



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL
CASERIO SAN FRANCISCO, CENTRO POBLADO PALO
BLANCO, DISTRITO PACAIPAMPA, PROVINCIA
AYABACA, DEPARTAMENTO PIURA-2021”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO CIVIL**

AUTOR

BACH. MARTIN RICARDO ALFARO CHUNGA

ORCID: 0000-0002-6843-7570

ASESOR

MGTR. CARMEN CHILON MUÑOZ

ORCID: 0000-0002-7644-4201

PIURA – PERÚ

2021

EQUIPO DE TRABAJO

AUTOR

Bach. Martin Ricardo Alfaro Chunga

ORCID: 0000-0002-6843-7570

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Estudiante de Pregrado,
Piura, Perú

ASESOR

Mgtr. Carmen Chilón Muñoz

ORCID: 0000-0002-7644-4201

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Facultad de Ingeniería
Civil, Escuela Profesional de Ingeniería, Piura, Perú

JURADO

Mgtr. Miguel Ángel Chan Heredia

ORCID: 0000-0001-9315-8496

Mgtr. Wilmer Oswaldo Córdova Córdova

ORCID: 0000-0003-2435-5642

Dr. Hermer Ernesto Alzamora Román

ORCID: 0000-0002-2634-7710

TITULO DE TESIS

“DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CASERIO SAN FRANCISCO, CENTRO POBLADO PALO BLANCO, DISTRITO PACAIPAMPA, PROVINCIA AYABACA, DEPARTAMENTO PIURA-2021.”

FIRMA DEL JURADO

Mgtr. CHAN HEREDIA MIGUEL ANGEL

Presidente del jurado

Mgtr. CORDOVA CORDOVA WILMER OSWALDO

Miembro del jurado

Dr. ALZAMORA ROMAN HERMER ERNESTO

Miembro del jurado

Mgtr. CHILON MUÑOZ CARMEN

Asesor

AGRADECIAMIENTO

A Yahweh por permitirme cumplir con unos de mis objetivos, por proveer la sabiduría, entendimiento, calma y fortaleza para la realización de cada meta conseguida.

A la universidad que me cobijó para poder cumplir uno de mis más grandes anhelos y poder plasmarlos día a día.

A los catedráticos que me brindaron sus bastos conocimientos, que fueron inspiración para seguir adelante aun cuando las situaciones eran desfavorables.

A mis compañeros por las largas noches estudiando para poder llegar hasta aquí.

DEDICATORIA

A la persona que aun conociendo mis flaquezas siempre estuvo ahí dándome su apoyo incondicional, a ti mi madre María Luisa Chunga Portocarrero por ese esfuerzo y perseverancia, por no bajar tus brazos y por levantar los míos cuando estaban caídos, por ayudarme en todo y querer verme donde hoy he llegado.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación resume la problemática del caserío de San Francisco en el centro poblado Palo Blanco, distrito Pacaipampa, provincia Ayabaca, departamento Piura. que no cuenta con un suministro de agua potable por lo que se torna en un problema de salud pública por las diferentes enfermedades que se pueden presentar por la ausencia de este vital elemento, la solución tiene por objetivo diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable que servirá para mitigar la problemática generada por la ausencia de dicho recurso en el referido caserío .El tipo de investigación realizada fue analítica, descriptiva, no experimental, los datos recopilados se hicieron de manera personal y para la obtención del modelamiento hidráulico se hizo uso del software WaterCAD. Los principales resultados obtenidos fueron: caudal de la captación 0.373l/s, el caudal máximo diario 0.303 l/s, caudal máximo horario 0.466 l/s y el volumen del reservorio es de 10.00m³. Finalmente las conclusiones son: El diseño del sistema es por gravedad, con líneas de conducción de tubería PVC SAP clase 10 con diámetros de 30.20mm (1") y para los pases aéreos con fierro galvanizado de diámetro 31.2mm (1") con una longitud total de 5452m, aducción y distribución con tuberías de PVC SAP clase 10 de diámetros de 23.60mm (3/4") con una longitud total de 5474m, para las redes ramificadas tubería PVC SAP clase 10 diámetro 23.6mm (3/4"); cabe mencionar que la presión máxima arrojada en el diseño es de 27.79m.c.a, ubicado en el nodo J-13 y la presión menor es de 5.29m.c.a, ubicado en el nodo J-8 y se encuentran dentro de lo señalado en la norma técnica opciones tecnológicas en el ámbito rural.

Palabras clave: Diseño Hidráulico, Caserío y Red de agua potable.

ABSTRACT

This research work summarizes the problem of the San Francisco village in the Palo Blanco town center, Pacaipampa district, Ayabaca province, Piura department. that does not have a drinking water supply, which is why it becomes a public health problem due to the different diseases that can occur due to the absence of this vital element, the solution aims to design a drinking water supply system that It will serve to mitigate the problems generated by the absence of said resource in the aforementioned hamlet. The type of research carried out was analytical, descriptive, non-experimental, the data collected was made personally and to obtain the hydraulic modeling, the software was used WaterCAD. The main results obtained were: catchment flow 0.373l / s, maximum daily flow 0.303 l / s, maximum hourly flow 0.466 l / s and the reservoir volume is 10.00m³. Finally, the conclusions are: The design of the system is by gravity, with piping lines of PVC SAP class 10 pipe with diameters of 30.20mm (1 ") and for aerial passes with galvanized iron with a diameter of 31.2mm (1") with a total length of 5452m, adduction and distribution with class 10 SAP PVC pipes of 23.60mm (3/4 ") diameters with a total length of 5474m, for branched networks class 10 PVC SAP pipe diameter 23.6mm (3/4"); It is worth mentioning that the maximum pressure released in the design is 27.79mwc, located at node J-13 and the lowest pressure is 5.29mwc, located at node J-8 and they are within what is indicated in the technical standard options technology in rural areas.

Keywords: Hydraulic Design, Farmhouse and Drinking water network.

CONTENIDO

I.	Introducción	1
1.1.	Planeamiento de la Investigación	3
1.1.1.	Planeamiento del problema	3
1.2.	Objetivos de la investigación	4
1.2.1.	Objetivos generales	4
1.2.2.	Objetivos específicos	4
1.3.	Justificación	4
II.	REVISION DE LA LITERATURA	5
2.1.	Marco Teórico	5
2.1.1.	Antecedentes	5
2.2.	Bases teóricas	14
2.2.1.	Manual de proyectos de agua potable en poblaciones rurales (10)	14
2.3.	Marco conceptual	19
2.3.1.	Abastecimiento de agua	19
2.3.2.	Tipos de Sistema de Abastecimiento de Aguas	40
2.3.3.	Fuentes de Abastecimiento	44
2.3.4.	Cantidad de Agua	47
2.3.5.	Población de Diseño y Demanda de Agua	49
2.3.6.	Parámetros de Agua	53
2.3.7.	Red de distribución	54

III.	Hipótesis	56
IV.	metodología	57
4.1.	Diseño de la investigación	57
4.2.	Población y muestra	57
4.2.1.	Población	57
4.2.2.	Muestra	58
4.3.	Definición y operacionalización de variables e indicadores	58
4.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	60
4.4.1.	Técnicas	60
4.4.2.	Instrumentos.....	60
4.5.	Plan de análisis de datos.....	60
4.6.	Matriz de consistencia.....	61
4.7.	Principios éticos	64
V.	Resultados.....	65
5.1.	Algoritmo de selección de sistemas de agua potable.....	65
5.2.	Cálculo Hidráulico	65
5.2.1.	Cálculo del caudal del manantial	65
5.2.2.	Parámetros de diseño	67
5.2.3.	Modelamiento del diseño hidráulico de red de agua potable con el uso de WaterCAD	73
5.2.4.	Diseño Estructural de la Captación manantial de fondo.....	81

5.2.5.	Pase aéreo L=11m.....	85
5.2.6.	Pase aéreo L=37m.....	87
5.2.7.	Diseño de reservorio rectangular	90
5.2.8.	Cámara rompe presión	103
5.2.9.	Cálculo de la canastilla	104
5.2.10.	Análisis De Resultados	106
VI.	conclusiones.....	109
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	111
	ANEXOS	115
	PLANOS.....	150

INDICE DE FIGURAS, CUADROS, MAPAS

FIGURAS

FIGURA 1.Carga disponible y perdida de carga.....	20
FIGURA 2.Distribucion de los orificios pantalla frontal.	23
FIGURA 3.Altura total de la cámara húmeda.	24
FIGURA 4.muro de gravedad.....	26
FIGURA 5.altura total de la cámara húmeda.	28
FIGURA 6.dimensionamiento de la canastilla.	29
FIGURA 7.coeficientes de fricción C en la fórmula de hazen y williams	31
FIGURA 8.Tipos de reservorio.	37
FIGURA 9.Gravedad sin planta de tratamiento.....	41
FIGURA 10.Gravedad con planta de tratamiento	42
FIGURA 11.Bombeo sin planta de tratamiento.....	43
FIGURA 12.Bombeo con planta de tratamiento	44
FIGURA 13.Capitación de Agua Superficial.	45
FIGURA 14.Captación de Agua Subterránea.....	46
FIGURA 15.Esquema de red ramificada.	55
FIGURA 16.Esquema de red mallada de una zona urbana.	56
FIGURA 17.Algoritmo de Selección de Opciones Tecnológicas para abastecimiento de agua para consumo humano	65
FIGURA 18.Censo nacional 2007.	68
FIGURA 19.Poblacion censada centros poblados	68

FIGURA 20.Abriendo el programa WaterCAD	73
FIGURA 21.Exportación final.....	74
FIGURA 22.Exportar Red de Conducción.	74
FIGURA 23.Exportación en Proceso.....	75
FIGURA 24.Plano Exportado correctamente.	75
FIGURA 25.Línea de Gradiente Hidráulica	78
FIGURA 26.Línea de Gradiente.	78
FIGURA 27.Línea de Gradiente.	79
FIGURA 28.Línea de Gradiente.	79
FIGURA 29.Línea de Gradiente.	80
FIGURA 30.Línea de Gradiente.	80
FIGURA 31.Línea de Gradiente.	81
FIGURA 32.Modelamiento de reservorio SAP2000.....	97
FIGURA 33.Fuerzas Laterales por Presión de agua.....	97
FIGURA 34.Minidum Temperature (ACI 350).....	99
FIGURA 35.Declaración Jurada.....	115
FIGURA 36.Constancia de Zona Rural	116
FIGURA 37.Informe de ensayo de agua.	117
FIGURA 38.Excavación de calicata.....	120
FIGURA 39.Excavación de calicata en captación.....	147
FIGURA 40.Excavación de calicata para realizar el EMS en captación.....	147
FIGURA 41.Excavación de calicata para reservorio.....	148
FIGURA 42.Captación de agua	149

TABLAS

TABLA 1.Periodo de Diseño.....	14
TABLA 2.Dotación de agua.	15
TABLA 3.clase de tubería.	32
TABLA 4.coeficiente de fricción C en la fórmula de Hazen Williams.....	34
TABLA 5.Método Volumétrico	48
TABLA 6.Método Volumétrico	49
TABLA 7.Dotacion de Agua según Opción de Saneamiento.	52
TABLA 8.Definición y operacionalización de variables e indicadores.	59
TABLA 9.Aforo de captación.	66
TABLA 10.Aforo de Captación.....	67
TABLA 11.Periodo de diseño de infraestructura sanitaria.	67
TABLA 12.Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab.d).....	70
Tabla 13.determinacion del volumen de almacenamiento.....	72
TABLA 14.Resultados de Tuberías.....	76
TABLA 15.Resultados del diseño de nodos	76
TABLA 16.Resultados de Tuberías.....	77
TABLA 17.Resultados de cámara Rompe Presión.....	77
TABLA 18.Resultado en Reservoirio Apoyado.	77

MAPAS

MAPA 1.Plano topográfico	152
MAPA 2.Plano de Captacion de Fondo - Arquitectura.	153
MAPA 3.Plano de Captacion de Fondo- Estructura.	154
MAPA 4.Plano de Conducción.....	155
MAPA 5.Plano de Conduccion.....	156
MAPA 6.Mapa de conducción.....	157
MAPA 7.Plano de Conducción.....	158
MAPA 8.Plano de Aducción.	159
MAPA 9.Plano de Aduccion.	160
MAPA 10.Plano de Aduccion.	161
MAPA 11.Plano de distribución.....	162
MAPA 12.Plano de distribución.....	163
MAPA 13.Plano de distribución.....	164
MAPA 14.Plano de pase aereo l = 11m.....	165
MAPA 15.Pano de Pase aereo l=37m.....	166
MAPA 16.Plano de Camara Rompe Presión.....	167
MAPA 17.Plano de Reservorio - Arquitectura.	168
MAPA 18.Plano de Reservorio - Estructuras.	169
MAPA 19.Plano de Reservorio-Detalles.	170
MAPA 20.Mapa de Camara Rompe Presion Tipo	171
MAPA 21.Plano de Aduccion y Distribucion WaterCad	172
MAPA 22.Mapa de Linea de conduccion WaterCad	172
MAPA 23.Conexiones Domiciarias.	172

I. INTRODUCCIÓN

Conociendo que la prestación de agua potable es un servicio básico para la población, por lo que proporciona una mejora en la calidad de vida del caserío a quién beneficia, el presente diseño tiene como finalidad mitigar la proliferación de enfermedades, originadas por la falta de agua o por el consumo de ésta contaminada, y poder reducir la ocurrencia de enfermedades de tipo gastrointestinales (diarreicas infecciosas), desnutrición crónica y cualquier otra originada por la ingesta de este tipo de líquidos, pudiendo de esta forma contribuir a mejorar las labores domésticas familiares y productivas que a su vez les permitirá mejorar sus condiciones económicas de los moradores pertenecientes al caserío de San Francisco, centro poblado de Palo Blanco,. De acuerdo a los datos estadísticos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI) del año 2015, la carencia por el servicio de agua potable en zonas rurales del territorio nacional, alcanzó la escalofriante cifra de 62.1%, en la cual se incluye a sistemas que no cumplieron su objetivo de satisfacer la demanda poblacional, sistemas que fueron mal ejecutados con escaso buen proceso constructivo y otros que la fuente de abastecimiento de agua seco.

El caserío de San Francisco, perteneciente al centro poblado de Palo Blanco, distrito de Pacaipampa, provincia de Ayabaca, según datos censales se encuentra en la clasificación de pobreza y pobreza extrema, lo cual se ve agudizado por no contar con un sistema de agua potable, esto ha permitido que sus habitantes presenten enfermedades estomacales, su niñez muestre altos índices de desnutrición infantil por la falta de un buen recurso hídrico.

Debido a la gran problemática existencial, se propone el: “Diseño del Sistema de Agua Potable del Caserío de San Francisco, centro poblado Palo Blanco” con la única

finalidad de mejorar las condiciones de vida de los moradores del referido caserío, y de esta forma poder obtener un sistema de agua potable de calidad el que permita mitigar la grave situación en la que se encuentra la población.

El fundamento de la indagación es justificable para mejorar las condiciones actuales en las que se encuentra la población rural especialmente el caserío de San Francisco, ya que la implementación del diseño de un sistema de agua potable permitirá disminuir las estadísticas a la que muchos de las poblaciones rurales pertenecen.

La metodología de la presente investigación se realizó bajo un enfoque de tipo descriptivo, nivel cuantitativo, diseño no experimental y de corte transversal.

