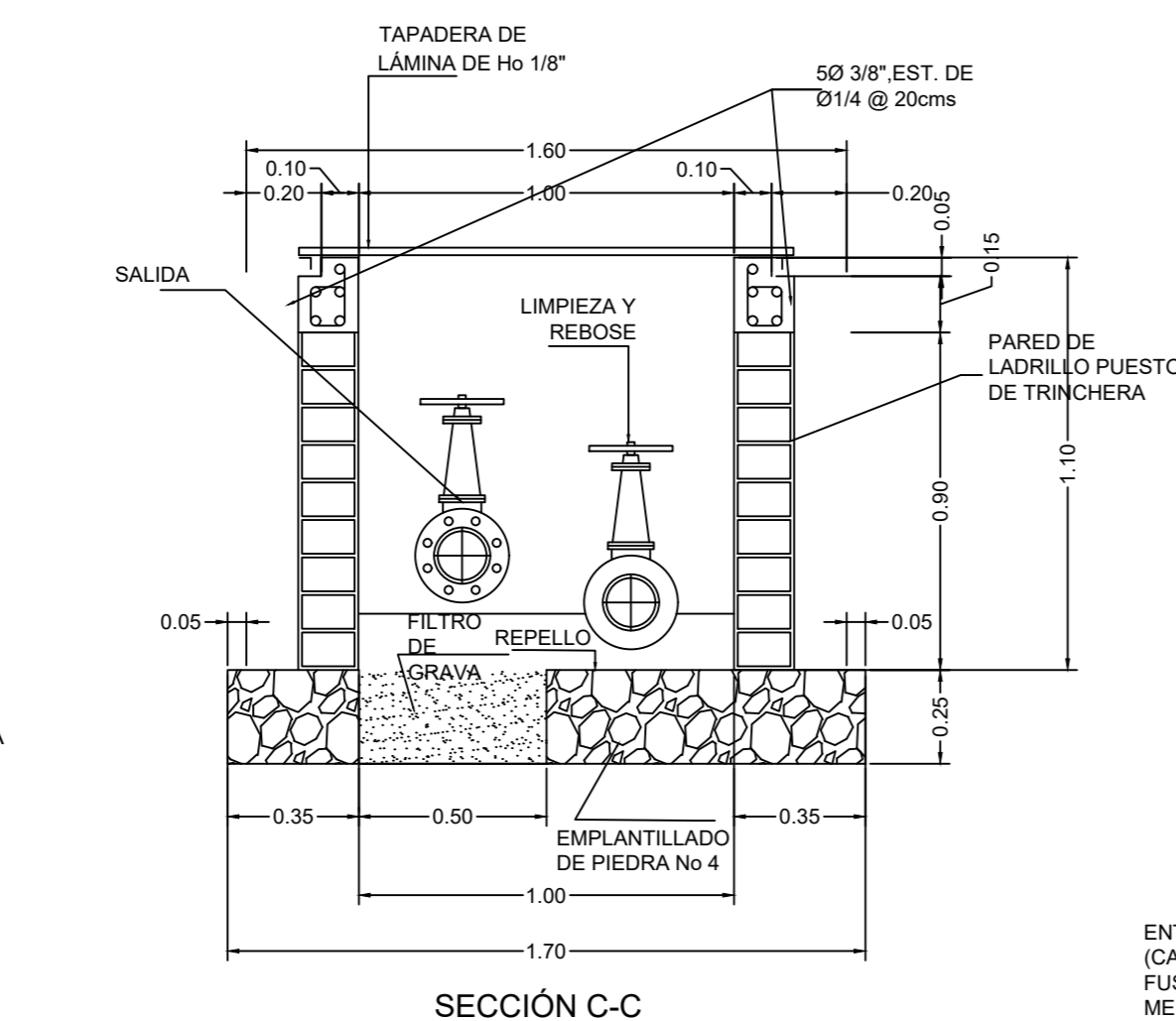
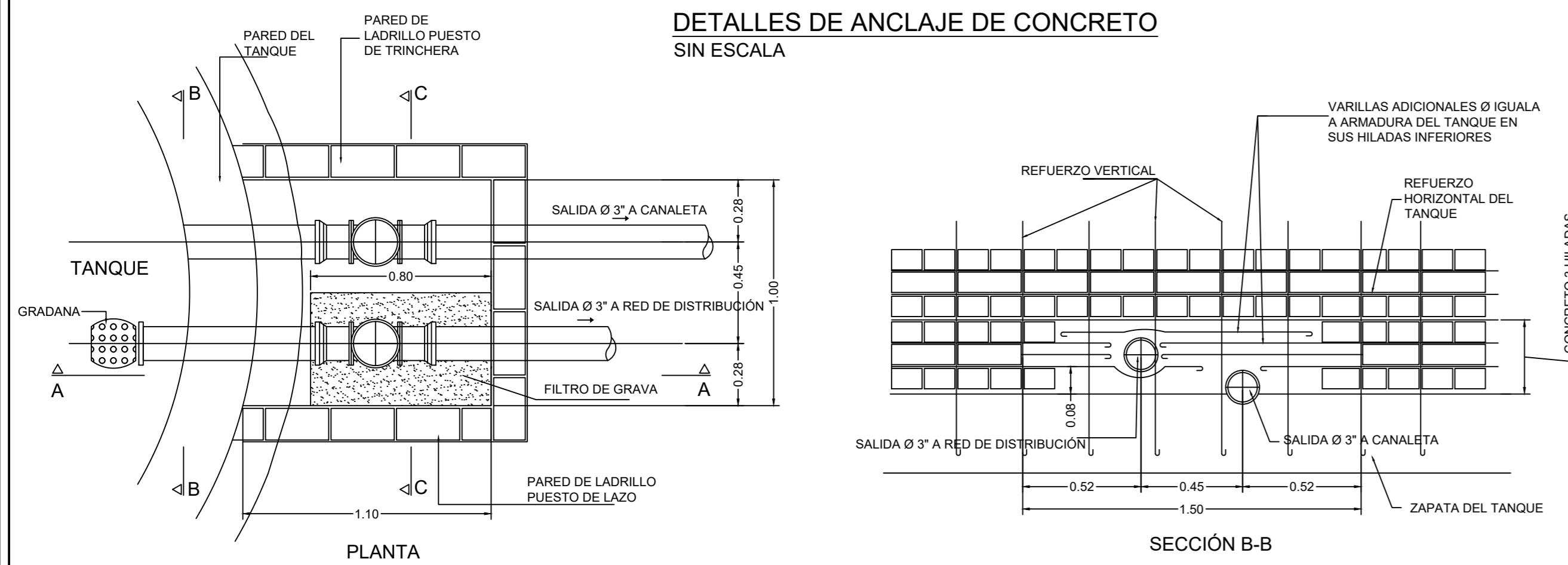
SECCIÓN TIPO CON PAVIMENTO EXISTENTE



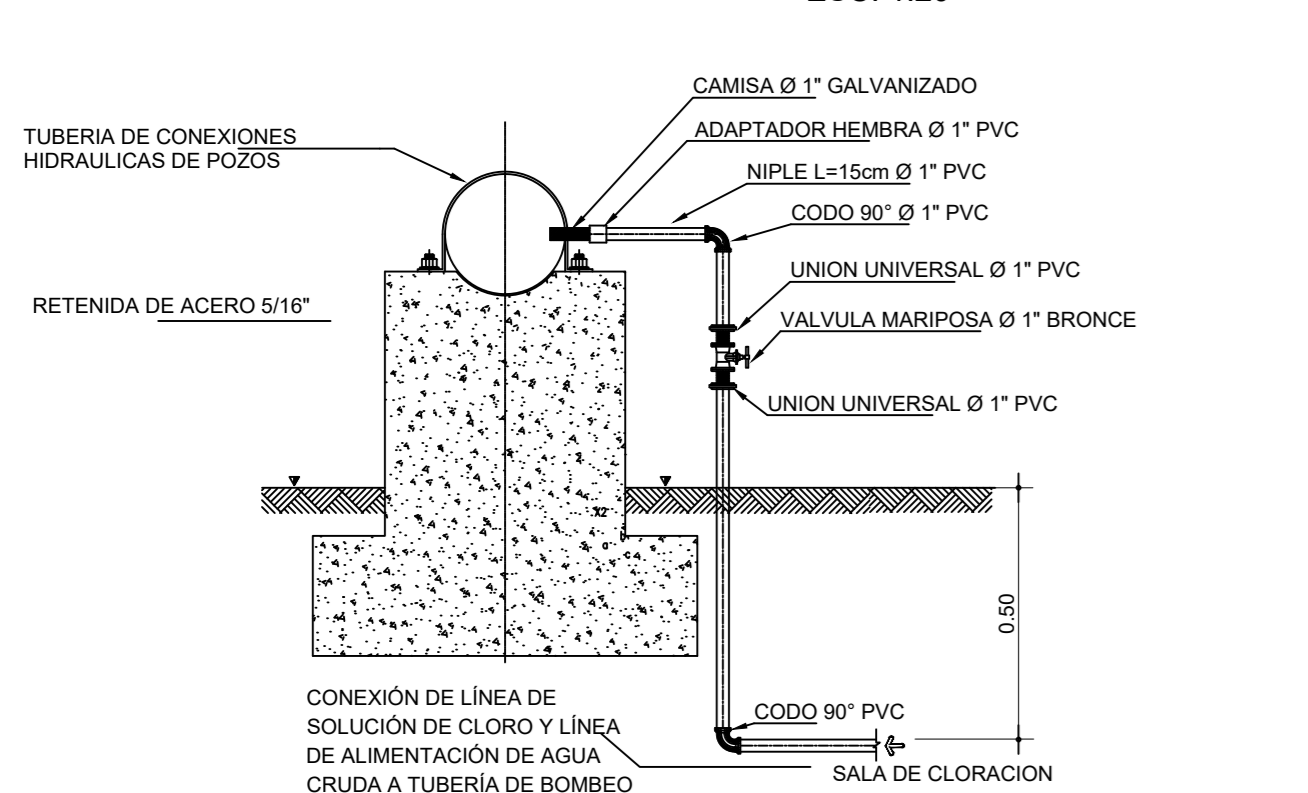
DETALLE DE SECCIÓN TIPO DE EXCAVACIÓN PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍA ESC. 1:15