Las técnicas de investigación serán, toma de información en campo, investigación de los componentes del proyecto, recojo de antecedentes históricos e información elemental que permita realizar un diseño y que este a su vez cumpla con las metas propuestas en la presente investigación.

De acuerdo a la propuesta técnica para la realización del sistema de agua potable para el caserío de San Francisco, se está considerando un algoritmo de selección del tipo SA-03: Captación por Manantial (CAPT-M), Línea de Conducción (L-CON), Reservorio (RES.), Desinfección (DESF.), Línea de Aducción (L-ADU), Redes de Distribución (RED.)

Concluyendo, el presente diseño, tiene como finalidad elaborar un proyecto de calidad que contemplan los componentes requeridos para un Sistema de Agua de acuerdo a los criterios técnicos establecidos en la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, por Resolución Ministerial N° 192-2018; Norma IS 010 apartado 2.2 dotaciones en el ámbito no doméstico.

1.1. Planeamiento de la Investigación

1.1.1. Planeamiento del problema

El distrito de Pacaipampa geográficamente se encuentra en la parte occidental de la cordillera de los andes de Piura, en la zona alta de la sub cuenca del río Quiroz, tributario del Río Chira, contando con varias micro cuencas y diferentes pisos ecológicos.

Pacaipampa, distrito interandino, se encuentra situado en la parte Sud Oriental de la Provincia de Ayabaca hacia el oriente del departamento de Piura a los 4°59' 0'' de latitud Sur y a los 79°41'0'' de Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich, a una altura de 1967 m.s.n.m Cuenta con un área total de 981.5 km², su capital se sitúa a 1,968 metros sobre el nivel del mar (msnm), a 4° 57' 13" de Latitud Sur y a 79°39'74" de Longitud Oeste.

Sus límites son: por el Norte, con los distritos de Ayabaca y Lagunas y parte con Ecuador, por el Sur, con los distritos de Canchaque y Huancabamba; y por el Oeste, con los distritos de Frías y Chalaco.

El caserío de San Francisco se encuentra ubicado en el centro poblado palo blanco, distrito de Pacaipampa, provincia Ayabaca, departamento Piura, con coordenadas geográficas

LONGITUD : -79.6165316670

LATITUD : -5.05847166700

ALTITUD : 2690.3

En la actualidad no cuenta con un sistema de saneamiento básico “agua potable” que les permita mejorar la condición sanitaria de su población, abasteciéndola con agua de quebrada o en algunos casos captan el agua de manantiales cercanos y que son conducidos a través de manguera

Enunciado del problema

¿Con el diseño de agua potable Del caserío San Francisco, centro poblado Palo Blanco, distrito Pacaipampa, Provincia Ayabaca, departamento Piura, ¿los pobladores mejoraran su nivel de vida?

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1. Objetivos generales

Diseñar un sistema de agua potable del caserío San Francisco, centro poblado Palo Blanco, distrito Pacaipampa, provincia Ayabaca, departamento Piura, para mejorar la calidad de vida y desarrollo de la población en el ámbito de la salud

1.2.2. Objetivos específicos

- Hacer un estudio topográfico en el caserío para la realización del diseño de agua potable.
- realizar el análisis químico, físico y bacteriológico del agua de la captación, determinando si esta cumple con la condición de potable.
- diseñar el reservorio apoyado para el almacenamiento del agua.
- diseñar el análisis estructural del reservorio.

1.3. Justificación

El presente trabajo, es una recopilación de condiciones y actualidades que responden a nuevas exigencias tecnológicas del avance propio de Sistemas de Agua Potable

Este trabajo de investigación, surge como una necesidad ante la problemática encontrada en el caserío San Francisco, centro poblado Palo Blanco, distrito pacaipampa, provincia Ayabaca, departamento Piura. Donde se plantea un sistema sustentable de redes de agua potable, que permita cerrar las brechas y elevar la calidad

de vida del poblador frente a los temas de salud e higiene y de esta manera pueda contar con una fuente de agua potable segura y técnicamente viable

II. REVISION DE LA LITERATURA

2.1. Marco Teórico

2.1.1. Antecedentes

Las zonas rurales con una economía de bajos recursos en la actualidad no cuentan con un sistema de agua potable, es por ello que como profesionales buscamos plantear propuestas y que se realicen estudios en dichas zonas, los cuales van a traer beneficios a los pobladores.

2.1.1.1. Antecedentes internacionales

- A. B.Gomez (1) En esta tesis denominada: **“Diseño Del Sistema De Distribución De Agua Potable Para La Colonia Santillana Del Lago Y El Paraje Orantes, Villa Canales, Guatemala” (Guatemala octubre 2016)** se planteó como objetivo general : Realizar el diseño del sistema de distribución de agua potable, para la colonia Santillana y paraje Orantes, municipio de Villa Canales. El presente trabajo de graduación es resultado del Ejercicio Profesional Supervisado realizado en la colonia Santillana del Lago y paraje Orantes, Villa Canales, Guatemala. Tiene como objetivo principal proponer una solución para la problemática que se da con el servicio de agua potable para este lugar. Actualmente los habitantes de la colonia se están abasteciendo mediante una pipa de agua, la cual llega al lugar una o dos veces por semana; el servicio es muy variado, el agua la mantienen en recipientes como toneles; la calidad de la misma es desconocida; se pudo observar que la misma esta algo turbia, y la ración es muy deficiente. En la fase de investigación se incluye la

monografía de la colonia, localización, ubicación, clima, topografía, vías de comunicación, población, economía, entre otras. También contiene una investigación diagnóstica sobre las necesidades de infraestructura y servicios básicos que necesita la comunidad, para su mejoramiento y desarrollo. En la fase de servicio técnico profesional se desarrolla el diseño del sistema de distribución de agua potable para la colonia Santillana y paraje Orantes, la cual cumple con los requerimientos indicados por parte de los habitantes y la municipalidad; está integrada por su descripción, fuente de abastecimiento, población actual y futura, consumo, levantamiento topográfico, bases de diseño, diseño del sistema y del tanque, evaluación ambiental y socioeconómica, presupuesto y planos del proyecto.

- B. B.Larraga (2) En esta tesis denominada: **“Diseño del sistema de agua potable para Augusto Valencia, Canton Vinces, provincia de los Ríos.”** (Quito 2016) se planteó como objetivo general: Elaborar un estudio completo para el diseño del sistema de agua potable de la localidad de Augusto Valencia. Este estudio es una alternativa para proporcionar una solución a la dotación de agua potable para la localidad de Augusto Valencia del cantón Vinces, que está conformada por personas de escasos recursos económicos que anteriormente aprovechaban el agua sin tratamiento de un pozo y un sistema de distribución anti técnico que en su momento no abastecía a la población; en la actualidad se abastecen de una tubería principal proveniente de Vinces pero tienen cortes en el suministro y el agua les llegaba contaminada, por lo que sus habitantes necesitan con urgencia una solución definitiva para su abastecimiento, que contenga el tratamiento y distribución del líquido vital. En el desarrollo de este

diseño se realizará un estudio socioeconómico de la población y se ubicará la infraestructura sanitaria existente para luego hacer una evaluación de las posibles fuentes de abastecimiento, determinar la captación y hacer un análisis de la calidad del agua, continuando con el cálculo de los componentes del sistema de agua potable. Además se realizará un presupuesto detallado de la obra civil y un estudio del impacto ambiental ocasionado. Se concluirá con la elaboración de planos detallados del diseño.

- C. M. Mena (3) En esta tesis denominada: **“Diseño De La Red De Distribución De Agua Potable De La Parroquia El Rosario Del Cantón San Pedro De Pelileo, Provincia De Tungurahua.” (Ambato -Ecuador 2016)** se planteó como objetivo general: Diseñar la Red de Distribución de Agua Potable para la parroquia El Rosario del Cantón San Pedro de Pelileo, Provincia de Tungurahua. En la elaboración de este proyecto se establece una investigación de campo a fin de conocer la situación actual del agua que se consume en la parroquia, se inició con el levantamiento topográfico de toda la zona de estudio que suministró los datos precisos y que por medio de trabajo de oficina se obtuvo los planos correspondientes. Comprende el diseño de una red de distribución a gravedad, fue necesario tomar en cuenta factores como la densidad poblacional actual, la topografía del sector, características de la zona, etc. se consideró parámetros como: área de aportación, período de diseño, caudal, dotación, entre otros. Para complementar el diseño se utilizó el software libre EPANET especializado que permite una mayor confiabilidad en los resultados. El proyecto está conformado de planos, presupuesto referencial, especificaciones técnicas y cronograma valorado de trabajo para tener un

panorama claro de lo que conlleva la ejecución satisfactoria del mismo y su funcionamiento. Para realizar el diseño se utilizó las normas del INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización) para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural y las de la Secretaría del Agua (Código Ecuatoriano de la construcción) y las normas para medio ambiente TULSMA. Contiene la ubicación de equipos de medición para optimizar pérdidas en la red lo cual brindara un manejo adecuado del líquido vital para evitar desperdicios y uso indebido del mismo, además de un manual de manejo del equipo

2.1.1.2. Antecedentes nacionales

- A. J.Carhuapoma,A.Chahuayo (4) En esta tesis denominada: **“Diseño Del Sistema De Abastecimiento De Agua Potable En La Rinconada De Pamplona Alta, Aplicando Epanet Y Algoritmos Genéticos Para La Localización De Válvulas Reductoras De Presión” (Lima 2019)**) se planteó como objetivo general: Realizar el diseño del sistema de abastecimiento que cumpla con el reglamento vigente y localizar automáticamente válvulas reductoras de presión mediante Algoritmos Genéticos en un sector de La Rinconada de Pamplona Alta - San Juan de Miraflores. En la actualidad, la cobertura de agua potable en el país aún es insuficiente, sobre todo en las zonas rurales del país; de manera similar este problema se presenta en las zonas periurbanas de Lima. Tal como en La Rinconada de Pamplona Alta que se encuentra ubicada en el distrito San Juan de Miraflores, el cual no cuenta con servicio básico de agua potable, el abastecimiento de este recurso se realiza mediante camiones cisterna y son almacenados en tanques, bidones, baldes,

etc. Es por ello, que la presente investigación plantea una propuesta de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la zona de estudio, para lo cual se toma en consideración que el caudal requerido será brindado por SEDAPAL. Debido a que la topografía de la zona de estudio presenta pendientes pronunciadas es necesario utilizar válvulas reductoras de presión, cuya localización se realiza a través de la aplicación del Algoritmo Genético Multiobjetivo, el cual en su codificación incluye el uso del Epanet Programmer's Toolkit, que viene a ser una biblioteca dinámica (DLL) de funciones que permite a los programadores personalizar el motor de cálculo de EPANET para sus necesidades específicas. En ese sentido, el método utilizado plantea una propuesta de mejora en el proceso de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en La Rinconada de Pamplona Alta del distrito de San Juan de Miraflores. Para lo cual, se utilizó el programa EPANET en la simulación y cálculo hidráulico de la red de distribución por ser un programa de comprobada eficacia y de uso libre. Por otro lado, el resultado del análisis hidráulico de los proyectos de agua potable que se realizan en el país tanto por métodos manuales iterativos o con ayuda de programas de simulación, muchas veces no cumplen con las exigencias del rango de presiones admisibles establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones, lo cual se traduce por un lado en costos de cumplir programas de mantenimiento que suplan estas deficiencias y por otro lado posibles roturas de tuberías o fugas de agua debido a altas presiones. Es por ello que se busca cumplir con los requisitos exigidos por las normas de diseño y a la vez brindar una adecuada presión de servicio, para lo cual se hace uso del Algoritmo Genético Multiobjetivo en el diseño de

la red para la zona de estudio, lo cual conllevaría a un ahorro en los costos de operación y mantenimiento. 13 finalmente el diseño propuesto para el sistema de abastecimiento de agua potable en La Rinconada de Pamplona Alta está conformado por el reservorio RAP-1 que abastece mediante una línea de aducción a cuatro zonas de presión y el reservorio RRP-3 que abastece por otra línea de aducción a tres zonas de presión debido a que la topografía presenta desniveles considerables. Adicionalmente, con el uso de un subprograma incluido en el Algoritmo Genético Multiobjetivo se logró asignar los caudales de demanda de manera automática en todos los nodos de la red de distribución contribuyendo a la mejora en el proceso de diseño mediante el programa EPANET.

- B. P.Campoverde. (5) En esta tesis denominada: **"Diseño Del Sistema De Abastecimiento De Agua Potable En El Caserío De Conga Cruz, C.P. Porcón Alto, Provincia De Cajamarca – Cajamarca; octubre 2019"** se planteó como objetivo general: Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío de Conga Cruz, C.P. Porcón Alto, provincia de Cajamarca. La presente tesis se realizó con el objetivo principal de Diseñar el Sistema Abastecimiento de Agua Potable en el Caserío de Conga Cruz C.P. Porcón Alto, Provincia de Cajamarca – Cajamarca. Para que las 33 familias del caserío de Conga Cruz puedan contar con un sistema de abastecimiento de agua potable de buena calidad. Como objetivos específicos tenemos: Diseñar la Red de Abastecimiento de Agua Potable en el Caserío de Conga Cruz del C.P. Porcón Alto; Diseñar los elementos estructurales del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en el Caserío de Conga Cruz del C.P. Porcón Alto; Proponer

y presentar los cálculos que correspondan al Diseño de Abastecimiento de Agua Potable en el Caserío de Conga Cruz del C.P. Porcón Alto. La metodología a emplearse es del tipo descriptivo de un nivel cuantitativo, no experimental.

- C. A.Yabeth (6) En esta tesis denominada: **“Diseño del Sistema de Agua Potable y su Influencia en la Calidad de Vida de la Localidad de Huacamayo – Junín 2017”** se planteó como objetivo general: Determinar la influencia del diseño del sistema de agua potable en la calidad de vida de los pobladores de la localidad de Huacamayo distrito de Perene provincia de Chancha mayo - Junín. El objetivo del estudio fue diseñar un sistema de agua potable para mejorar la calidad de vida de los habitantes de la localidad de Huacamayo. Los objetivos específicos fueron determinar el tipo de captación adecuado para este sistema. Analizar los parámetros de agua y comprobar que cumplan con el reglamento de calidad de agua para consumo humano según el Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Determinar la demanda de consumo, puesto que esta localidad actualmente cuenta con sistema deficiente. Se consideró como alternativa de solución para este sistema una captación (tipo ladera), línea de conducción de 852 m, reservorio Circular apoyado de 25 m³, línea de aducción de 93667m, red de distribución de 2085 m, 5 cajas de válvula de control, 2 cajas de válvulas de purga, conexiones domiciliarias, lavadero para instituciones educativas.

2.1.1.3. Antecedentes locales

- A. A.Mechato.(7) En esta tesis denominada: **“Diseño Del Sistema De Abastecimiento De Agua Potable Del Centro Poblado Santiago, Distrito De Chalaco, Morropon – Piura”** (Piura 2018) Se planteo como objetivo general: Realizar el diseño de la red de abastecimiento de agua potable del Centro Poblado de Santiago, Distrito de Chalaco, utilizando el método del sistema abierto. Esta tesis contempla una solución técnica para la problemática que atraviesa el Centro Poblado de Santiago, esta consiste en el diseño de la red de abastecimiento de agua potable utilizando el método del sistema abierto de gravedad. Se utilizó este método por la razón de que las viviendas se encuentran de manera dispersas unas de otras. El área de estudio consta de 69 lotes incluidos ambientes estatales, en la cual se diseñó una red de conducción de 604.60 metros lineales, una red de aducción de 475.4 metros lineales y una red de distribución de 732.94 metros lineales. Además de esto se diseñó una captación para un caudal de 0.8 lts/s, cámaras rompe presión tipo – 07 y válvulas de purga de barro y aire. Para verificar si el diseño es correcto se simulo en el software WaterCad permitiendo comparar resultados siendo estos muy semejantes.
- B. D.Dominguez (8) En esta tesis denominada: **“Diseño Del Sistema De Abastecimiento De Agua Potable En Zonas Rurales Caso: Comunidad Vega Del Punto - Santa Rosa - Distrito Pacaipampa - Provincia Ayabaca - Región Piura, agosto 2019.”** se planteó como objetivo general: Diseñar el sistema de agua potable en zonas rurales caso: comunidad vega del punto, tomando como normatividad los parámetros ya establecidos en nuestro país y a

través de ello contribuir con el desarrollo de los pobladores en el ámbito de salud. La presente tesis consiste en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en zonas rurales caso: comunidad vega del punto - Santa Rosa - distrito Pacaipampa - provincia Ayabaca - región Piura, en el cual se utilizó el sistema abierto por gravedad, se decidió utilizar este método debido a que las viviendas en esta parte de la comunidad se encuentran dispersas. Esta comunidad no cuenta con una red de abastecimiento de agua potable lo cual es un problema, por lo que objetivo de esta investigación consiste en diseñar el sistema de agua potable en zonas rurales caso: comunidad vega del punto, tomando como normatividad los parámetros ya establecidos en nuestro país y a través de ello contribuir con el desarrollo de los pobladores al mejorar la calidad de agua para su consumo.

- C. Castillo. (9) En esta tesis denominada: **"Mejoramiento Del Sistema De Agua Potable En El Sector Limo, Distrito De Pacaipampa, Provincia De Ayabaca-Piura, octubre-2019"**. Se planteo como objetivo general: El objetivo principal de la investigación es mejorar el sistema de agua potable del caserío Limo, distrito Pacaipampa, provincia de Ayabaca-Piura. con la finalidad de abastecer a todos los pobladores con un sistema de agua potable de calidad y así mejorar la calidad de vida de los pobladores. La metodología aplicada es de tipo descriptivo y correlacional de un nivel cuantitativo y cualitativo. Mediante (estudio topográfico, estudios de suelos, estudios de calidad de agua, encuestas a la población) y el INEI de población existente y futura, se plantea lo siguiente. el diseño de la línea de conducción tubería de PVC C-10 Ø 3/4", PVC C-10 Ø 1 ½, diseño de la línea aducción y distribución PVC C-10 Ø 3/4", PVC

C-10 Ø 1", PVC C-10 Ø 1½, diseño de cámaras de reunión de caudales, diseño del reservorio apoyado, diseño de cámaras rompe presión tipo 7, diseño de válvulas de purga, válvulas de aire y diseño de válvulas de distribución. Para el análisis se usó software WATERCAD.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Manual de proyectos de agua potable en poblaciones rurales (10)

Demanda de Agua (10)

Para el cálculo de la demanda de agua se requiere analizar cuatro variables, que son:

- Periodo de diseño.
- Población actual y futura.
- Dotación de agua.
- Cálculo de caudales.

a) Periodo de diseño (10)

Según DIGESA, el periodo de diseño que debe considerarse de acuerdo al tipo de sistema a implementarse es:

TABLA 1. Periodo de Diseño.

Sistema	Periodo (Años)
Gravedad	20
Bombeo	20
Tratamiento	20

Fuente: manual de proyectos de agua potable en poblaciones rurales.

Debe entenderse, sin embargo, que en todos los casos la red de tuberías debe diseñarse para 20 años.

b) Población actual y futura (10)

La población actual se obtendrá de la información de las autoridades locales, relacionándolo con los censos y con el conteo de viviendas y considerando los criterios

indicados en el capítulo de información básica. La población futura, se obtendrá con la fórmula siguiente:

$$Pf = Pa * (1 + \frac{rt}{100})$$

Donde:

Pf: Población futura

Pa: Población actual

r: Tasa de crecimiento anual por mil

t: No de años

c) Dotación de agua (10)

La dotación de agua se expresa en litros por personas al día (lpd) y DIGESA, recomienda para el medio rural los siguientes parámetros

La OMS recomienda los siguientes parámetros

TABLA 2. Dotación de agua.

Población	Clima	
	Frio	Cálido
Rural	100	100
2000-10000	120	150
10000-50000	150	200
50000	200	250

Fuente: manual de proyectos de agua potable en poblaciones rurales

d) Caudales de diseño (10)

Los parámetros para un proyecto de agua potable son los siguientes:

- a) Caudal medio diario (Qm).
- b) Caudal máximo diario (Qmaxd)
- c) Caudal máximo horario (Qmaxh)

Para el cálculo, se considera las relaciones siguientes:

$$Qp = \frac{Pf * Dotacion}{86400}$$

$$Q_{maxd} = 1.3 Q_m$$

$$Q_{maxh} = 2.0 Q_m$$

Oferta de agua (10)

Las fuentes más usuales para el abastecimiento de agua potable son: (10)

- Manantiales.
- Agua de ríos o canales de riego.
- Aguas subterráneas.

A. Manantiales (10)

En la fuente más común, para instalaciones de agua potable en pequeños poblados, ya que las demandas mayormente se ubican debajo de los 5 l/seg. Tienen la ventaja de la facilidad de captación ya que requieren prácticamente de una caja que evita su contaminación antes del ingreso a la línea de conducción y el hecho de que son aguas limpias sin sedimentos. La desventaja ocurre a veces, por las fluctuaciones del caudal, habiendo casos inclusive en manantiales de caudales bajos, que estos desaparecen en el tiempo, por lo que se recomienda que el proyectista tenga bastante cuidado al considerar el caudal aforado puntualmente (una vez al año), como valedero, sin antes averiguar adecuadamente con la población local sus fluctuaciones durante el año y entre años.

B. Agua de ríos o canales de riego (10)

Cuando no se dispone de manantiales de agua, se recurre a la captación directa de algún riachuelo o a la captación indirecta de esta fuente, mediante algún canal construido anteriormente. La desventaja de captar agua de ríos y canales es que requieren plantas de tratamiento, para mejorar la calidad de agua, además las

captaciones de ríos requieren obras más complejas y costosas. En el caso de captaciones de canales deberá verificarse la disponibilidad del agua durante el año, ya que puede tener un servicio estacional con el riego, o si es un canal lateral, puede tener períodos sin agua por turnos de riego, también debe considerarse cortes de agua por mantenimiento.

C. Agua subterránea (10)

Muchas veces, sobre todo en la costa, la única fuente disponible es el agua subterránea. La detección de acuíferos explotables se realizará mediante estudios geofísicos y su explotación puede hacerse mediante pozos artesanales o tubulares. Debe indicarse que el aprovechamiento del agua subterránea tiene dificultades por los aspectos siguientes:

- Posibilidad de aguas saladas, desde el inicio o salinización posterior.
- Avenamiento del pozo o pérdida de caudales por depresiones del nivel freático en años secos por movimientos sísmicos.
- Costo de equipo y energía requerida para el bombeo.
- Dificultades logísticas de una JASS en el mantenimiento de electrobombas o bombas diesel.
- Posibilidad de hurto del equipo.

Calidad de agua (10)

La calidad del agua se determina por tres parámetros que son: (10)

- Físicos.
- Químicos.
- Bacteriológicos.

Los componentes de estos parámetros se indican en el cuadro N° 02. De los 3 componentes, los aspectos físicos y bacteriológicos se pueden mejorar con procesos

de filtros y desinfección respectivamente. Los aspectos químicos no se pueden modificar por tanto son los de mayor cuidado. En los cuadros 3 y 4 se indican los parámetros permisibles nacionales y de la OMS. Un aspecto fundamental en la calidad de las aguas es la salinidad, determinada por la conductividad eléctrica (CE) que se expresa mhos/cm (cuadro 1).

Componentes del sistema (10)

En un sistema por gravedad (10)

- a) Captación.
- b) Línea de conducción – tubería entre captación y planta de tratamiento o reservorio de almacenamiento.
- c) Planta de tratamiento para mejorar la calidad de agua.
- d) Reservorio de almacenamiento.
- e) Línea de aducción – tubería entre reservorio e inicio de la red de distribución.
- f) Red de distribución – tuberías que distribuye el agua en la población.
- g) Piletas públicas o domiciliarias.

En un sistema de bombeo (10)

Se tiene respecto al sistema de gravedad básicamente solo 3 cambios.

- a) La captación se convierte en estación de bombeo.
- b) La línea de conducción se convierte en línea de impulsión.
- c) No se utiliza planta de tratamiento.
- d) El resto de los componentes se mantienen igual.

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Abastecimiento de agua

Un sistema de abastecimiento de agua potable consiste en un conjunto de obras necesarias para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua desde fuentes naturales ya sean subterráneas o superficiales hasta las viviendas de los habitantes que serán favorecidos con dicho sistema. (11)

Captación.

El diseño de las obras deberá garantizar como mínimo la captación del caudal máximo diario necesario protegiendo a la fuente de la contaminación. (12)

Elegida la fuente de agua e identificada como el primer punto del sistema de agua potable en el lugar del afloramiento, se construye una estructura de captación que permita recolectar el agua, para que luego pueda ser transportada mediante las tuberías de conducción hacia el reservorio de almacenamiento. La fuente en lo posible no debe ser vulnerable a desastres naturales, en todo caso debe contemplar las seguridades del caso. (13)

Tipos de Captación

Como la captación depende del tipo de fuente y de la calidad y cantidad de agua, el diseño de cada estructura tendrá características típicas.

Como la captación depende del tipo de fuente y de la calidad y cantidad de agua, el diseño de cada estructura tendrá características típicas. (13)

A.) Manantial de ladera y concentrado

a) Diseño hidráulico y dimensionamiento

Para el dimensionamiento de la captación es necesario conocer el caudal máximo de la fuente, de modo que el diámetro de los orificios de entrada a la cámara húmeda sea suficiente para captar este caudal o gasto. Conocido el gasto, se puede

diseñar el área de orificio sobre la base de una velocidad de entrada no muy alta y al coeficiente de contracción de los orificios. (13)

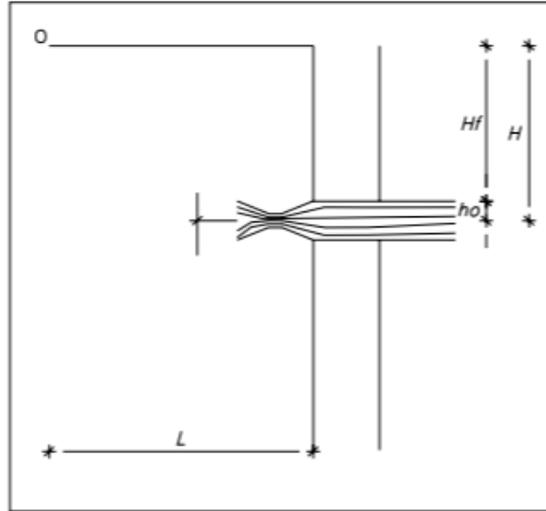


FIGURA 1. Carga disponible y pérdida de carga
Fuente: agüero 2004.

- **Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda**

Es necesario conocer la velocidad de pase y la pérdida de carga sobre el orificio de salida. Ver Figura 1 aplicando la ecuación de Bernoulli entre los puntos 0 y 1 resulta:

(13)

$$\frac{P_0}{\gamma} + h_0 + \frac{V_0^2}{2g} = \frac{P_1}{\gamma} + h_1 + \frac{V_1^2}{2g}$$

Considerando los valores de P0, V0, h1 igual a cero, se tiene:

$$h_0 = \frac{V_1^2}{2g} \dots \dots \dots (1)$$

Dónde:

h0= Altura entre el afloramiento y el orificio de entrada (se recomiendan valores de 0.4 a 0.5 m)

V1= Velocidad teórica en m/s.

g= Aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

Mediante la ecuación de la continuidad considerando los puntos 1 y 2

Se tiene:

$$Q_1 = Q_2$$

$$C_d \times A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2$$

Siendo $A_1 = A_2$

$$V_1 = \frac{v_2}{C_d} \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

V_2 = Velocidad de pase (se recomienda a 0,6 m/s).

C_d = Coeficiente de descarga en el punto 1 (se asume 0.8).

Reemplazando el valor de V_1 de la ecuación (2) en la ecuación (1) se tiene

$$h_o = 1.56 * \frac{V_2^2}{2g} \dots \dots \dots (3)$$

Para los cálculos, h_o es definida como la carga necesaria sobre el orificio de entrada que permite producir la velocidad de pase. En la Figura 4 se observa:

$$H = h_f + h_o$$

Dónde:

h_f Pérdida de carga que servirá para determinar la distancia entre el afloramiento y la caja de captación (L).

$$h_f = H - h \dots \dots \dots (4)$$

$$h_f = 0.30 * L$$

$$L = \frac{h_f}{0.30} \dots \dots \dots (5)$$

- **Cálculo del Ancho de la pantalla (b)**

Para determinar el ancho de la pantalla es necesario conocer el diámetro y el número de orificios que permitirán fluir el agua desde la zona de afloramiento hacia la cámara húmeda. Para el cálculo del diámetro de la tubería de entrada (D), se utilizan las siguientes ecuaciones. (13)

$$Q_{max} = V * A * CD$$

$$Q_{max} = A * CD(2gh)^2$$

Dónde:

Q_{máx} = Caudal Máximo de la fuente en l/s

V = Velocidad de paso (< se asume 0.50 m/s, siendo menor que el valor máximo recomendado 0.60 m/s)

A = Área de la tubería en m²

C_d = Coeficiente de descarga (0,6 a 0,8 m/s²)

g = Aceleración de la gravedad (9.81m/s²)

h = Carga sobre el centro del orificio (m).

Despejando de la ecuación el valor de A resulta:

$$A = \frac{Q_{max}}{CD * V} = \frac{\pi D^2}{4}$$

Considerando la carga sobre el centro del orificio el valor de A será:

$$A = \frac{Q_{max}}{CD * 2gh^{\frac{1}{2}}} = \frac{\pi D^2}{4}$$

El valor de D será definido mediante:

$$D = \frac{A4^{\frac{1}{2}}}{\pi}$$

Número de orificios:

Se recomienda usar diámetros (D) menores o iguales de 2". Si se obtuvieran diámetros mayores, será necesario aumentar el número de orificios (NA), siendo: (13)

$$NA = \frac{\text{Area del diametro calc.}}{\text{area del diametro asumido}} + 1$$

$$NA = \left(\frac{D1}{D2}\right)^2 + 1$$

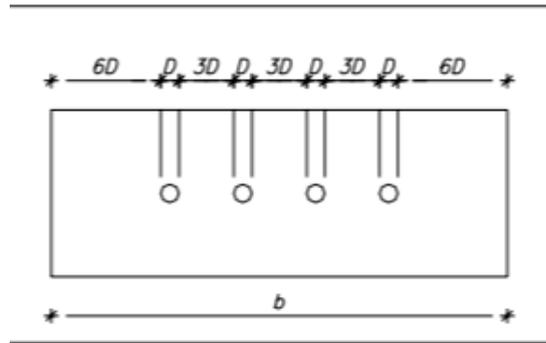


FIGURA 2. Distribución de los orificios pantalla frontal.
Fuente: agüero 2004

Para el cálculo del ancho de la pantalla, se asume que para una buena distribución del agua los orificios se deben ubicar como se muestra en la figura2

$$b = 2(6D) + NAD + 3D(Na - 1)$$

Dónde:

b: Ancho de la pantalla

D: diámetros del orificio

NA: Numero de orificios

- **Altura de la cámara húmeda (Ht)**

En base a los elementos identificados de la figura 5, la altura total de la cámara húmeda se calcula mediante la siguiente ecuación: (13)

$$Ht = A + B + H + D + E$$

Dónde: A = Altura mínima de 10 cm. que permite la sedimentación de la arena.