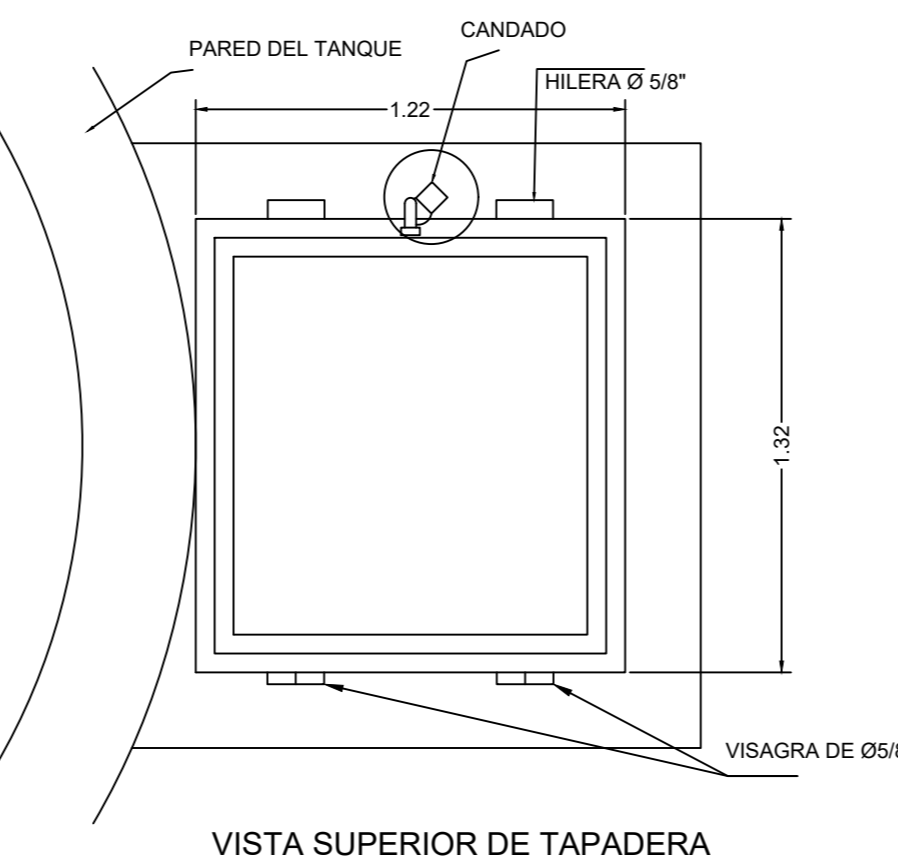
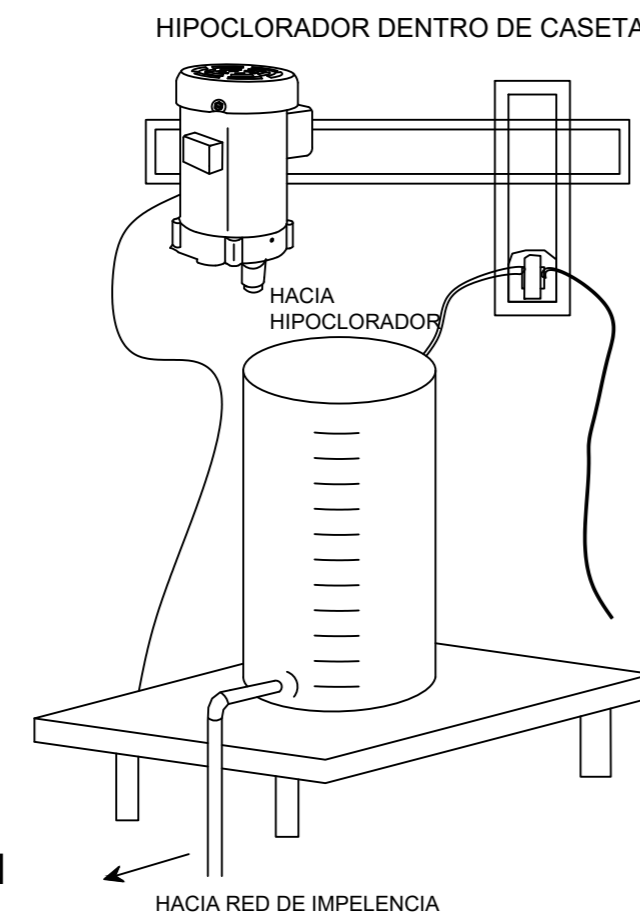
DETALLES DE ANCLAJE DE CONCRETO SIN ESCALA



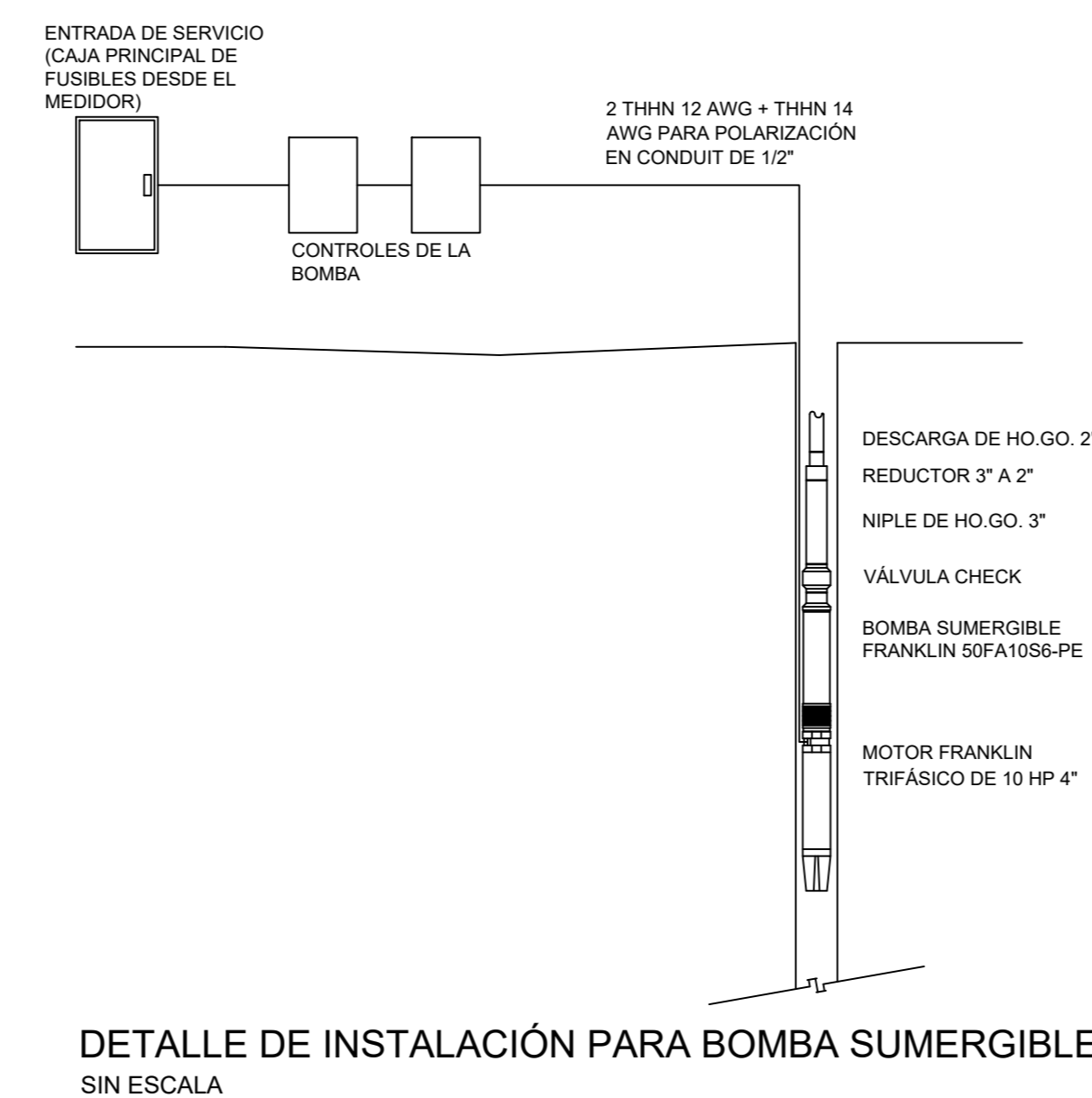
DETALLES DE CAJA DE CONEXIÓN HIDRÁULICA EN TANQUE Y RED DE DISTRIBUCIÓN ESC. 1:20