B = Se considera la mitad del diámetro de la canastilla de salida.

H = Altura de agua sobre la canastilla (> 30 cm), debe permitir que el gasto de salida de la captación fluya por la tubería de conducción a una velocidad V

D = Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua del afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mínimo 3 cm)

E = Borde libre (de 10 a 30 cm).

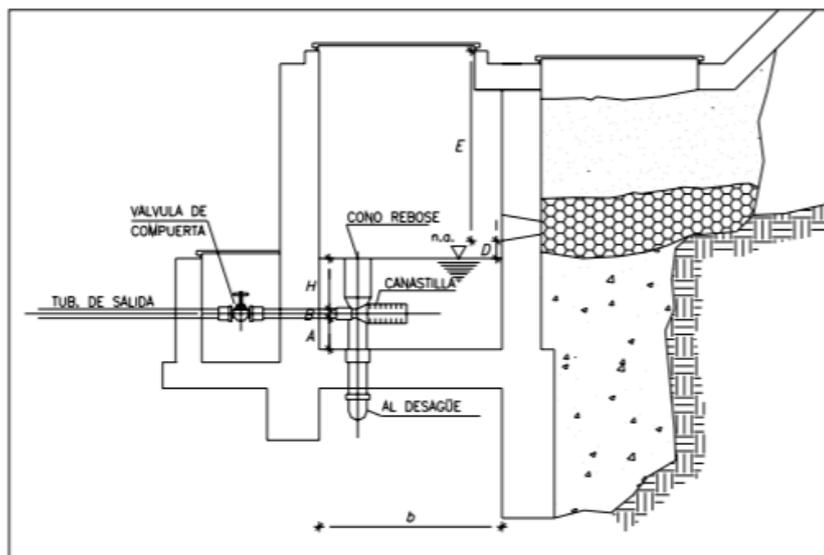


FIGURA 3. Altura total de la cámara húmeda.

Fuente: agüero 2004

Para determinar la altura de la captación, es necesario conocer la carga requerida para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción. La carga requerida es determinada mediante la siguiente ecuación: (13)

$$H = 1.56 * \frac{V^2}{2g}$$

Dónde:

H = Carga requerida en m.

V = Velocidad promedio en la salida de la tubería de la línea de conducción en m/s.

g = Aceleración de la gravedad igual 9.81 m/s².

Se recomienda una altura mínima de H= 30 cm.

- **Dimensionamiento de la Canastilla**

Para el dimensionamiento se considera que el diámetro de la canastilla debe ser dos veces el diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción (Dc); que el área total de ranuras (At) sea el doble del área de la tubería de la línea de conducción; y que la longitud de la canastilla (L) sea mayor a 3 Dc y menor de 6Dc. (13)

$$AT = 2AC$$

Dónde:

$$AC = \frac{\pi DC^2}{4}$$

Conocidos los valores del área total de ranuras y el área de cada ranura se determina el número de ranuras:

$$\text{Numero de ranuras} = \frac{\text{area total de ranuras}}{\text{area de ranuras}}$$

- **Tubería de rebose y limpieza**

En la tubería de rebose y de limpia se recomienda pendientes de 1 a 1,5% y considerando el caudal máximo de aforo, se determina el diámetro mediante la ecuación de Hazen y Williams (para C=140). (13)

$$D = \frac{0.71 * Q^{0.38}}{hf^{0.21}}$$

Dónde:

D = Diámetro en pulg.

Q = Gasto máximo de la fuente en l/s.

hf = Perdida de carga unitaria en m/m.

b) Diseño estructural

Para el diseño estructural se considera el muro sometido al empuje de la tierra cuando la caja está vacía. Si está llena, el empuje hidrostático tiene un componente en el empuje de la tierra, favoreciendo de esta manera la estabilidad del muro. Las cargas consideradas son: el peso propio, el empuje de la tierra y la subpresión (13)

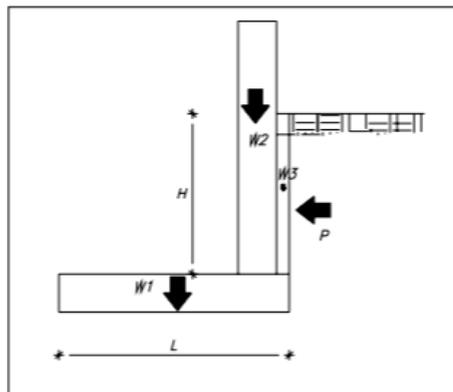


FIGURA 4. muro de gravedad
Fuente: agüero 2004

Para garantizar la estabilidad del muro, se debe verificar que la carga unitaria sea igual o menor a la capacidad de la carga del terreno; mientras que para garantizar la estabilidad del muro al deslizamiento y al volteo, se deberá verificar un coeficiente de seguridad no menor a 1,6. (13)

Empuje del suelo sobre el muro

$$P = \frac{C_{ah} \delta_s h^2}{2}$$

Donde:

C_{ah} = Coeficiente de empuje $\left(C_{ah} = \frac{1 - \text{sen } \phi}{1 + \text{sen } \phi} \right)$

δ_s = Peso específico del suelo tn/m^3

h = altura del muro sujeto a presión del suelo en m

ϕ = Ángulo rozamiento interno del suelo (cohesión)

B.) Captación de manantial de fondo y concentrado

a) Diseño hidráulico y dimensionamiento:

- **Cálculo del ancho de la pantalla**

El ancho de la pantalla se determina sobre la base de las características propias del afloramiento, quedando definido con la condición que pueda captar la totalidad del agua que aflore del subsuelo. (13)

- **Cálculo de la altura total (Ht)**

Para determinar la altura total de la cámara húmeda (Ht) se considera los elementos identificados, los cuales se muestran en la figura (13)

$$Ht = A + B + C + H \leq \text{Altura natural que alcanza el agua}$$

Donde:

A = Altura del filtro (se recomienda de 10 cm)

B = Diámetro de la tubería de salida

H = Altura de agua sobre la canastilla

E = Borde libre (se recomienda como mínimo 30 cm)

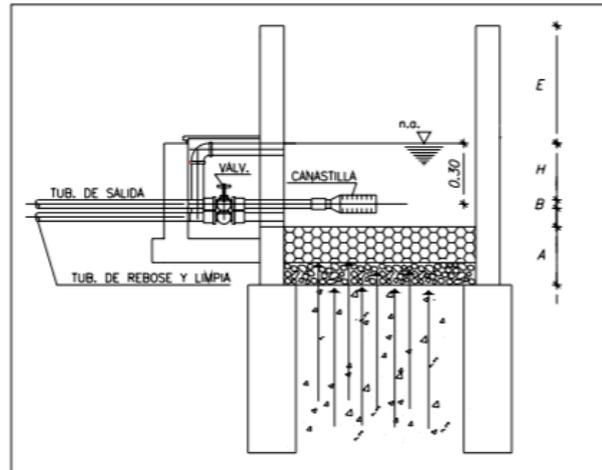


FIGURA 5.altura total de la cámara húmeda.

Fuente: agüero 2004

Para determinar la altura de la captación, es necesario conocer la carga requerida para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción. La carga requerida es determinada mediante la siguiente ecuación: (13)

$$h_o = 1.56 * \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

H = Carga requerida en m.

V = Velocidad promedio en la salida de la tubería de la línea de conducción en m/s. Se debe considerar la velocidad mínima recomendada para una línea de conducción.

g = Aceleración de la gravedad igual 9,81 m/s².

Se recomienda una altura mínima de $H = 5 \text{ cm}$, sobre la canastilla

- **Dimensionamiento de la canastilla**

Para el dimensionamiento se considera que el diámetro de la canastilla debe ser dos (2) veces el diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción (D_c); que el área total de ranuras (A_t) sea el doble del área de la tubería de la línea de conducción; y que la longitud de la canastilla (L) sea mayor a $3 D_c$ y menor de $6 D_c$. (13)

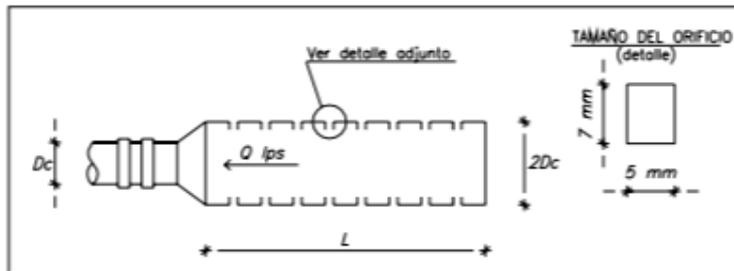


FIGURA 6. dimensionamiento de la canastilla.
Fuente: agüero 2004

$$A_t = 2 A_c$$

$$A_c = \frac{\pi D_c^2}{4}$$

Conocidos los valores del área total de ranuras y el área de cada ranura se determina el número de ranuras:

$$\text{Numero de ranuras} = \frac{\text{area total de ranuras}}{\text{area de ranuras}} + 1$$

- **Tubería de rebose y de limpia**

En la tubería de rebose y de limpia se recomienda pendientes de 1 a 1,5% y considerando el caudal máximo de aforo, se determina el diámetro mediante la ecuación de Hazen y Williams (para $C=140$) (13)

$$D = \frac{0.71Q^{0.38}}{S^{0.21}}$$

Donde:

D = Diámetro en pulgadas

Q = Gasto máximo de la fuente en lps

S = Pérdida de carga unitaria en m/m.

Conducción

Se denomina obras de conducción a las estructuras y elementos que sirven para transportar el agua desde la captación hasta al reservorio o planta de tratamiento. La estructura deberá tener capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario. (12)

a) Conducción por Gravedad

Canales:

- a) Las características y material con que se construyan los canales serán determinados en función al caudal y la calidad del agua.
- b) La velocidad del flujo no debe producir depósitos ni erosiones y en ningún caso será menor de 0,60 m/s
- c) Los canales deberán ser diseñados y construidos teniendo en cuenta las condiciones de seguridad que garanticen su funcionamiento permanente y preserven la cantidad y calidad del agua. (12)

Tuberías:

- a) Para el diseño de la conducción con tuberías se tendrá en cuenta las condiciones topográficas, las características del suelo y la climatología de la zona a fin de determinar el tipo y calidad de la tubería. (12)

b) La velocidad mínima no debe producir depósitos ni erosiones, en ningún caso será menor de 0,60 m/s (12)

c) La velocidad máxima admisible será: En los tubos de concreto 3 m/s En tubos de asbesto-cemento, acero y PVC 5 m/s Para otros materiales deberá justificarse la velocidad máxima admisible. (12)

d) Para el cálculo hidráulico de las tuberías que trabajen como canal, se recomienda la fórmula de Manning, con los siguientes coeficientes de rugosidad: Asbesto-cemento y PVC 0,010 Hierro Fundido y concreto 0,015 Para otros materiales deberá justificarse los coeficientes de rugosidad. (12)

e) Para el cálculo de las tuberías que trabajan con flujo a presión se utilizarán fórmulas racionales. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen y Williams, se utilizarán los coeficientes de fricción que se establecen en la figura 7. Para el caso de tuberías no consideradas, se deberá justificar técnicamente el valor utilizado. (12)

TIPO DE TUBERIA	«C»
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Poli(etileno, Asbesto Cemento)	140
Poli(cloruro de vinilo)(PVC)	150

FIGURA 7. coeficientes de fricción C en la fórmula de hazen y williams
Fuente: reglamento nacional de edificaciones.

Criterios de Diseño

Definido el perfil de la línea de conducción, es necesario considerar criterios de diseño que permitan el planteamiento final en base a las siguientes consideraciones: (14)

- **Carga Disponible**

La carga disponible viene representada por la diferencia de elevación entre la obra de captación y el reservorio (14)

- **Gasto de Diseño**

El gasto de diseño es el correspondiente al gasto máximo diario (Qmd), el que se estima considerando el caudal medio de la población para el período de diseño seleccionado (Qm) y el factor K1 del día de máximo consumo. (14)

- **Clases de Tubería**

Las clases de tubería a seleccionarse estarán definidas por las máximas presiones que ocurran en la línea representada por la línea de carga estática. Para la selección se debe considerar una tubería que resista la presión más elevada que pueda producirse, ya que la presión máxima no ocurre bajo condiciones de operación, sino cuando se presenta la presión estática, al cerrar la válvula de control en la tubería (14)

TABLA 3.clase de tubería.

Clase	Presión Máxima De Prueba (M)	Presión Máxima De Trabajo (M)
5	50	35
7.5	75	50
10	105	70
15	150	100

Fuente: agüero 1997

- **Diámetros**

Para determinar los diámetros se consideran diferentes soluciones se estudian diversas alternativas desde su punto de vista económico. Considerando su máximo desnivel en toda la longitud del tramo, su diámetro seleccionado deberá tener la capacidad de conducir el gasto de diseño con velocidades comprendidas entre 0.6 y 3.0 mis; y las

pérdidas de carga por tramo calculado deben ser menores o iguales a la carga disponible. (14)

- **Estructuras Complementarias**

- **Válvulas de aire**

El aire acumulado en los puntos altos provoca la disminución del área de flujo del agua, produciendo un aumento de pérdida de carga y una disminución del gasto. Para prevenir esta acumulación es necesario que se instalen válvulas de aire, pudiendo ser automáticas o manuales (14)

- **Válvulas de purga**

Los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la línea de conducción, ya que es donde se acumulan los sedimentos, en topografía accidentada, esta provoca la reducción del área de flujo del agua (14)

- **Cámaras rompe-presión**

Cuando existe mucho desnivel entre la captación y algunos puntos a lo largo de la línea de conducción, pueden generarse presiones superiores a la máxima que puede soportar una tubería. En esta situación, es necesaria la construcción de cámaras rompe-presión que permitan disipar la energía y reducir la presión relativa a cero (14)

Línea de Gradiente.

La línea de gradiente hidráulica (LGH) indica la presión de agua a lo largo de la tubería bajo condiciones de operación. Cuando se traza la línea de gradiente hidráulica para un caudal que descarga libremente en la atmósfera (como dentro de un tanque). Puede resultar que la presión residual en el punto de descarga se vuelva positiva o negativa (14)

Pérdida de Carga

La pérdida de carga es su gasto de energía necesario para vencer las resistencias que se oponen al movimiento del fluido de un punto a otro en una sección de la tubería

(14)

— Perdida de Carga Unitaria

Para el cálculo de la pérdida de carga unitaria, pueden utilizarse muchas fórmulas, sin embargo, una de las más usadas en conductos a presión, es la de Hazen y Williams (14)

$$Q == 0.0004264CD^{2.64}hf^{0.54}$$

Dónde:

D = Diámetro de la tubería (pulg).

Q = Caudal (l/s). hf = Perdida de carga unitaria (m/km).

C = Coeficiente de Hazen - Williams expresado en (pie)^{1/2} s

TABLA 4. coeficiente de fricción C en la fórmula de Hazen Williams

Tipo De Tubería	“C”
Acero Sin Costura	120
Acero Soldado En Espiral	100
Cobre Sin Costura	150
Concreto	110
Fibra De Vidrio	150
Hierro Fundido	100
Hierro Fundido Dúctil Con Revestimiento	140
Hierro Galvanizado	100
Polietileno	140
Policloruro De Vinillo (PVC)	150

Fuente: Agüero 1997

— Pérdida de carga por tramo

Para determinar la pérdida de carga por tramo es necesario conocer los valores de carga disponible, de gasto de diseño y la longitud del tramo de tubería. (14)

$$H_f = h_f * L$$

✚ Tratamiento.

Las diversas actividades generadas por el hombre han provocado una modificación de las características de los recursos hídricos, alcanzando niveles de contaminación que hacen el agua no apta para consumo humano, por esta razón los procesos para tratar el agua son cada vez más complejos. El agua potable debe estar libre de microorganismos patógenos, sustancias tóxicas o nocivas para la salud, y cumplir con las normas bacteriológicas y físicoquímicas establecidas. El agua es un recurso valioso y escaso, por lo tanto la población debe utilizarla de forma racional. (15)

✚ Reservorio de almacenamiento

Un sistema de abastecimiento de agua potable requerirá de un reservorio cuando el rendimiento admisible de la fuente sea menor que el gasto máximo horario (Q_{mh}). En caso que su rendimiento de la fuente sea mayor que su Q_{mh} no se considera el reservorio, y debe asegurarse que el diámetro de la línea de conducción sea suficiente para conducir el gasto máximo horario (Q_{rn}), que permita cubrir los requerimientos de consumo de la población. (14)

Consideraciones básicas

Los aspectos más importantes a considerarse para el diseño son la capacidad, ubicación y tipo de reservorio (14)

- **Capacidad del reservorio**

Para determinar la capacidad del reservorio, es necesario considerar la compensación de las variaciones horarias, emergencia para incendios, previsión de reservas para cubrir daños e interrupciones en la líneas de conducción y que el reservorio funcione como parte del sistema.

Para su cálculo de la capacidad del reservorio, se considera ha compensación de variaciones horarias de consumo y los eventuales desperfectos en la línea de conducción. El reservorio debe permitir que la demanda máxima que se produce en el consumo sea satisfecha a cabalidad, al igual que cualquier variación en el consumo registrada cm las 24 horas del día. Ante la eventualidad de que en la línea de conducción puedan ocurrir daños que mantengan una situación de déficit en el suministro de agua mientras se hagan las reparaciones pertinentes, es aconsejable un volumen adicional quedé oportunidad de restablecer la conducción de agua hasta el reservorio. (14)

- **Tipos de reservorio**

Los reservorios de almacenamiento pueden ser elevados, apoyados y enterrados. Los elevados, que generalmente tienen forma esférica, cilíndrica y de paralelepípedo, son construidos sobre tones, columnas, pilotes, etc ; los apoyados, que principalmente tienen forma rectangular y circular, son construidos directamente sobre la superficie del suelo; y los enterrados, de forma rectangular, son construidos por debajo de la superficie del suelo (cisternas). (14)

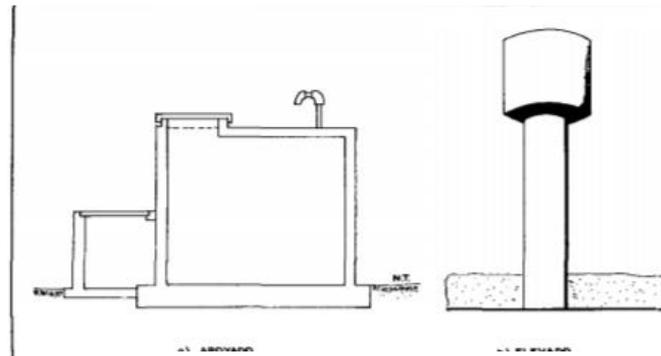


FIGURA 8. Tipos de reservorio.
Fuente: agüero 1997

- **Ubicación del Reservorio**

La ubicación está determinada principalmente por la necesidad y conveniencia de mantener la presión en la red dentro de los límites de servicio, garantizando presiones mínimas en las viviendas más elevadas y presiones máximas en las viviendas más bajas. De acuerdo a la ubicación, los reservorios pueden ser de cabecera o flotantes. En su primer caso se alimentan directamente de la captación, pudiendo ser por gravedad o bombeo y elevados o apoyados, y alimentan directamente de agua a la población. En el segundo caso, son típicos reguladores de presión, casi siempre son elevados y se caracterizan por que la entrada y la salida del agua se hace por su mismo tubo. Considerando la topografía del terreno y la ubicación de la fuente de agua, en la mayoría de los proyectos de agua potable en zonas rurales los reservorios de almacenamiento son de cabecera y por gravedad. El reservorio se debe ubicar lo más cerca posible y a una elevación mayor al centro poblado. (14)

Caseta de Válvulas

- **Tubería de Llegada**

El diámetro está definido por la tubería de conducción, debiendo estar provista de una válvula compuerta de igual diámetro antes de la entrada al reservorio de

almacenamiento; debe proveerse de un by - pass para atender situaciones de emergencia. (14)

- **Tubería de Salida**

El diámetro de la tubería de salida será el correspondiente al diámetro de la línea de aducción, y deberá estar provista de una válvula compuerta que permita regular el abastecimiento de agua a la población. (14)

- **Tubería de Limpia**

La tubería de limpia deberá tener un diámetro tal que facilite la limpieza del reservorio de almacenamiento en un periodo no mayor de 2 horas. Esta tubería será provista de una válvula compuerta. (14)

- **Tubería de Rebose**

La tubería de rebose se conectará con descarga libre a la tubería de limpia y no se proveerá de válvula compuerta, permitiéndose la descarga de agua en cualquier momento. (14)

- **BY - PASS**

Se instalará una tubería con una conexión directa entre la entrada y la salida, de manera que cuando se cierre la tubería de entrada al reservorio de almacenamiento, el caudal ingrese directamente a la línea de aducción. Esta constará de una válvula compuerta que permita el control del flujo de agua con fines de mantenimiento y limpieza del reservorio. (14)

- ** Distribución.**

La red de distribución es un conjunto de tuberías de diferentes diámetros, válvulas, grifos demás accesorios cuyo origen está en su punto de entrada al pueblo (final de la línea de aducción) y que se desarrolla por todas las calles de la población (14)

Tipos de Redes

Según la forma de los circuitos, existen dos tipos de sistemas de distribución: el sistema abierto o de ramales abiertos y el sistema de circuito cerrado, conocido como malla, parrilla (14)

Sistema Abierto o ramificado

Son Redes de distribución que están constituidas por un ramal matriz y una serie de ramificaciones. Es utilizado cuando la topografía dificulta o no permite la interconexión entre ramales y cuando las poblaciones tienen un desarrollo lineal, generalmente a lo largo de un n/0 camino. (14)

Cálculos Básicos

$$Q_{md} = Q_p * 1.3 \dots \dots \dots (1.17)$$

$$Q_{mh} = Q_p * 2 \dots \dots \dots (1.18)$$

$$\text{Consumo Unitario (Q unit.)} = (Q_{mh})/(\text{población futura}) \dots (1.19)$$

$$Q_{tramo} = Q_{unit} \times N^\circ \text{ de habitantes por tramo} \dots \dots \dots (1.20)$$

Sistema Cerrado

Son aquellas redes constituidas por tuberías interconectadas formando mallas. Este tipo de red es el más conveniente y tratará de lograrse mediante la interconexión de tuberías, a fin de crear un circuito cerrado que permita un servicio más eficiente y permanente. En este sistema se eliminan los puntos muertos; si se tiene que realizar reparaciones en los tubos, el área que se queda sin agua se puede reducir a una cuadra, dependiendo de la ubicación de las válvulas. Otra ventaja es que es más económico, los tramos son alimentados por ambos extremos consiguiéndose menores pérdidas de carga y por lo tanto menores diámetros; ofrece más seguridad en caso de incendios,

ya que se podría cerrar las válvulas que se necesiten para llevar el agua hacia el lugar del siniestro. (14)

Conexiones Domiciliarias.

Toda conexión domiciliaria de agua potable y/o desagüe, consta de trabajos externos desde la red secundaria de SEDAPAL hasta la caja porta medidor de agua o caja de registro de desagüe inclusive. Su instalación se hará perpendicularmente a la matriz de agua o colector de desagüe con trazo alineado. La ubicación de las cajas de inspección de agua y desagüe deben ubicarse en la vereda al frente del predio. (16)

2.3.2. Tipos de Sistema de Abastecimiento de Aguas

Gravedad sin Planta de Tratamiento

La fuente de abastecimiento es un manantial o una galería filtrante. El sistema consta de: (17)

- A. Captación
- B. Conducción
- C. Reservorio.
- D. Distribución
- E. Conexión domiciliaria y/ó pileta pública.

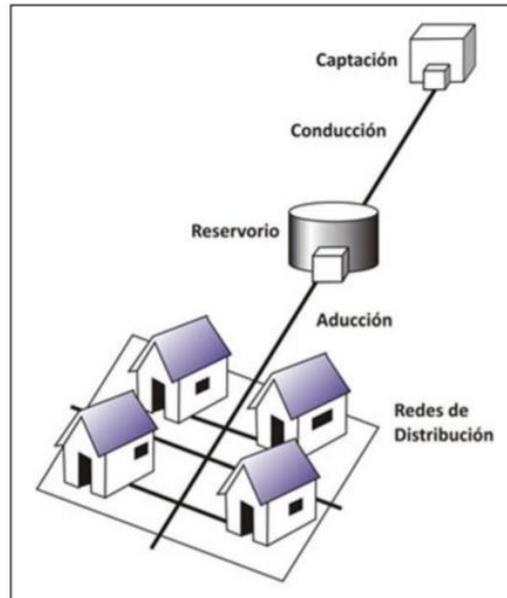


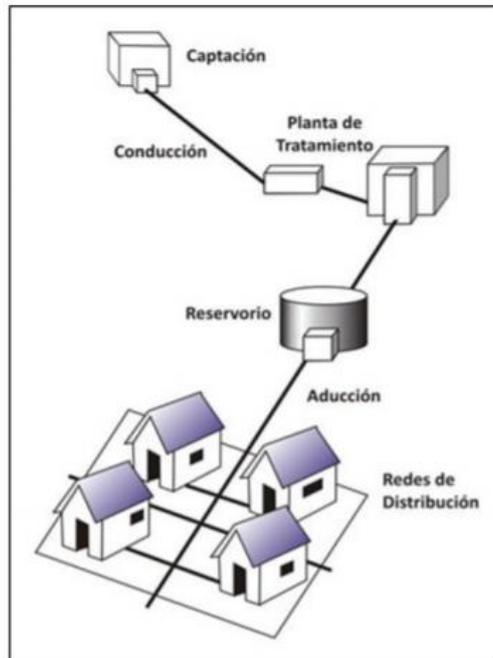
FIGURA 9. Gravedad sin planta de tratamiento
Fuente: saneamiento básico rural 1997.

Gravedad con Planta de Tratamiento

Cuando la de fuente de abastecimiento debe ser sometida a tratamiento. El sistema consta de: (17)

- A. Captación
- B. Conducción
- C. Planta de Tratamiento
- D. Reservorio
- E. Distribución

F. Conexión domiciliar y/o pileta pública



*FIGURA 10.*Gravedad con planta de tratamiento
Fuente: saneamiento básico rural 1997

Bombeo sin Planta de Tratamiento

El sistema cuenta necesariamente con un equipo de bombeo para elevar el agua hasta un reservorio y dar presión en la red, la fuente de abastecimiento puede ser un pozo, manantial, galería filtrante, ubicado en el parte baja de la población, el sistema consta de: (17)

- A. Captación
- B. Caseta de bombeo.
- C. Línea de impulsión
- D. Reservorio
- E. Distribución

F. Conexión domiciliar y/o pileta pública.

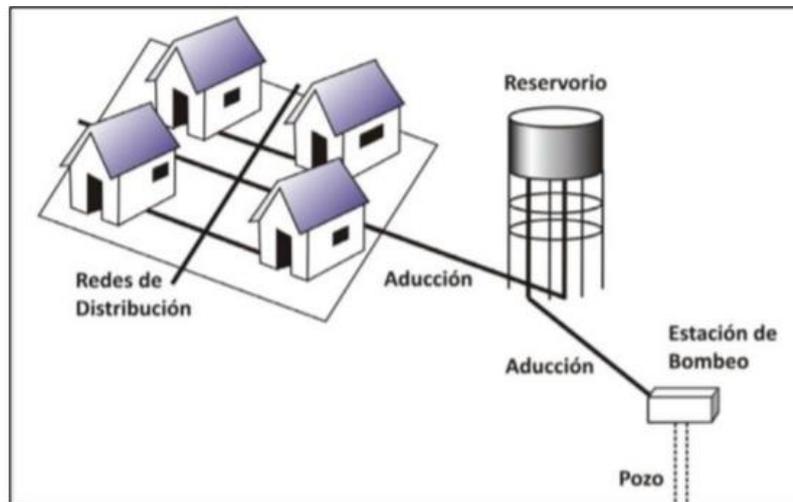


FIGURA 11. Bombeo sin planta de tratamiento.