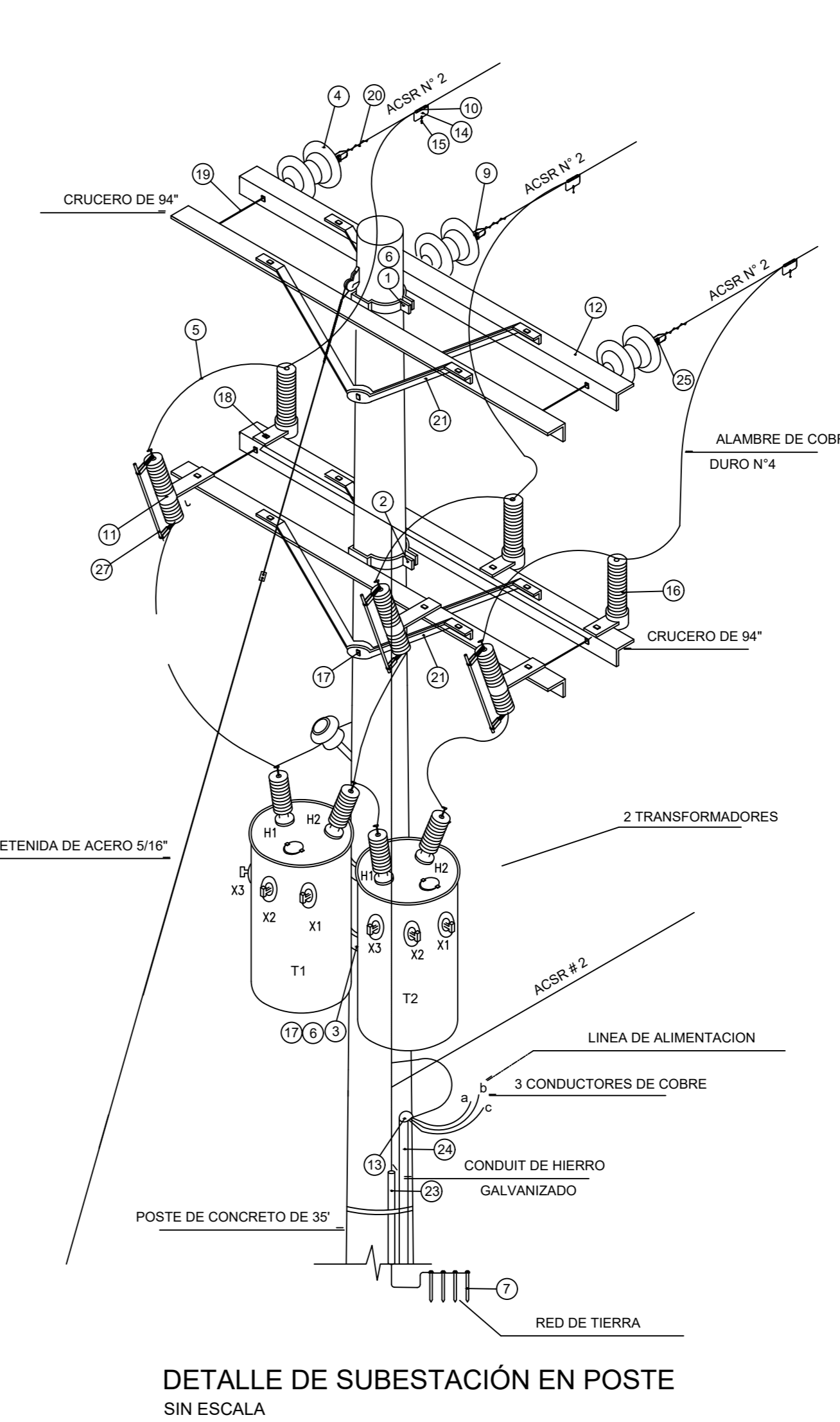
DETALLE DE SISTEMA DE CLORACIÓN SIN ESCALA



VISTA SUPERIOR DE TAPADERA



DETALLE DE INSTALACIÓN PARA BOMBA SUMERGIBLE SIN ESCALA



DETALLE DE SUBESTACIÓN EN POSTE SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



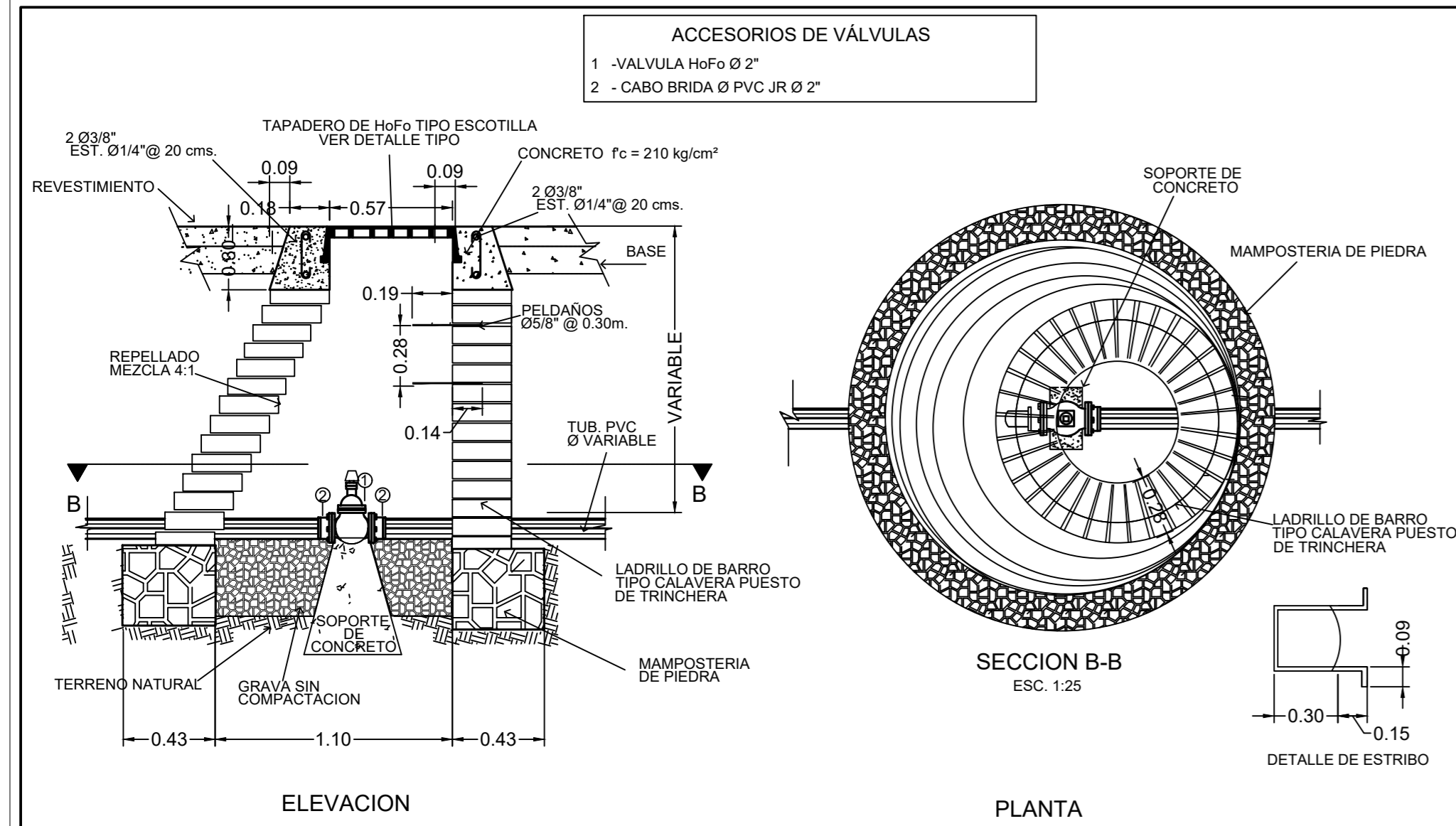
PROYECTO:  
"DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CASERIOS EL PITAL Y LAS TABLAS, CANTÓN LA MAGDALENA, MUNICIPIO DE CHALCHUAPA, DEPARTAMENTO DE SANTA ANA, EL SALVADOR"

DOCENTE ASesor:  
ING. RAÚL ERNESTO MARTÍNEZ BERMÚDEZ

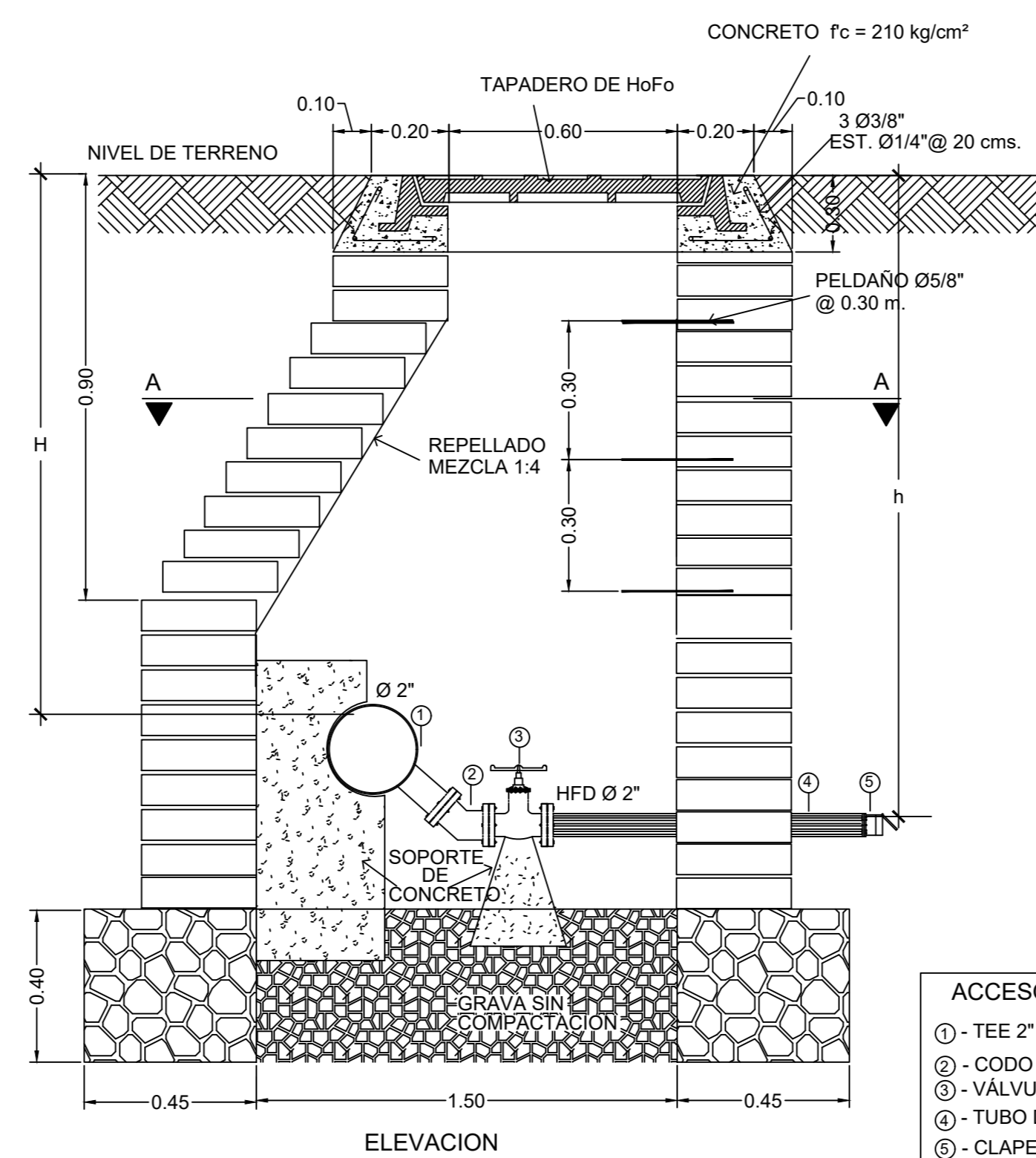
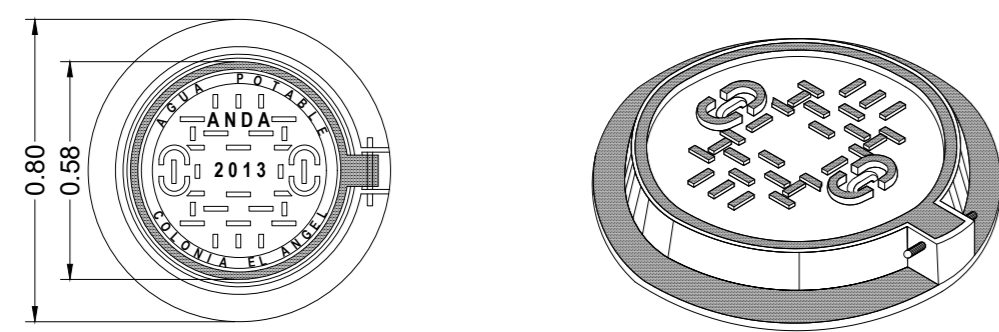
PRESENTA:  
JAIME LUIS RAMÍREZ ZARCEÑO  
WALTER ISMAEL ESPINOZA GUARDADO

CONTENIDO:  
DETALLES GENERALES

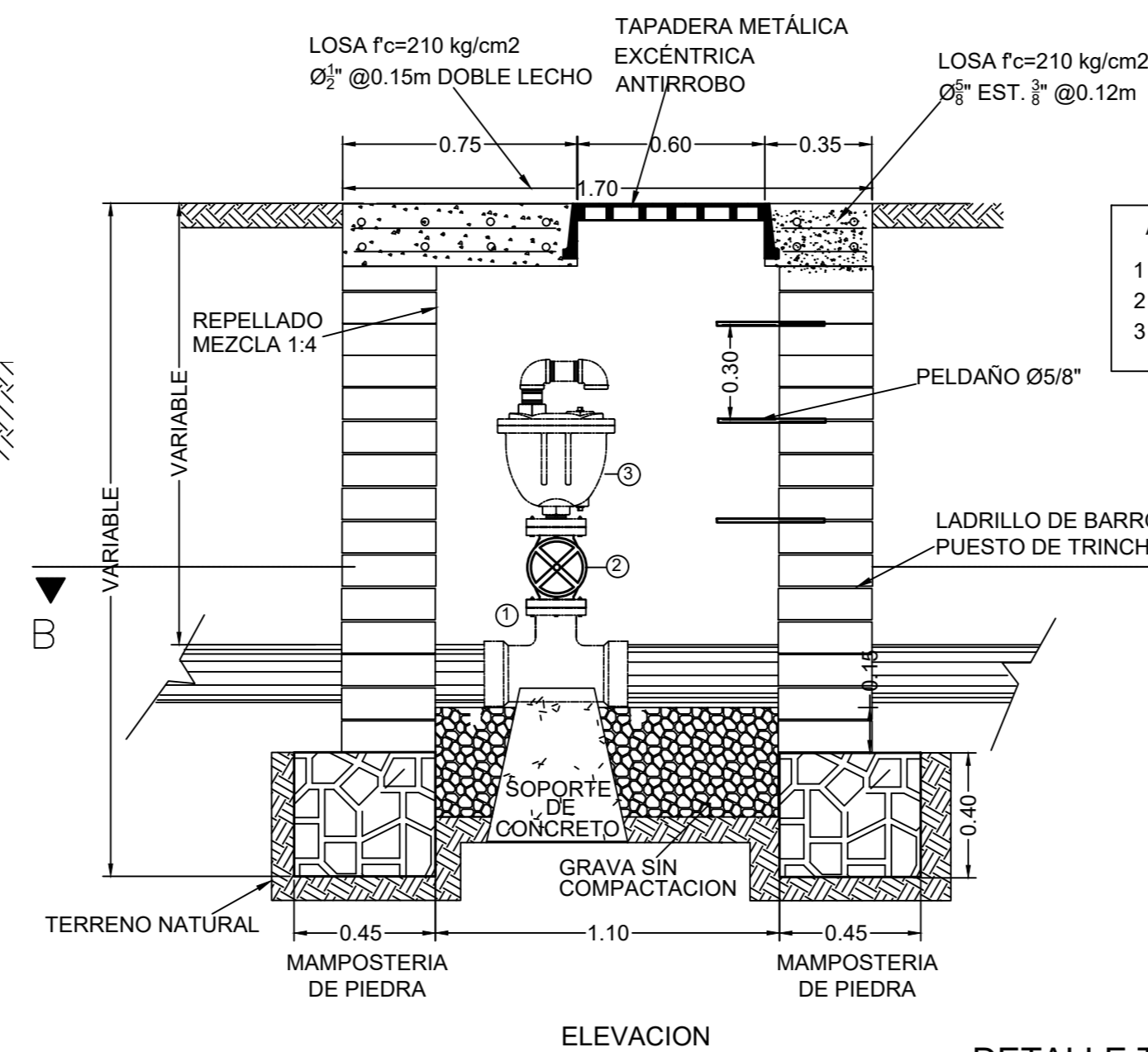
No. PLANO:  
D - 3  
3 DE 5  
FECHA: OCTUBRE 2021 ESCALA: INDICADA