Fuente: saneamiento básico rural 1997

Bombeo con Planta de Tratamiento

Son sistemas cuya fuente se encuentra en la parte baja de la población, lo cual requiere un sistema combinado (de bombeo y planta de tratamiento). El sistema consta de: (17)

- A. Captación
- B. Conducción.
- C. Planta de Tratamiento
- D. Caseta y equipo de bombeo
- E. Línea de impulsión
- F. Reservorio
- G. Distribución

H. Conexión domiciliar y/o pileta pública

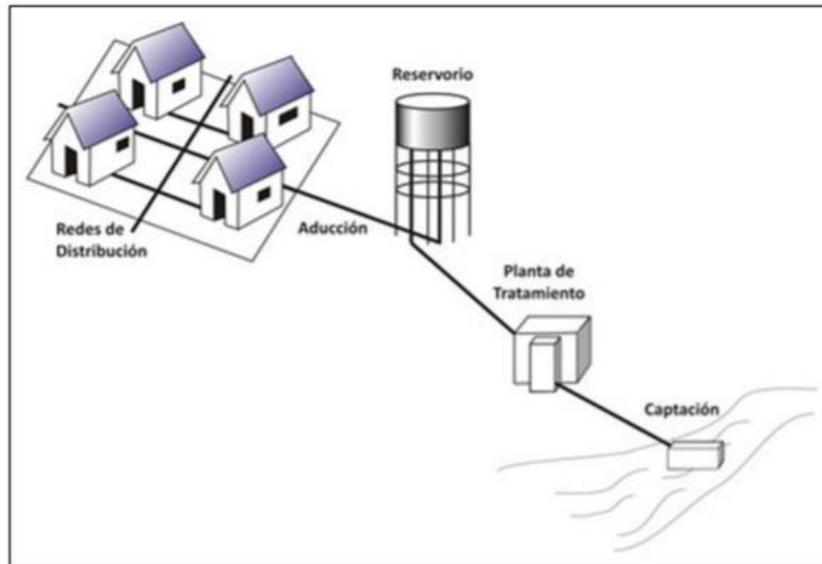


FIGURA 12. Bombeo con planta de tratamiento
Fuente: saneamiento básico rural 1997

2.3.3. Fuentes de Abastecimiento

Las fuentes de agua constituyen su elemento primordial en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y antes de dar cualquier paso es necesario definir su ubicación, tipo, cantidad y calidad. De acuerdo a la ubicación y naturaleza de la fuente de abastecimiento, así como a la topografía del terreno, se consideran dos tipos de sistemas: los de gravedad y los de bombeo. (14)

Tipos de fuentes de agua

Agua de Lluvia

La captación de agua de lluvia se emplea en aquellos casos en los que no es posible obtener aguas superficiales y subterráneas de buena calidad y cuando el régimen de lluvias sea importante. Para ello se utilizan los techos de las casas o algunas superficies impermeables para captar su agua y conducirla a sistemas cuya capacidad depende del gasto requerido y del régimen pluviométrico. (14)

Aguas Superficiales

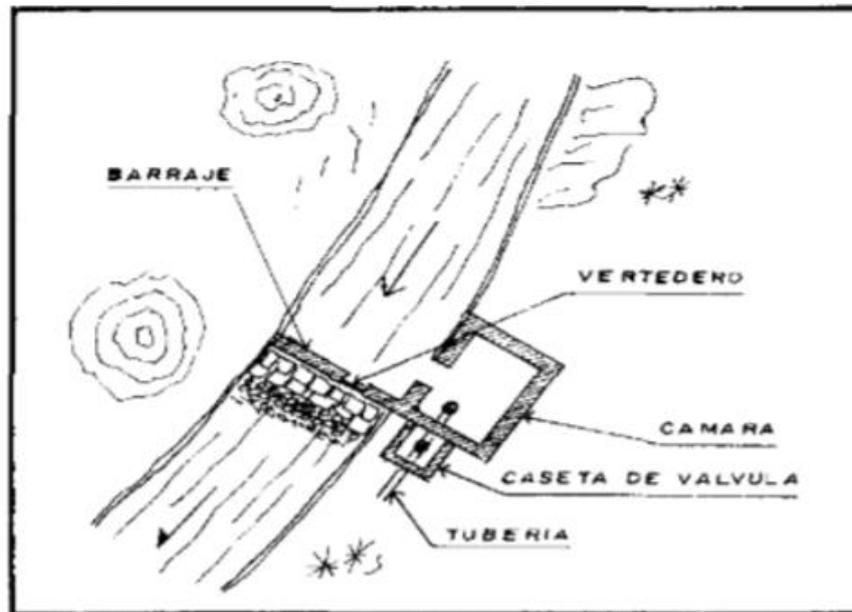


FIGURA 13. Captación de Agua Superficial.
Fuente: agüero, 1997.

Las aguas superficiales están constituidas por los arroyos, ríos, lagos, etc. que discurren naturalmente en la superficie terrestre. Estas fuentes no son tan deseables, especialmente si existen zonas habitadas o de pastoreo animal aguas arriba. Sin embargo a veces no existe otra fuente alternativa en la comunidad, siendo necesario para su utilización, contar con información detallada y completa que permita visualizar su estado sanitario, caudales disponibles y calidad de agua (14)

Aguas Subterráneas

Parte de la precipitación en la cuenca se infiltra en el suelo hasta la zona de saturación, formando así las aguas subterráneas. La explotación de éstas dependerá de las características hidrológicas y de la formación geológica del acuífero. La captación de aguas subterráneas se puede realizar a través de manantiales, galerías filtrantes y pozos (excavados y tubulares) (14)

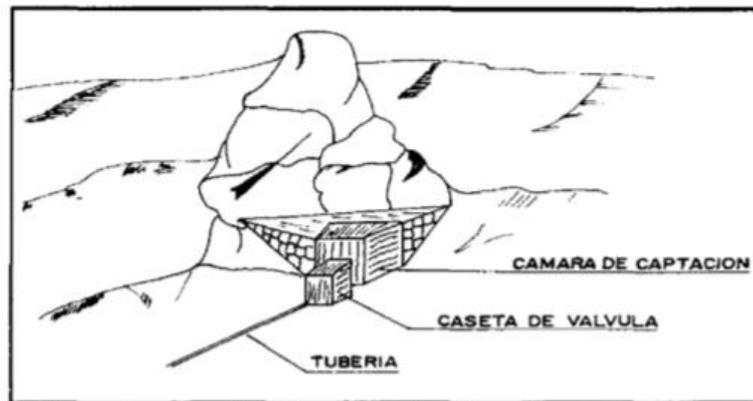


FIGURA 14. Captación de Agua Subterránea
Fuente: agüero,1997.

✚ Selección del tipo de fuente

En la mayoría de poblaciones rurales de nuestro país, existen dos tipos de fuentes de agua: superficial y subterránea. La primera representada por las quebradas, riachuelos y ríos, que generalmente conduce agua contaminada con la presencia de sedimentos y residuos orgánicos; siendo necesario plantear para su captación un sistema de tratamiento, que implica la construcción de obras civiles como bocatomas, desarenadores, cámaras de filtros e instalación de sistemas de cloración. Plantear dicha alternativa representa un costo elevado y en la mayoría de centros poblados rurales del país esta propuesta no tiene resultado satisfactorio debido principalmente al mantenimiento que requiere el sistema (14)

La segunda alternativa representada por manantiales localizados en la parte alta de la población, generalmente tiene agua de buena calidad, y es el tipo de fuente considerada en los sistemas de abastecimiento de agua potable por gravedad sin tratamiento (14)

Manantiales

Se puede definir un manantial como un lugar donde se produce un afloramiento natural de agua subterránea. El agua del manantial fluye por lo general a través de una formación de estratos con grava, arena o roca fisurada. En los lugares donde existen estratos impermeables, éstos bloquean el flujo subterráneo del agua y permiten que aflore a la superficie (14)

El agua del manantial es pura y por lo general, se la puede usar sin tratamiento, a condición de que el manantial esté adecuadamente protegido con una estructura que impida la contaminación del agua. Se debe asegurar que el agua provenga realmente de un acuífero y que no se trate de agua de un arroyo que se ha sumergido a corta distancia (14)

2.3.4. Cantidad de Agua

La mayoría de sistemas de abastecimiento de agua potable en las poblaciones rurales de nuestro país, tiene como fuente los manantiales. La carencia de registros hidrológicos nos obliga a realizar una concienzuda investigación de las fuentes, lo ideal sería que los aforos se efectuaran en la temporada crítica de rendimientos que corresponde a los meses de estiaje y lluvias, con la finalidad de conocer los caudales mínimos y máximos. El valor del caudal mínimo debe ser mayor que el consumo máximo diario (Qmd) con la finalidad de cubrir la demanda de agua de la población futura (14)

Existen varios métodos para determinar el caudal de agua y los más utilizados en los proyectos de abastecimiento de agua potable en zonas rurales, son los métodos volumétricos y de velocidad área. El primero es utilizado para calcular caudales hasta un máximo de 10 l/s, y el segundo para caudales mayores a 10 l/s (14)

— **Método Volumétrico**

Para aplicar este método es necesario encauzar l agua generando una corriente del fluido de tal manera que se pueda provocar un chorro. Dicho método consiste en tomar el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido (14)

Posteriormente se divide el volumen en litros entre el tiempo promedio en segundos, obteniéndose el caudal (l/s).

$$Q = \frac{V}{t} \dots \dots \dots (1.21)$$

Dónde:

Q = Caudal en l/s

V = Volumen del recipiente en litros

T = Tiempo Promedio en seg

Con la finalidad de definir el tiempo promedio, se recomienda realizar como mínimo 5 mediciones.

TABLA 5.Método Volumétrico

Nº de prueba	Volumen(lt)	tiempo(s)
1		
2		
3		
4		
5		
total		

Fuente: Agüero 1997

— **Método de velocidad área**

Con este método se mide la velocidad del agua superficial que discurre del manantial tomando el tiempo que demora un objeto flotante en llegar de un punto a otro en una sección uniforme, Habiéndose previamente definido la distancia entre ambos puntos,

cuando la profundidad del agua es menor a 1 m, la velocidad promedio del flujo se considera el 80% de la velocidad superficial (14)

El caudal se determina de la siguiente manera:

$$Q = 800 * V * A \dots \dots (1.22)$$

Dónde:

Q = Caudal en L/s

V= Velocidad superficial en m/s

A = Área de sección transversal en m².

TABLA 6.Método Volumétrico

N° de prueba	Long. Tramo(m)	Tiempo(s)
1		
2		
3		
4		
5		
Total		

Fuente: agüero 1997

2.3.5. Población de Diseño y Demanda de Agua

Las obras de agua potable no se diseñan para satisfacer sólo una necesidad del momento actual, sino que deben prever el crecimiento de la población en un periodo de tiempo prudencial que varía entre 10 y 40 años; siendo necesario estimar cuál será la población futura al final de este periodo. Con la población futura se determina la demanda de agua para el final del periodo de diseño (14)

La dotación o la demanda per cápita, es la cantidad de agua que requiere cada persona de la población, expresada en litros/habitante/ día. Conocida la dotación, es necesario estimar el consumo promedio diario anual, el consumo máximo diario y el consumo máximo horario. El consumo promedio diario anual servirá para el cálculo

del volumen del reservorio de almacenamiento y para estimar el consumo máximo diario y horario (14)

El valor del consumo máximo diario es utilizado para el cálculo hidráulico de la línea de conducción; mientras que el consumo máximo horario, es utilizado para el cálculo hidráulico de la línea de aducción y red de distribución (14)

Población Futura

Periodo de Diseño

En la determinación del tiempo para el cual se considera funcional el sistema, intervienen una serie de variables que deben ser evaluadas para lograr un proyecto económicamente viable. Por lo tanto, el periodo de diseño puede definirse como el tiempo en el cual el sistema será 100% eficiente, ya sea por capacidad en la conducción del gasto deseado o por la existencia física de las instalaciones (14)

Para determinar el periodo de diseño se consideran factores como: durabilidad o vida útil de las instalaciones, factibilidad de construcción y posibilidades de ampliación o sustitución, tendencias de crecimiento de la población y posibilidades de financiamiento (14)

Tomando en consideración los factores señalados se debe establecer para cada caso el periodo de diseño aconsejable. A continuación, se indican algunos rangos de valores asignados para los diversos componentes de los sistemas de abastecimiento de agua potable para poblaciones rurales: (14)

- Obras de captación: 20años.
- Conducción: 10 a 20 años.
- Reservorio: 20años.
- Redes :10 a 20 años. (Tubería principal 20 años, secundaria 10 años).

Métodos De Cálculo

Los métodos más utilizados en la estimación de la población futura son: -
Método racional En este caso para determinar la población, se realiza un estudio socioeconómico del lugar considerando el crecimiento vegetativo que es función de los nacimientos, defunciones, inmigraciones, emigraciones y población flotante (14)

El método más utilizado para el cálculo de la población futura en las zonas rurales es el analítico y con más frecuencia el de crecimiento aritmético. Este método se utiliza para el cálculo de poblaciones bajo la consideración de que éstas van cambiando en la forma de una progresión aritmética y que se encuentran cerca del límite de saturación (14)

La fórmula de crecimiento aritmético es:

$$Pf = Pa \left(1 + \frac{rt}{1000} \right) \dots \dots \dots (1.23)$$

Dónde:

Pf = Población futura.

Pa= Población actual.

r = Coeficiente de crecimiento anual por 1000habitantes. Tiempo en años.

Dotación de abastecimiento de agua para consume humano

La dotación o la demanda per capital, es la cantidad de agua que requiere cada persona de la población, expresada en litros habitante/ día. Conocida la dotación, es necesario estimar el consumo promedio diario anual, el consumo máximo diario y el consumo máximo horario. El consumo promedio diario anual servir para el cálculo del volumen del reservorio de almacenamiento y para estimar el consumo máximo diario y horario.
(14)

TABLA 7. Dotación de Agua según Opción de Saneamiento.

región	sin arrastre hidráulico	con arrastre hidráulico
costa	60 l/h/d	90 l/h/d
sierra	80 l/h/d	80 l/h/d
selva	70 l/h/d	100 l/h/d

Fuente: agüero 1997

Variaciones Periódicas

Para suministrar eficientemente agua a la comunidad, es necesario que cada una de las partes que constituyen el sistema satisfaga las necesidades reales de la población; diseñando cada estructura de tal forma que las cifras de consumo y variaciones de las mismas, no desarticulen todo el sistema, sino que permitan un servicio de agua eficiente y continuo (14)

-Consumo promedio diario anual (Qm)

El consumo promedio diario anual, se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del período de Tabla 1.5 Dotación de agua según opción de saneamiento: REGION SIN ARRASTRE HIDRAULICO CON ARRASTRE HIDRAULICO Costa 60 l/h/d 90 l/h/d Sierra 80 l/h/d 80 l/h/d Selva 70 l/h/d 100 l/h/d Fuente: Programa Nacional de Saneamiento Rural, 2016 DOTACION DE AGUA Ins. Educativas lts/alumno/día Ed. Inicial y Prim 20 Ed. Secundaria 25 37 diseño, expresada en litros por segundo (lis) y se determina mediante la siguiente relación: (14)

$$Qm = \frac{Pf * dotacion(d)}{86400s/d} \dots \dots \dots (1.24)$$

Dónde:

Qm = Consumo promedio diario (lis).

Pf = Población futura (hab.).

d = Dotación (l/hab./día).

-Consumo máximo diario (Qmd) y horario (Qmh)

El consumo máximo diario se define como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año; mientras que el consumo máximo horario, se define como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo (14)

Para el consumo máximo diario (Qmd) se considerará entre el 120% y 150% del consumo promedio diario anual (Qm), recomendando se el valor promedio de 130%. En el caso del consumo máximo horario (Qmh) se considerará como el 100% del promedio diario (Qm), Para poblaciones concentradas o cercanas a poblaciones urbanas se recomienda tomar valores no superiores al 150%. Los coeficientes recomendados y más utilizados son del 130% para el consumo máximo diario (Qmd) y del 150%, para el consumo máximo horario (Qmh)) (14)

$$Qmd = 1.3Qm \left(\frac{l}{S} \right) \dots \dots \dots (1.25)$$

$$Qmh = 1.5Qm \left(\frac{l}{S} \right) \dots \dots \dots (1.26)$$

2.3.6. Parámetros de Agua

La manera más sencilla y práctica de estimar la calidad del agua consiste en la definición de índices o relaciones de las medidas de determinados parámetros físicos, químicos o biológicos en la situación real y en otra situación que se considere admisible o deseable y que se encuentra definida por ciertos estándares o criterios. El cálculo de los límites permite llegar a diferentes clasificaciones de calidad de agua de acuerdo al uso específico al que se le destine. (18)

No son índices absolutos de contaminación, por lo que en cada caso debe medirse la desviación de la norma. Los parámetros físicos más importantes son:

Transparencia

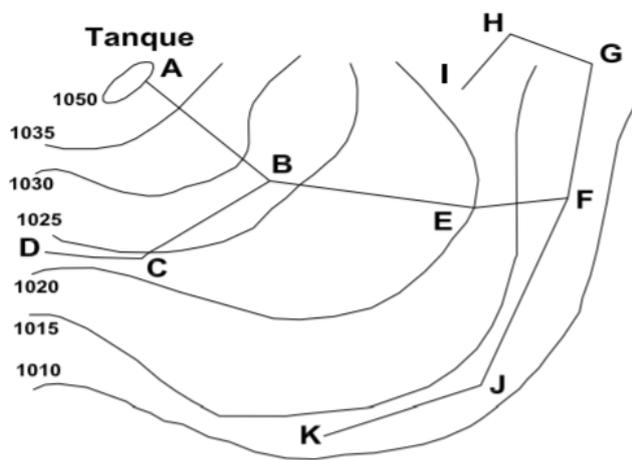
- Temperatura
- Turbidez
- Color
- Olor
- Sabor
- Temperatura
- Conductividad eléctrica
- Ph

2.3.7. Red de distribución

Se le llama sistema de distribución al conjunto de tuberías destinadas al suministro de agua a los usuarios. Para el diseño de la red de distribución es imprescindible definir la fuente de abastecimiento y la ubicación tentativa del tanque de almacenamiento. La importancia en esta determinación radica en el poder asegurar a la población el suministro eficiente y continuo de agua en cantidad y presión adecuadas durante todo el periodo de diseño. Las cantidades de agua estarán definidas por los consumos estimados en base a las dotaciones de agua. Sin embargo, el análisis de la red debe contemplar las condiciones más 71 desfavorables, para las condiciones de consumo máximo horario y las estimaciones de la demanda de incendio, dependiendo de la zona en estudio. Las presiones en la red deben satisfacer ciertas condiciones mínimas y máximas para las diferentes situaciones de análisis que pueden ocurrir. En tal sentido la red debe mantener presiones de servicio mínimas y presiones máximas, tales que no provoquen daños en las conexiones y que permitan el servicio sin mayores inconvenientes de uso (19)

Redes Ramificadas.

constituidas por un ramal troncal y una serie de ramificaciones o ramales que pueden constituir pequeñas mallas, o constituidos por ramales ciegos. Este tipo de red es utilizado cuando la topografía es tal que dificulta, o no permite la interconexión entre ramales. (19)



*FIGURA 15.*Esquema de red ramificada.