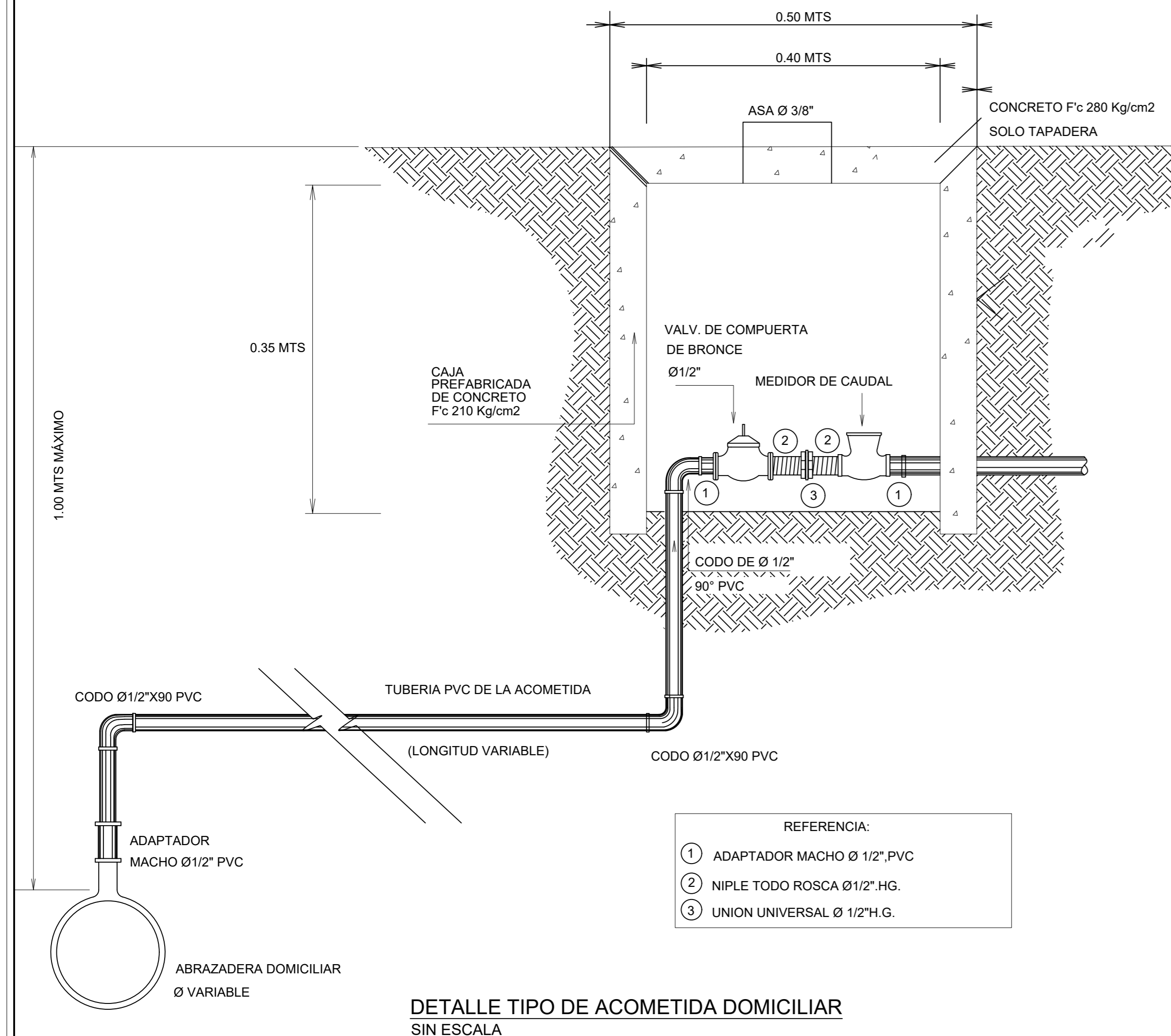
**DETALLE TIPO POZO PARA VÁLVULAS**  
 ESC. 1:25



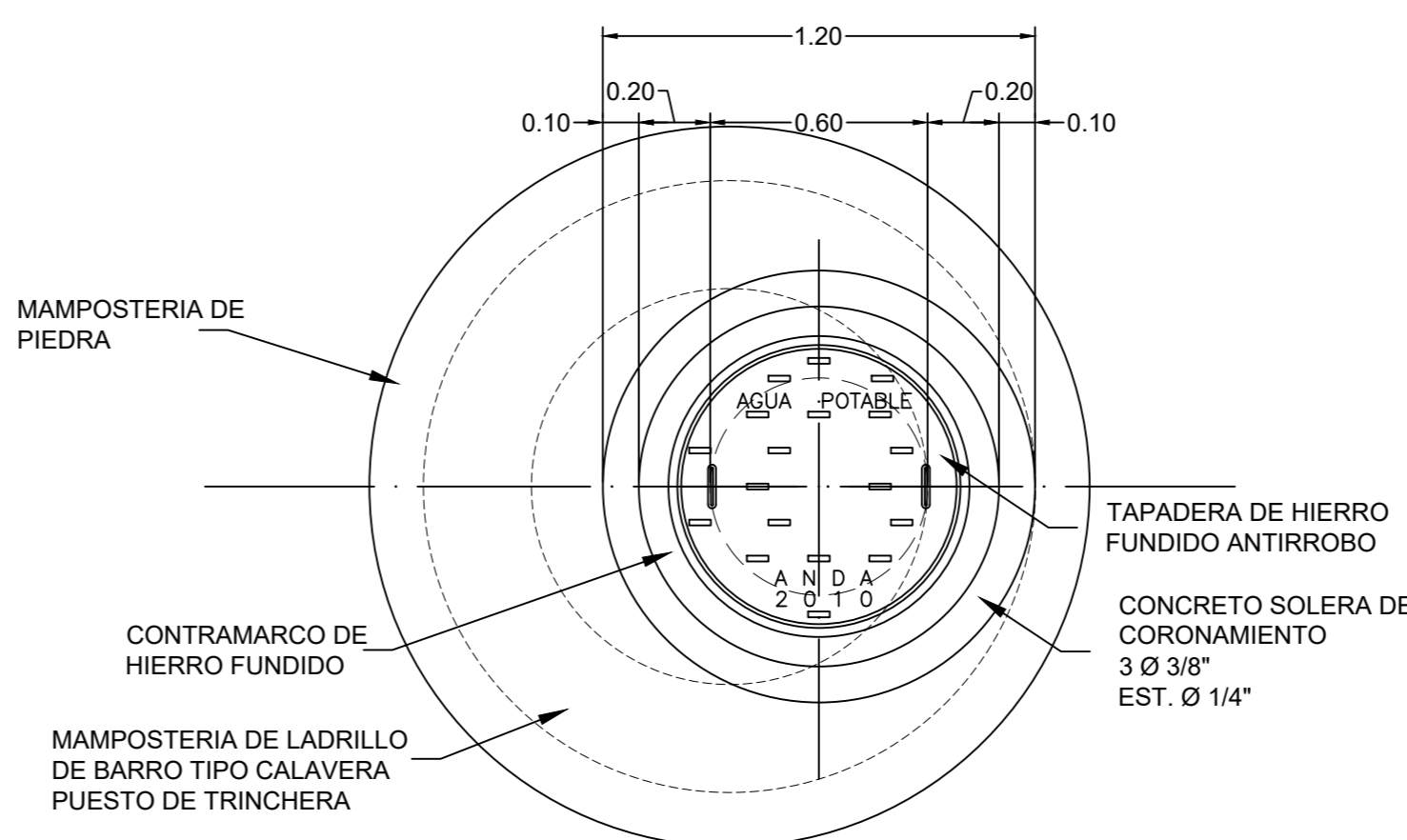
**DETALLE TIPO PARA PURGA DE LODOS**  
 ESC. 1:20



**DETALLE TIPO POZO PURGA DE AIRE**  
 ESC. 1:20



**DETALLE TIPO DE ACOMETIDA DOMICILIAR SIN ESCALA**



**DETALLE TIPO DE TAPADERA EXCÉNTRICA**  
 ESC. 1:20



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**



**PROYECTO:**  
 "DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CASERIOS EL PITAL Y LAS TABLAS, CANTÓN LA MAGDALENA, MUNICIPIO DE CHALCHUAPA, DEPARTAMENTO DE SANTA ANA, EL SALVADOR"

**DOCENTE ASESOR:**  
 ING. RAÚL ERNESTO MARTÍNEZ BERMÚDEZ

**PRESENTA:**  
 JAIME LUIS RAMÍREZ ZARCEÑO  
 WALTER ISMAEL ESPINOZA GUARDADO

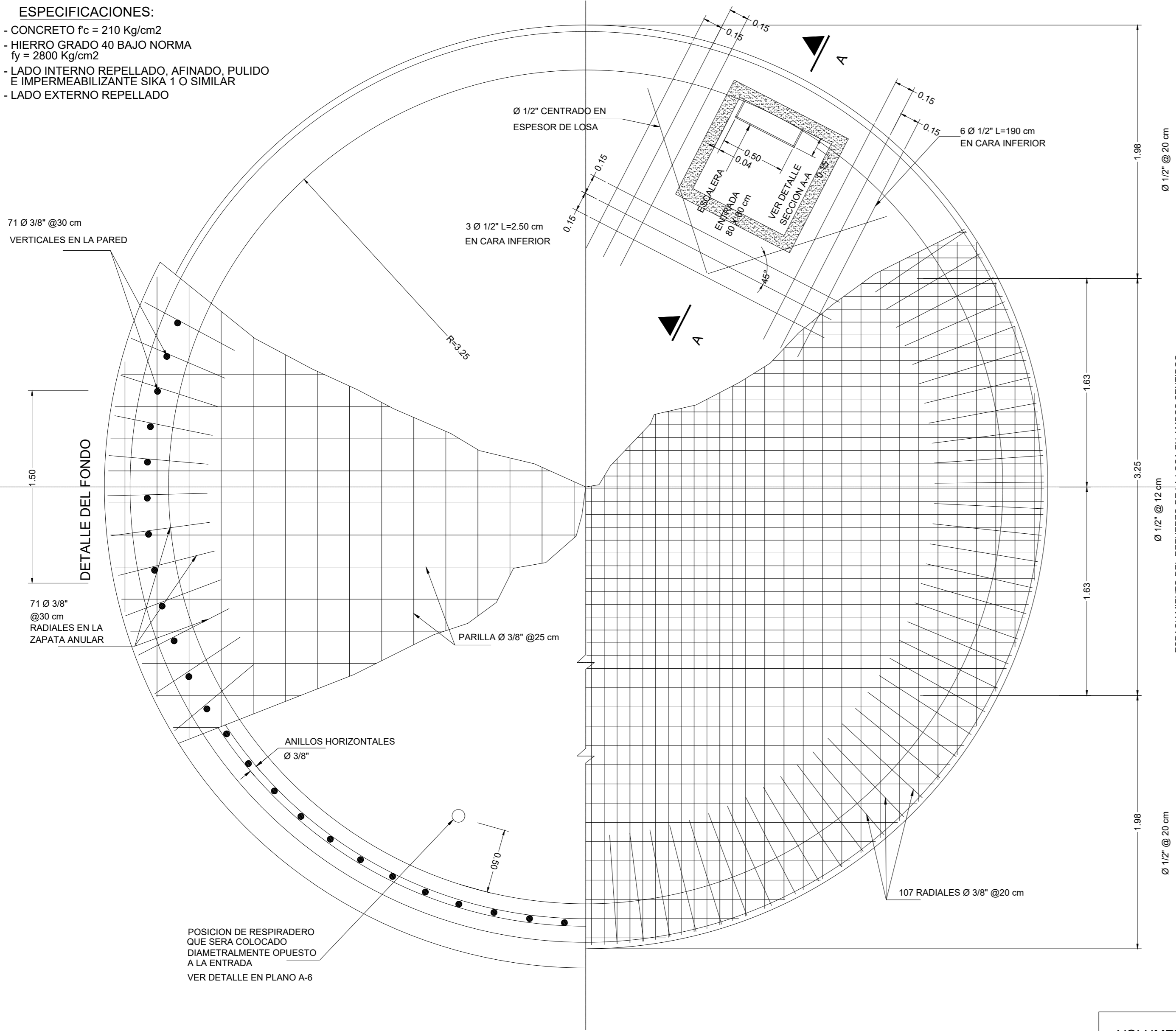
**CONTENIDO:**  
 DETALLES TIPO DE POZOS PARA VÁLVULAS Y ACOMETIDA DOMICILIAR

**No. PLANO:**  
 D - 4

**FECHA:**  
 4 DE OCTUBRE 2021

**ESCALA:**  
 5 DE INDICADA

**ESPECIFICACIONES:**  
 - CONCRETO  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
 - HIERRO GRADO 40 BAJO NORMA  $f_y = 2800 \text{ Kg/cm}^2$   
 - LADO INTERNO REPELLADO, AFINADO, PULIDO E IMPERMEABILIZANTE SIKA 1 O SIMILAR  
 - LADO EXTERNO REPELLADO