Fuente: tesis- sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rarales del distrito de lancones-lossio

Redes maralladas.

Son aquellas redes constituidas por tuberías interconectadas formando mallas. Este tipo de red de distribución es el más conveniente y tratará siempre de lograrse mediante la interconexión de las tuberías, a fin de crear un circuito cerrado que permita un servicio más eficiente y permanente. En el dimensionado de una red mallada se trata de encontrar los caudales de circulación de cada tramo. (19)

El flujo de agua a través de ellas estará controlado por dos condiciones:

- a) El flujo total que llega a un nudo es igual al que sale.

b) La pérdida de carga entre dos puntos a lo largo de cualquier camino, es siempre la misma. En sistemas anillados se admitirán errores máximos de cierre:

a) De 0,10 mca de pérdida de presión como máximo en cada malla y/o simultáneamente debe cumplirse en todas las mallas.

b) De 0,01 l/s como máximo en cada malla y/o simultáneamente en todas las mallas

Se recomienda el uso de un caudal mínimo de 0,10 l/s para el diseño de los ramales.

Las redes cerradas no tendrán anillos mayores a 1km por lado.

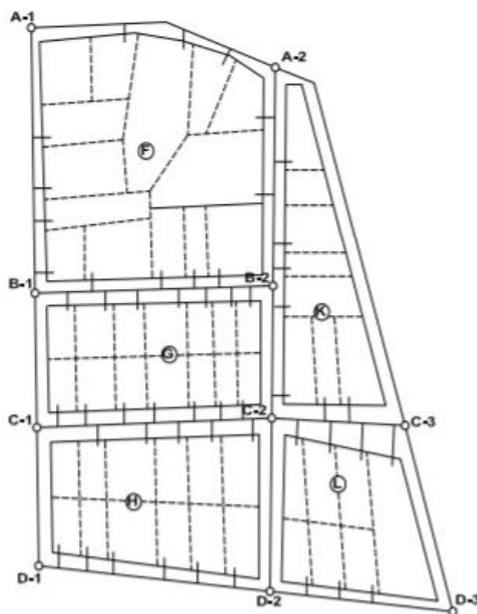


FIGURA 16. Esquema de red mallada de una zona urbana.

Fuente: tesis- sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de lancones-lossio

III. HIPÓTESIS

Demostrar que el diseño del sistema de agua potable en el caserío de san Francisco del centro poblado de Palo Blanco, tomando en cuenta distintas normas y reglamentos es eficiente, teniendo un óptimo funcionamiento al cumplir con todos los parámetros que rigen en el país, contribuyendo al desarrollo de la población.

IV. METODOLOGIA

4.1. Diseño de la investigación

El diseño de esta investigación tiene los medios metodológicos de tipo analítico, descriptivo no experimental, porque describe la problemática y se trabaja en base a variables para obtener los resultados del proyecto.

Nivel de Investigación

El nivel de este proyecto es cuantitativo.

El esquema a tomar será no experimental ya que se toma los elementos del contexto natural para luego analizarlos y de corte transversal por que la toma de datos con la intención de explicar las variables y entender su comportamiento se dará en un mismo tiempo.

La metodología que se utilizó para desarrollar esta investigación, fue investigar de una manera ordenada obteniendo la mayor información posible, con el fin de llegar a cumplir los objetivos que se plantearon, complementando con estudios necesarios para poder lograr el diseño de red de agua potable, para luego plasmar un diseño de proyecto final.

4.2. Población y muestra

4.2.1. Población

El diseño del proyecto estará centrado en el universo dado por delimitación geográfica, teniendo como referencia el departamento de Piura y con la población ubicada en el distrito de Pacaipampa, caserío de san francisco del centro poblado de palo blanco, perteneciente a la provincia de Ayabaca.

4.2.2. Muestra

El caserío de San Francisco se encuentra ubicado en el centro poblado Palo Blanco perteneciente al distrito de Pacaipampa, con coordenadas geográficas

LONGITUD : -79.6165316670

LATITUD : -5.05847166700

ALTITUD : 2690.3

En este proyecto la muestra estará conformada por 306 habitantes.

4.3. Definición y operacionalización de variables e indicadores

TABLA 8. Definición y operacionalización de variables e indicadores.

OPERACIONES DE VARIABLES				
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CASERIO SAN FRANCISCO, CENTRO POBLADO PALO BLANCO, DISTRITO PACAIPAMPA, PROVINCIA AYABACA, DEPARTAMENTO, PIURA-2021				
HIPOTESIS	DIMENSIONES	VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Demostrar que el diseño del sistema de agua potable, tomando en cuenta distintas normas y reglamentos es eficiente, teniendo un óptimo funcionamiento al cumplir con todos los parámetros que rigen en el país, contribuyendo al desarrollo de la población.	Diseñar el sistema de agua potable.	variable dependiente: diseño de sistema de agua potable	Disminución de la incidencia de enfermedades	encuestas
	Mejorar la calidad de vida de la población.	variable independiente: la población	Suministro de agua apta para consumo humano	datos numéricos

Fuente: elaboración propia

4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.4.1. Técnicas

Para el proceso de trabajo en el campo, se conversó con la población, autoridades competentes, el presidente de la JASS y ver si se había realizado algún estudio anteriormente

En la búsqueda de información se obtuvo los datos geográficos y la presencia de una captación de agua, las autoridades se comprometieron a proporcionar el apoyo necesario para llevar a cabo este proyecto.

Se realizó el levantamiento topográfico en el lugar, con el apoyo de la municipalidad facilitando los permisos necesarios.

Empleamos el software AutoCAD Civil 3D para poder obtener el plano en planta y distintos perfiles del levantamiento topográfico del caserío san francisco del centro poblado Palo Blanco.

Se hará uso del software WaterCAD para el diseño de la línea de conducción y líneas de aducción y distribución, así como el uso de plantillas Excel para hacer el diseño de los diversos elementos componentes del sistema de agua.

4.4.2. Instrumentos

- Encuestas
- Datos numéricos

4.5. Plan de análisis de datos

Presenta tres etapas:

Etapas preliminares

Se determinó la zona rural donde se ejecutará el proyecto.

Se visitó el área de estudio, obteniendo toda la información actual del caserío, datos estadísticos y población.

- Realizar el conteo de personas por encuesta propia o por padrón de moradores.
- Búsqueda de fuentes de agua (captación).
- Reconocimiento de obras hidráulicas existentes

Basarse en datos del INEI para el cálculo de la población futura, partiendo de determinar la tasa de crecimiento.

Realizar un estudio microbiológico del agua que servirá para abastecer a los habitantes de dicho caserío.

Ubicar en un mapa la existencia de viviendas, instituciones educativas e instituciones sociales.

Diseñar un sistema de agua potable basándose en la resolución ministerial 192 del ministerio de vivienda.

Uso de software AutoCAD Civil 3D, WaterCAD y plantillas de Excel para el diseño de redes.

Elaboración de planos topográficos, planos de redes y planos elementos componentes del sistema.

4.6. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	METODOLOGIA	VARIABLES
<p>Planteamiento del Problema:</p> <p>El caserío de San Francisco se encuentra ubicado en el centro poblado Palo Blanco perteneciente al distrito de Pacaipampa, con coordenadas geográficas</p> <p>LONGITUD: -79.6165316670</p> <p>LATITUD: -5.05847166700</p> <p>ALTITUD:2690.3</p> <p>en la actualidad no cuenta con un sistema de saneamiento básico “agua potable” que le permita mejorar la condición sanitaria de su población, abasteciéndose con agua de quebrada o en algunos casos captan el agua de manantiales cercanos y que son conducidos a través de mangueras</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Diseñar un sistema de agua potable del caserío de San Francisco, centro poblado Palo Blanco, distrito Pacaipampa, provincia Ayabaca, departamento Piura, para mejorar la calidad de vida y desarrollo de la población en el ámbito de la salud</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Hacer un estudio topográfico en el caserío para la realización del diseño de agua potable -realizar el análisis químico, físico y bacteriológico del agua de la captación, determinando si esta cumple con la condición de potable. - diseñar el reservorio apoyado para el almacenamiento del agua. 	<p>Demostrar que la realización de un plan de distribución de agua potable del caserío San Francisco del centro poblado Palo Blanco, distrito Pacaipampatu, provincia Ayabaca, departamento Piura, mejorara la calidad de vida y desarrollo de la población en el ámbito de la salud</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN</p> <p>Conforme la participación del encargado la investigación será no-experimental.</p> <p>Nivel de Investigación</p> <p>El nivel de este proyecto es cuantitativo.</p> <p>Diseño de Investigación</p> <p>El esquema a tomar será no experimental transversal por que la toma de datos con la intención de explicar las variables y entender su comportamiento se dará en un mismo tiempo.</p>	<p>VARIABLES</p> <p>VARIABLES dependientes</p> <p>Diseño del sistema de agua potable</p>

<p>enunciado del Problema. ¿con el diseño de agua potable para el caserío de San Francisco, centro poblado Palo Blanco, distrito Pacaipampa, Provincia Ayabaca departamento Piura ¿los pobladores mejoraran su nivel de vida?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - diseñar el análisis estructural del reservorio. - diseñar la red de agua potable haciendo uso del software WaterrCAD. 		<p>Universo y Muestra Universo En esta investigación el universo quedara definido por el caserío de San Francisco del centro poblado Palo Blanco en el distrito de Pacaipampa</p> <p>Muestra En este proyecto la muestra estará conformada por 306 habitantes.</p>	<p>Variables independientes La población</p>
--	--	--	---	---

Fuente: Elaboración Propia.

4.7. Principios éticos

Para el estudio de investigación se ha consultado en libros, artículos de internet, trabajos de investigación y otros documentos que se encuentren relacionados con el tema de investigación, respetando la autoría de cada uno de ellos.

V. RESULTADOS

5.1. Algoritmo de selección de sistemas de agua potable

El proyecto de diseño se basó en la RM N° 192-2018, donde indica el algoritmo del sistema a utilizar, siendo el más óptimo el SA-03, que contempla: Captación de Manantial, una Línea de conducción, Reservorio, una desinfección, Línea de aducción y red de distribución.

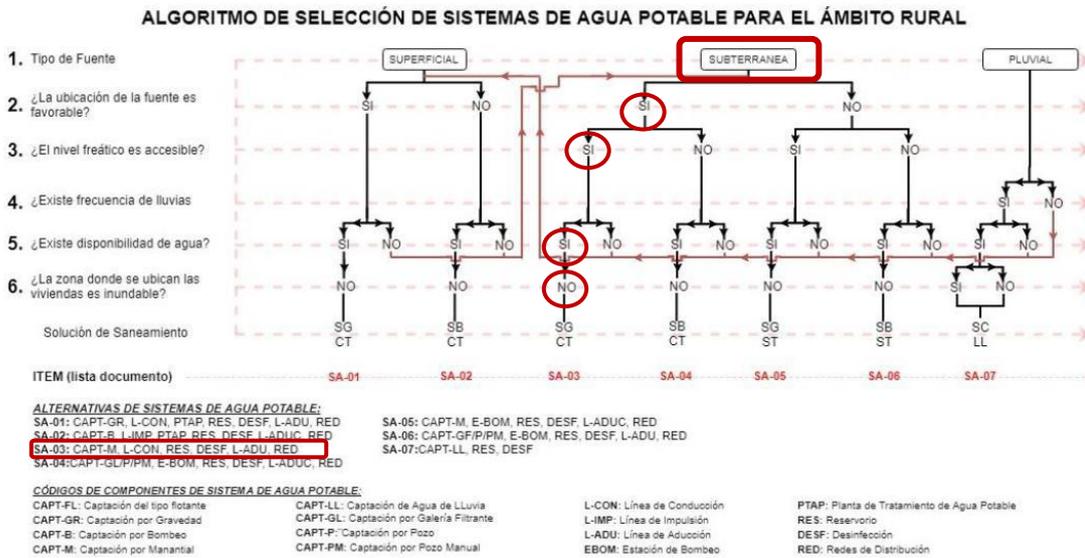


FIGURA 17. Algoritmo de Selección de Opciones Tecnológicas para abastecimiento de agua para consumo humano
 Fuente: R.M. N° 192-2018.

5.2. Cálculo Hidráulico

5.2.1. Cálculo del caudal del manantial

La captación El Aliso, ubicada en el caserío de Miraflores, centro poblado de Palo Blanco, georreferenciada con coordenadas UTM Norte 9439177.00, Este 648416.00, con cota 3176.00 m.s.n.m.; es quien permitirá el abastecimiento de agua para la realización del diseño del sistema de agua potable para el caserío de San Francisco.

Para determinar el ensayo para el cálculo del caudal, se hizo uso de un recipiente de 4 litros y empleando el método volumétrico se determinó el caudal del manantial de la siguiente forma.

METODO VOLUMETRICO

$$Q = V / t$$

Donde:

Q = Caudal en l/s.

V = Volumen del recipiente en litros.

t = Tiempo promedio en segundos.

TABLA 9. Aforo de captación.