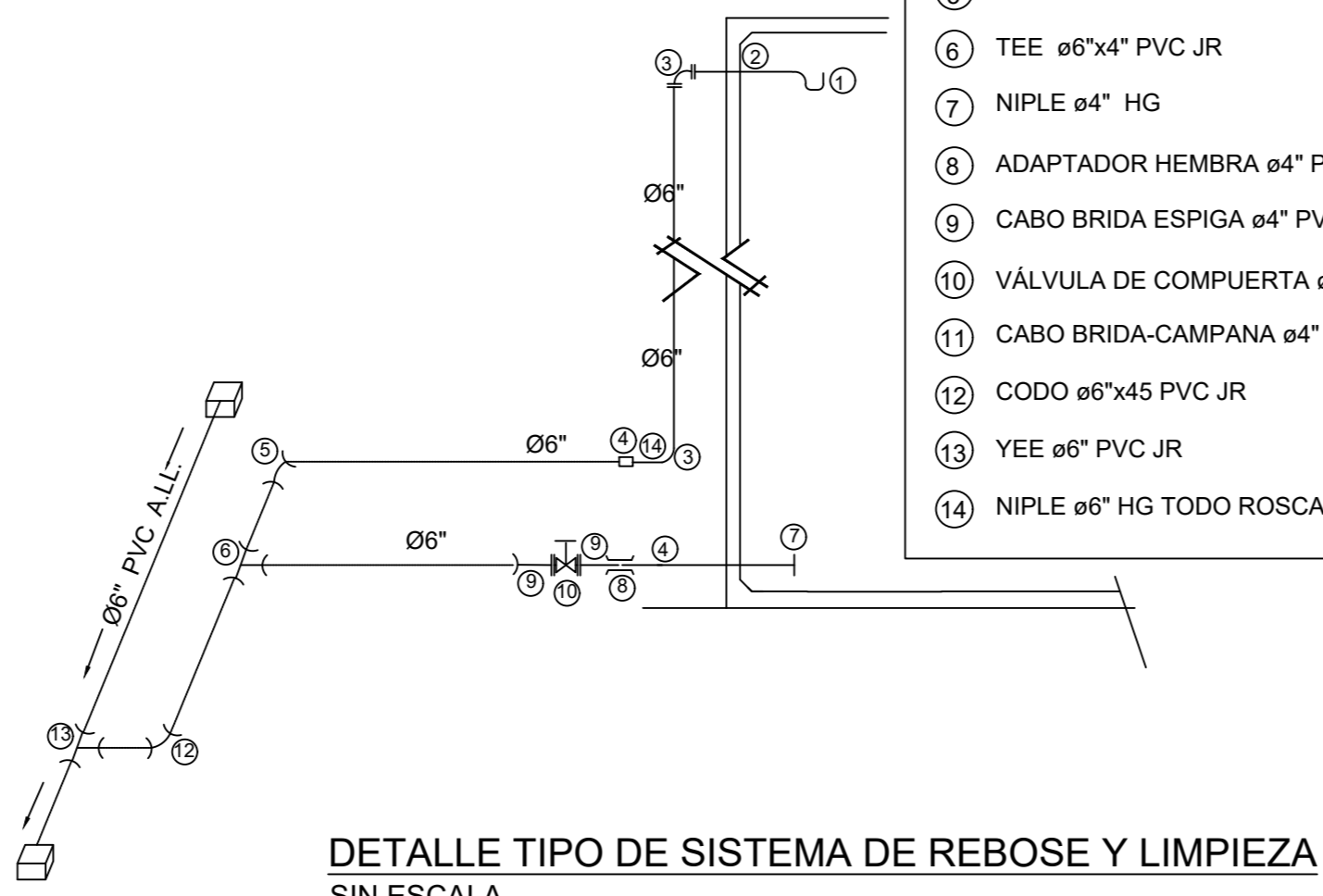


**PLANTA DE FUNDACIÓN Y TECHO DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO SIN ESCALA**

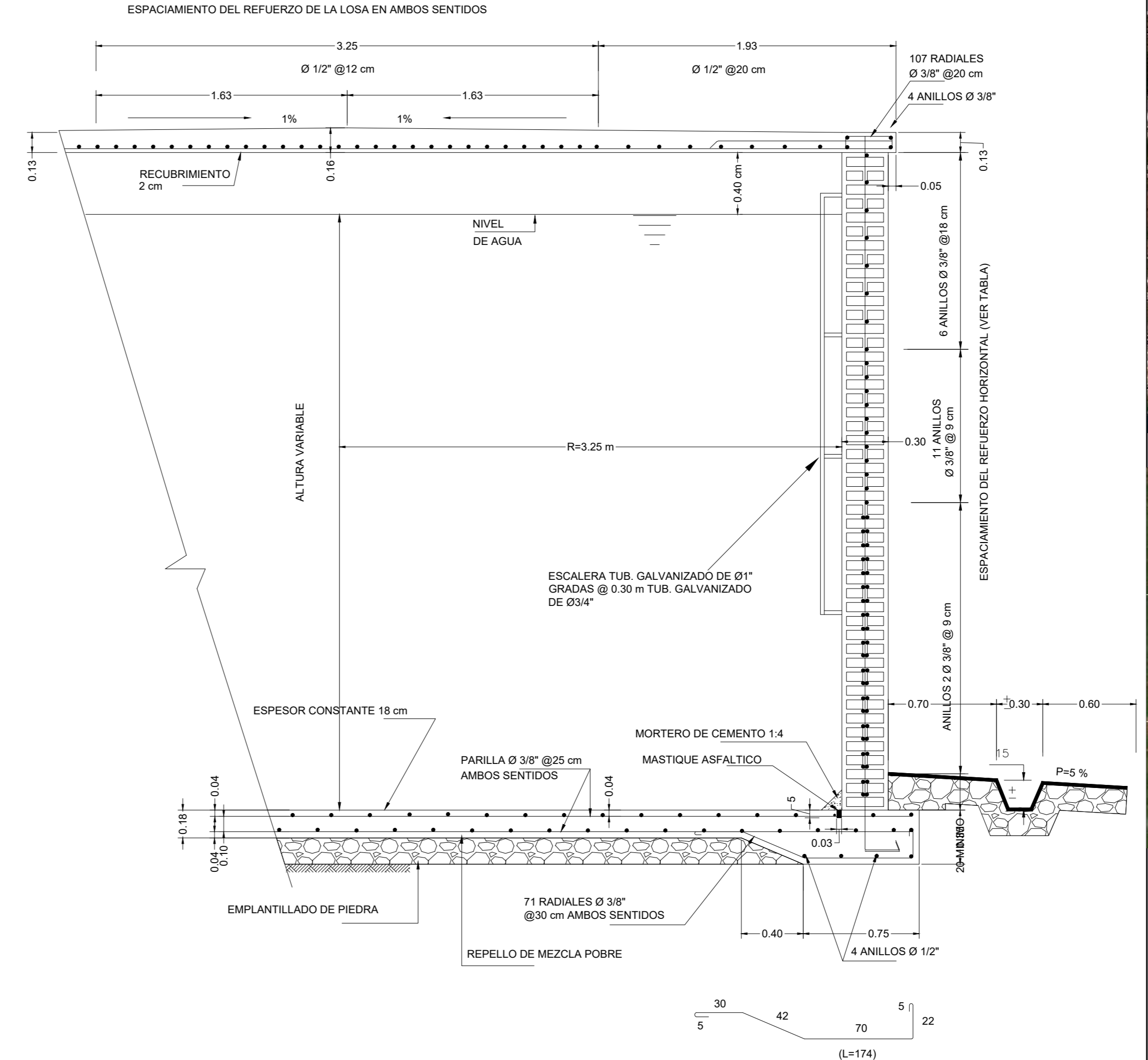
VOLUMEN DE TANQUE	100 m <sup>3</sup>
ALTURA INTERIOR	3.40 m
MAX. TIRANTE DE AGUA	3.00 m
DIAMETRO INTERIOR	6.50 m

**NOTAS:**  
 1- La estructura del tanque debera ser centrada con respecto al terreno.  
 2- Todas las conexiones hidraulicas de entrada, salida, rebose y limpieza a ubicarse dentro del tanque se instalaran percanas a laboca de inspeccion pero sin interferir con ellas, ni con las escaleras.

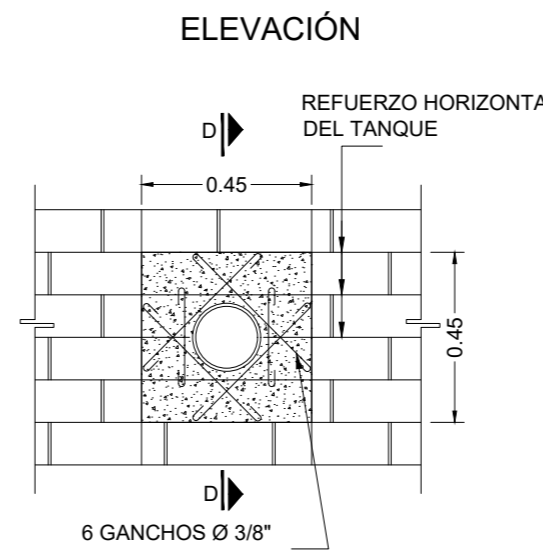
- SIMBOLOGIA**
- 1 SIFÓN ø6"
  - 2 NIPLE ø6" hg
  - 3 CODO ø6"x90
  - 4 ADAPTADOR HEMBRA ø6"
  - 5 CODO ø6"x90 PVC JR
  - 6 TEE ø6"x4" PVC JR
  - 7 NIPLE ø4" HG
  - 8 ADAPTADOR HEMBRA ø4" PVC
  - 9 CABO BRIDA ESPIGA ø4" PVC
  - 10 VÁLVULA DE COMPUERTA ø4" HF JB
  - 11 CABO BRIDA-CAMPANA ø4" PVC JR
  - 12 CODO ø6"x45 PVC JR
  - 13 YEE ø6" PVC JR
  - 14 NIPLE ø6" HG TODO ROSCA



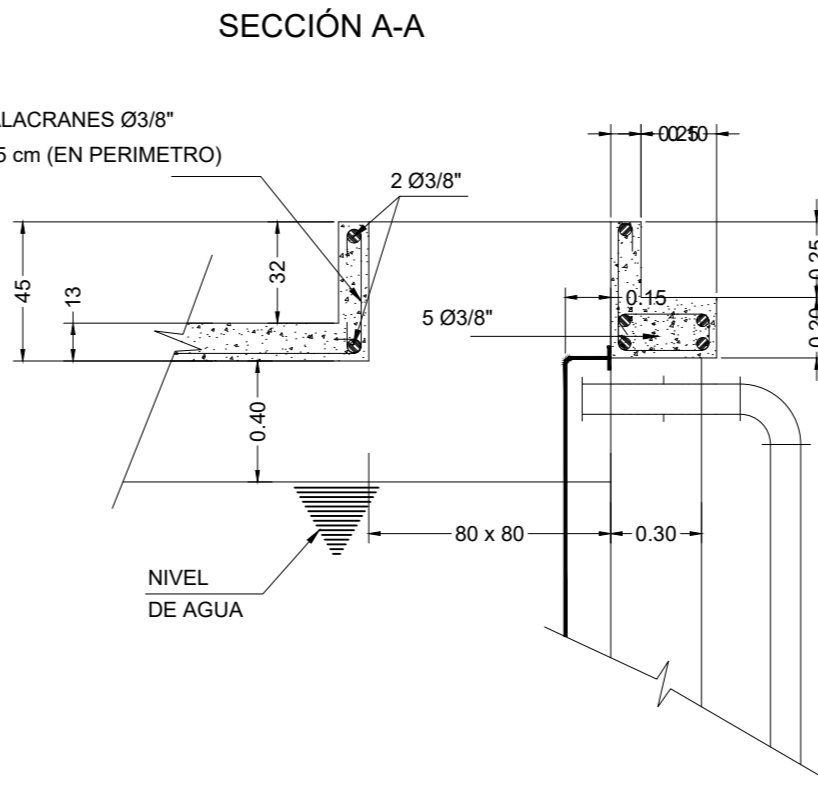
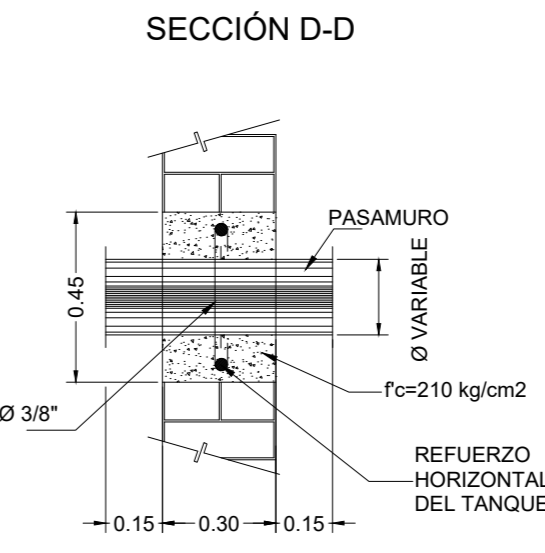
**DETALLE TIPO DE SISTEMA DE REBOSE Y LIMPIEZA SIN ESCALA**



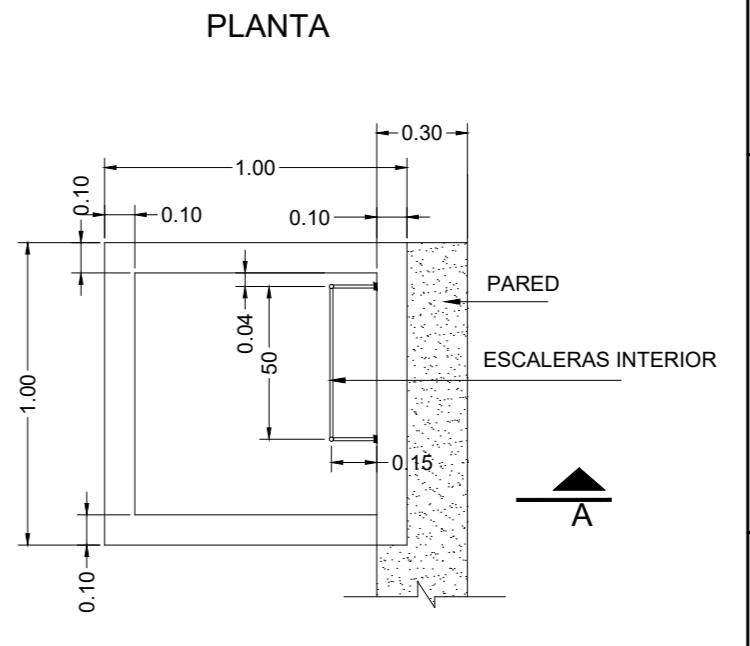
**SECCIÓN FONDO, PARED Y TECHO DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO SIN ESCALA**



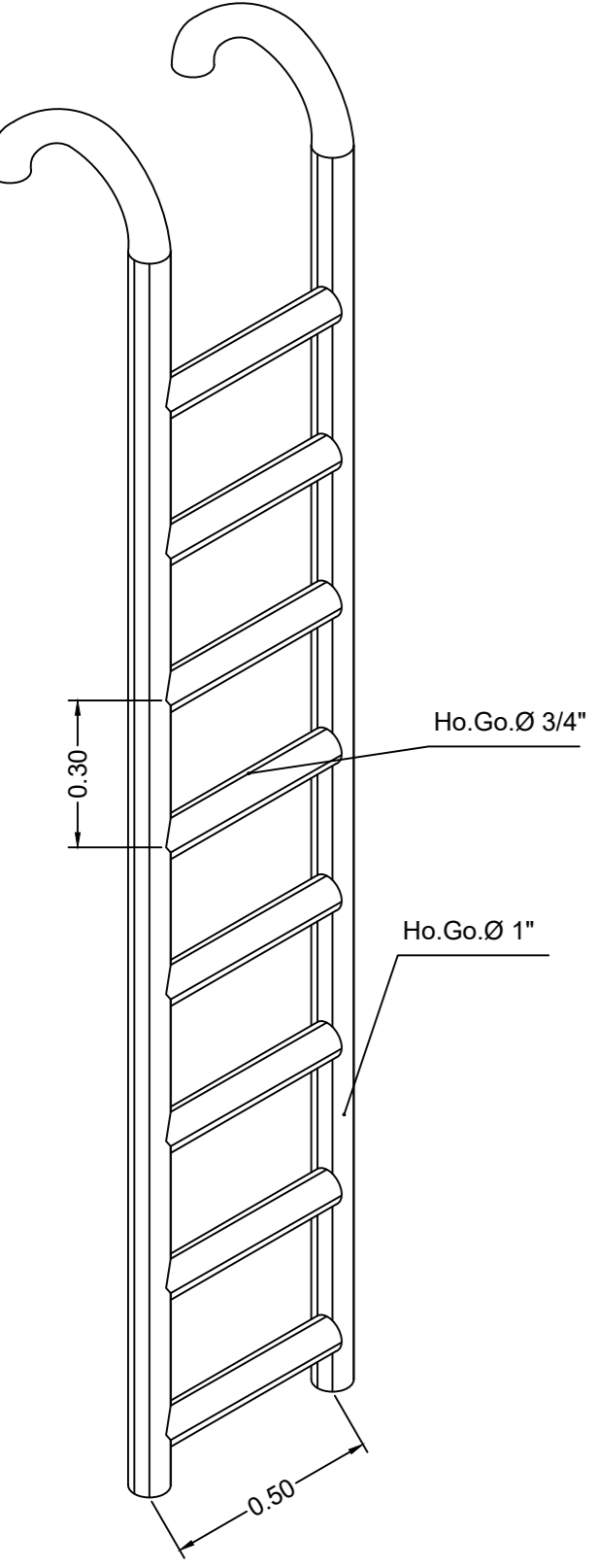
**DETALLE DE REFUERZO PARA ENTRADA INDIVIDUAL EN ZONA SUPERIOR DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO ESC.: 1:20**



**DETALLE DE PASO DE INSPECCIÓN ESC.: 1:25**



**PLANTA**

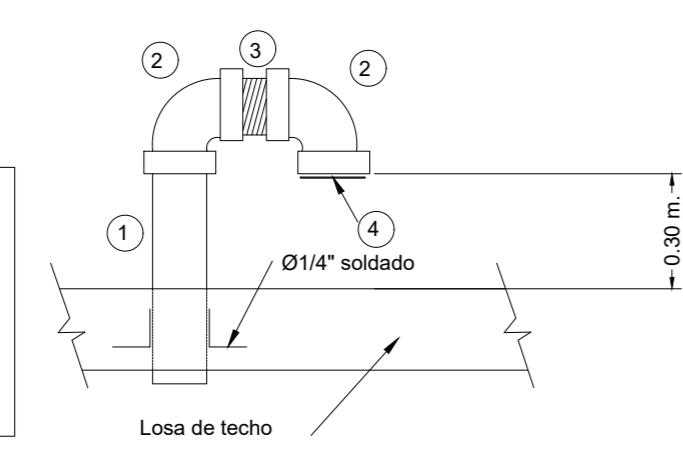


**DETALLE DE ESCALERA EXTERIO EN TANQUE SIN ESCALA**

**NUMERO DE ANILLOS HORIZONTALES**

CAPACIDAD TIPO DE ANILLO	100 m <sup>3</sup>	H=3.40
1 Ø 3/8" AC / 18 cm	6	
1 Ø 3/8" AC / 9 cm	11	
1 Ø 3/8" + 1 Ø 3/8" AC / 9 cm	11	
1 Ø 1/2" + 1 Ø 1/2" AC / 9 cm		
TOTAL ANILLOS (SIMPLES Y DOBLES)	28	

- 1 NIPLE ø2" HG
- 2 CODO ø2"x90 HG
- 3 NIPLE ROSCA ø2" HG
- 4 MALLA GALVANIZADA



**DETALLE TIPO DE RESPIRADOR EN TANQUE SIN ESCALA**



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**



**PROYECTO:**  
 "DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CASERIOS EL PITAL Y LAS TABLAS, CANTÓN LA MAGDALENA, MUNICIPIO DE CHALCHUAPA, DEPARTAMENTO DE SANTA ANA, EL SALVADOR"

**DOCENTE ASESOR:**  
 ING. RAÚL ERNESTO MARTÍNEZ BERMÚDEZ

**PRESENTA:**  
 JAIME LUIS RAMÍREZ ZARCEÑO  
 WALTER ISMAEL ESPINOZA GUARDADO

**CONTENIDO:**  
 DETALLES CONSTRUCTIVOS PARA TANQUE DE ALMACENAMIENTO

**No. PLANO:** D - 5  
**FECHA:** 5 DE OCTUBRE 2021  
**ESCALA:** 5 INDICADA