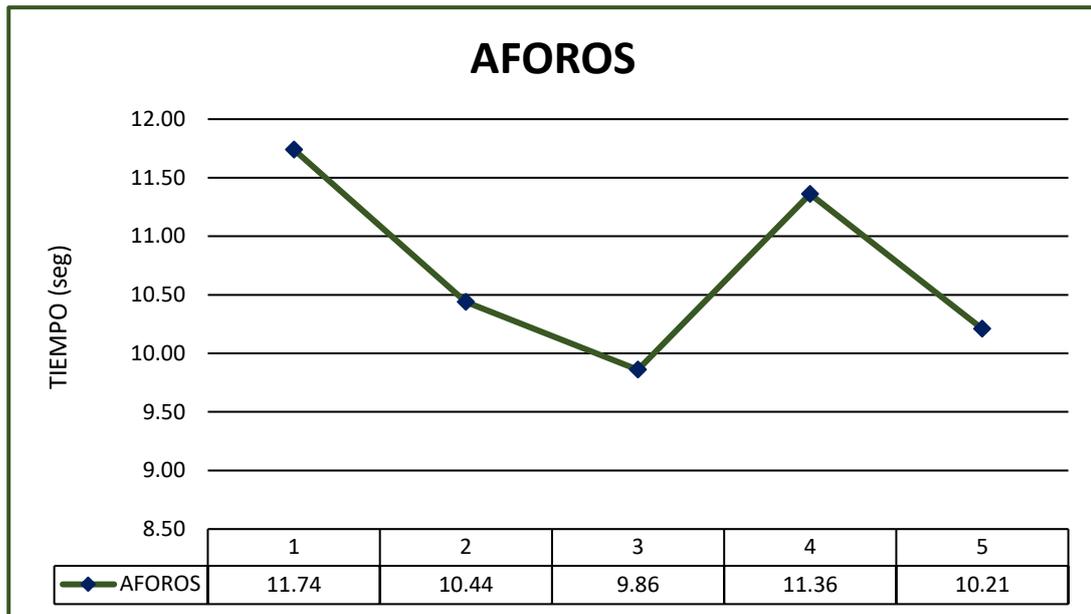
EL ALISO AFOROS EN EPOCA DE ESTIAJE		
AFOROS	TIEMPO (seg.)	VOLUMEN (lts)
1	11.74	4.00
2	10.44	4.00
3	9.86	4.00
4	11.36	4.00
5	10.21	4.00
TOTAL	53.61	4.00
PROMEDIO	10.72	

Fuente: Elaboración propia.

RESULTADO:

$$0.373 \text{ lts. / seg.}$$

TABLA 10. Aforo de Captación.



Fuente: elaboración propia.

5.2.2. Parámetros de diseño

a) Periodo de diseño

TABLA 11. Periodo de diseño de infraestructura sanitaria.

ESTRUCTURA	PERIODO DE DISEÑO
Fuente de abastecimiento	20
Obra de captación	20
Pozos	20
Planta de tratamiento de agua para consumo humano (PTAP)	20
Reservorio	20
líneas de conducción, impulsión y distribución	20
Estación de bombeo	20
Equipos de bombeo	10
Unidad básica de saneamiento (arrastre hidráulico, compostera y para zona inundable)	10
Unidad básica de saneamiento (hoyo seco ventilado)	5

Fuente: RM N° 192-2018.

b) Población de diseño



FIGURA 18. Censo nacional 2007.

Fuente: INEI

DEPARTAMENTO DE PIURA									
CÓDIGO	CENTROS POBLADOS	REGIÓN NATURAL (según piso altitudinal)	ALTITUD (m s.n.m.)	POBLACIÓN CENSADA			VIVIENDAS PARTICULARES		
				Total	Hombre	Mujer	Total	Ocupadas 1/	Desocupadas
20	DEPARTAMENTO PIURA			856 809	918 850	937 959	558 102	514 055	44 047
2001	PROVINCIA PIURA			799 321	393 592	405 729	226 887	209 937	16 950
200101	DISTRITO PIURA			158 495	75 971	82 524	38 816	36 722	2 094
200206	DISTRITO PACAIPAMPA			21 257	10 644	10 613	6 332	5 951	381
0001	PACAIPAMPA	Yunga marítima	1 980	1 389	683	706	358	353	5
0002	NARANJITO DE MATALACHE (NARANJITO DE MATALACAS)	Yunga marítima	1 180	28	14	14	7	7	-
0003	VEGA DEL PUNTO	Yunga marítima	1 105	214	102	112	37	37	-
0004	PALO BLANCO DE MATALACAS	Yunga marítima	2 230	157	78	79	39	39	-
0005	SANTA ROSA	Yunga marítima	1 218	390	201	189	73	73	-
0006	SAN JOSE DE MATALACAS	Yunga marítima	2 275	186	89	97	78	75	3
0008	PORVENIR DE MATALACAS	Quechua	3 285	92	44	48	23	23	-
0009	SAN MIGUEL DE MATALACAS	Quechua	2 838	61	27	34	34	30	4
0010	PEDREGAL DE MATALACAS	Quechua	3 092	191	94	97	54	54	-

FIGURA 19. Población censada centros poblados

Fuente: INEI

✓ **Número de viviendas**

Número de viviendas actuales que se proyectan con UBS	0
Número de viviendas actuales que se proyectan con sistema de agua potable	85

✓ **Densidad poblacional (Dp)**

La densidad poblacional para la localidad es Dp: 3.60 hab/viv.

✓ **Población actual (Pa):**

La población actual del ámbito del proyecto, se ha definido por el número de viviendas y la densidad en Hab/vivienda

$$Pa = N^{\circ} Viv. * Dp \longrightarrow Pa = 306$$

✓ **Coefficiente de crecimiento (r)**

De acuerdo a los censos realizados por el INEI con respecto al distrito de Pacaipampa (2007 – 2017), se tiene:

distrito de Pacaipampa censo

Po=24760 Hab 2007

Pf=21257 Hab 2017

$$r = \left(\frac{N_t}{N_o} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \longrightarrow r = -1.514\%$$

✓ **Población futura (Pd)**

En caso la tasa de crecimiento presente un valor de aumento negativo, el coeficiente de crecimiento $r=0$, no hay crecimiento poblacional.

$$Pd = Po * \left(1 + \frac{r*t}{100} \right) \longrightarrow Pd = \text{hab.}$$

$$Pd = 306 * \left(1 + \frac{0 * 20}{100}\right) \quad Pd = 306 \text{ hab.}$$

c) Dotación (d)

SEGÚN R.M. N° 192 - 2018 - VIVIENDA (Norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistema de saneamiento en el ámbito rural)

TABLA 12. Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab.d)

REGION	SIN ARRASTRE HIDRAULICO	CON ARRASTRE HIDRAULICO	CON REDES
costa	60 l/h/d	90 l/h/d	110 l/h/d
sierra	50 l/h/d	80 l/h/d	100 l/h/d
selva	70 l/h/d	100 l/h/d	120 l/h/d

Fuente: RM N° 192-2018.

Dichas dotaciones consideran consumo proveniente de ducha y lavadero multiuso. En caso de omitir cualquier de estos elementos, se deberá justificar la dotación a utilizar.

En el caso de piletas públicas la dotación recomendada será: 30 l/h/d
 Para instituciones educativas se empleará una dotación de: 20 l/alum*d
 Se utilizará sistema sin Arrastre hidráulico 50 l/h/d

d) Variaciones de consumo

✓ **Consumo estudiantil y establecimientos de reunión**

N°	CODIGO MODULAR	INSTITUCION	N° DE ALUMNOS	N° DE PROFESORES/ ASISTENTES	TOTAL
1	0752741 PRIMARIA	I.E. N° 20086	85	05	90
2	1559954 INICIAL	I.E. N° 20086	43	03	46
3		CAPILLA		200	200
4		SALON COMUNAL		190	190

$$Qp = \frac{(d * Pd)}{86400}$$

$$Q_{p1} = 0.023 \text{ l/s} \qquad Q_{p2} = 0.012 \text{ l/s}$$

$$Q_{p3} = 0.010 \text{ l/s} \qquad Q_{p4} = 0.011 \text{ l/s}$$

$$\Sigma = 0.056 \text{ l/s}$$

- ✓ Consumo promedio diario anual (Q_p)

$$Q_p = \frac{(d * Pd)}{86400} \longrightarrow Q_p = \text{l/s}$$

$$Q_{p1} = \frac{(50 * 306)}{86400} \longrightarrow Q_{p1} = 0.177 \text{ l/s}$$

$$Q_{p2} = 0.056 \text{ l/s}$$

$$Q_p = (Q_{p1} + Q_{p2}) \text{ l/s} \longrightarrow Q_p = 0.233 \text{ l/s}$$

- ✓ Consumo máximo diario (Q_{md})

$$Q_{md} = 1.3 * Q_p \longrightarrow Q_{md} = \text{l/s}$$

$$Q_{md} = 1.3 * 0.233 \longrightarrow Q_{md} = 0.303 \text{ l/s}$$

- ✓ Consumo máximo horario (Q_{mh})

$$Q_{mh} = 2 * Q_p \longrightarrow Q_{mh} = \text{l/s}$$

$$Q_{mh} = 2 * 0.233$$

$$Q_{mh} = 0.466 \text{ l/s}$$

- e) Cálculo del consumo máximo morimorum

$$Q_{mm} = k_1 * k_2 * Q_p \longrightarrow Q_{mm} = 1.3 * 2 * 0.233 \text{ l/s}$$

$$Q_{mm} = 0.606 \text{ l/s}$$

- f) Cálculo de consumo unitario por vivienda

$$Q_i = \frac{Q_{mm}}{N \text{ de casa}} \longrightarrow Q_i = 0.606/85 \text{ l/s}$$

$$Q_i = 0.007 \text{ l/s}$$

- g) Volumen del reservorio

El volumen de almacenamiento será del 25% de la demanda promedio anual (Qp), siempre que el suministro de agua sea continuo. Si el suministro es discontinuo, la capacidad será como mínimo del 30% de Qp.

Suministro de Agua Continuo \longrightarrow 25%
 Suministro de Agua Discontinuo \longrightarrow 30%

$$Vr = \frac{0.25 * Qmd * 86400}{1000} \longrightarrow Vr = m3$$

$$Vr = \frac{0.25 * 0.303 * 86400}{1000} \longrightarrow Vr = 6.545 m3$$

$$\therefore Vr = 10.00 m3$$

Tabla 13.determinacion del volumen de almacenamiento

RANGO	V _{alm} (REAL)	SE UTILIZA:
1 - Reservoirio	$\leq 5 m^3$	5 m ³
2 - Reservoirio	$> 5 m^3$ hasta $\leq 10 m^3$	10 m ³
3 - Reservoirio	$> 10 m^3$ hasta $\leq 15 m^3$	15 m ³
4 - Reservoirio	$> 15 m^3$ hasta $\leq 20 m^3$	20 m ³
5 - Reservoirio	$> 20 m^3$ hasta $\leq 40 m^3$	40 m ³
1 - Cisterna	$\leq 5 m^3$	5 m ³
2 - Cisterna	$> 5 m^3$ hasta $\leq 10 m^3$	10 m ³
3 - Cisterna	$> 10 m^3$ hasta $\leq 20 m^3$	20 m ³

Fuente: Fuente: RM N° 192-2018.

De acuerdo a los cálculos de volumen, se determina que el volumen de reservorio que se va usar es de 10m³

5.2.3. Modelamiento del diseño hidráulico de red de agua potable con el uso de WaterCAD

Para el diseño del sistema de agua potable se usó el software WaterCAD, siguiendo la normativa de acuerdo a la resolución N° 192-2018 del ministerio de vivienda.

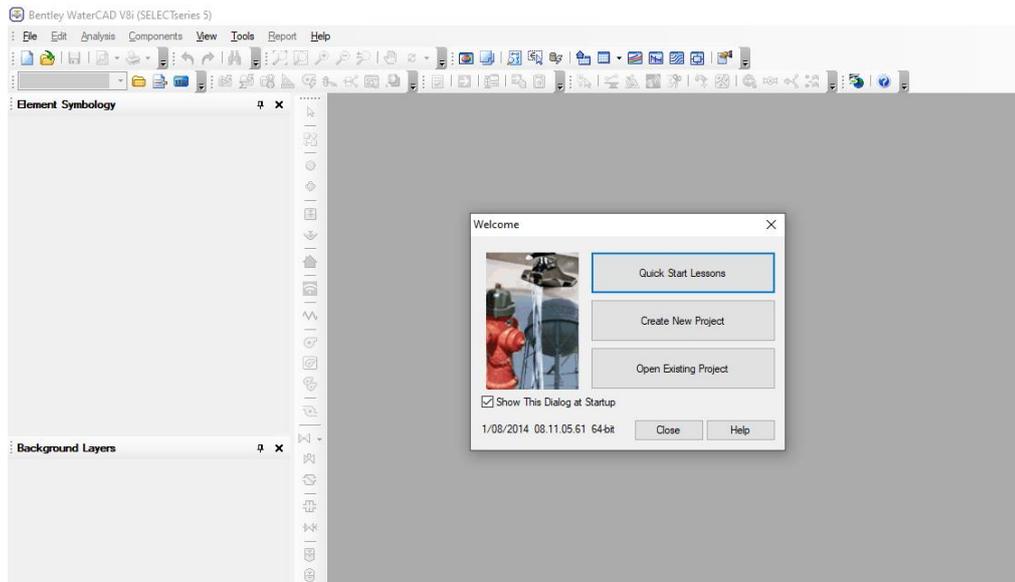


FIGURA 20. Abriendo el programa WaterCAD
Fuente: elaboración propia.

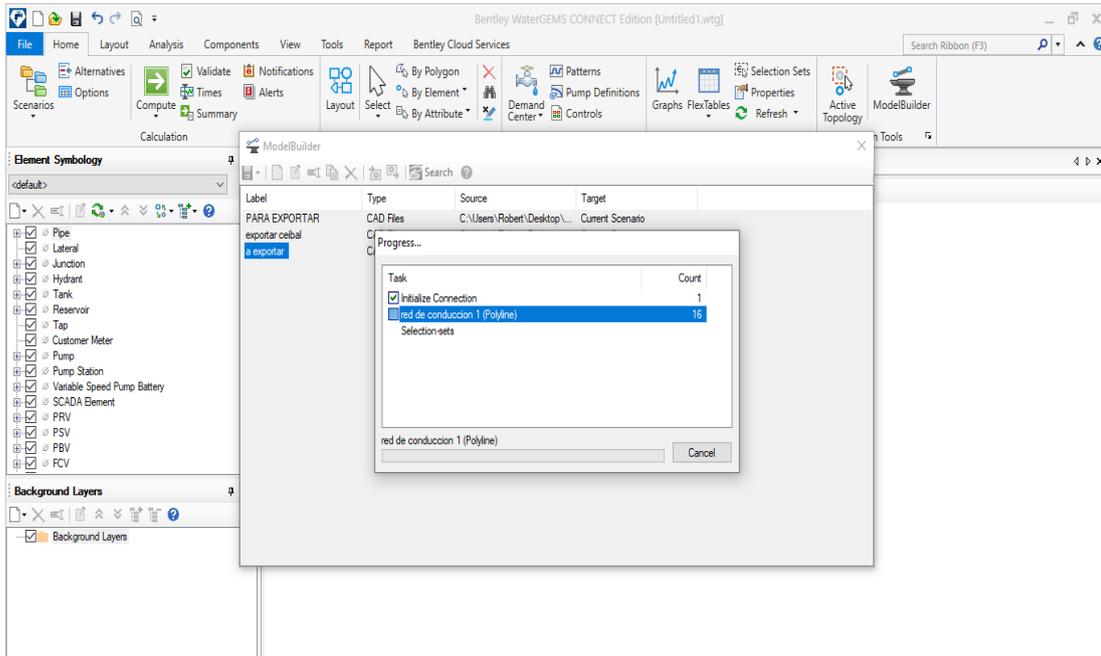


FIGURA 22. Exportar Red de Conducción.
Fuente elaboración propia.

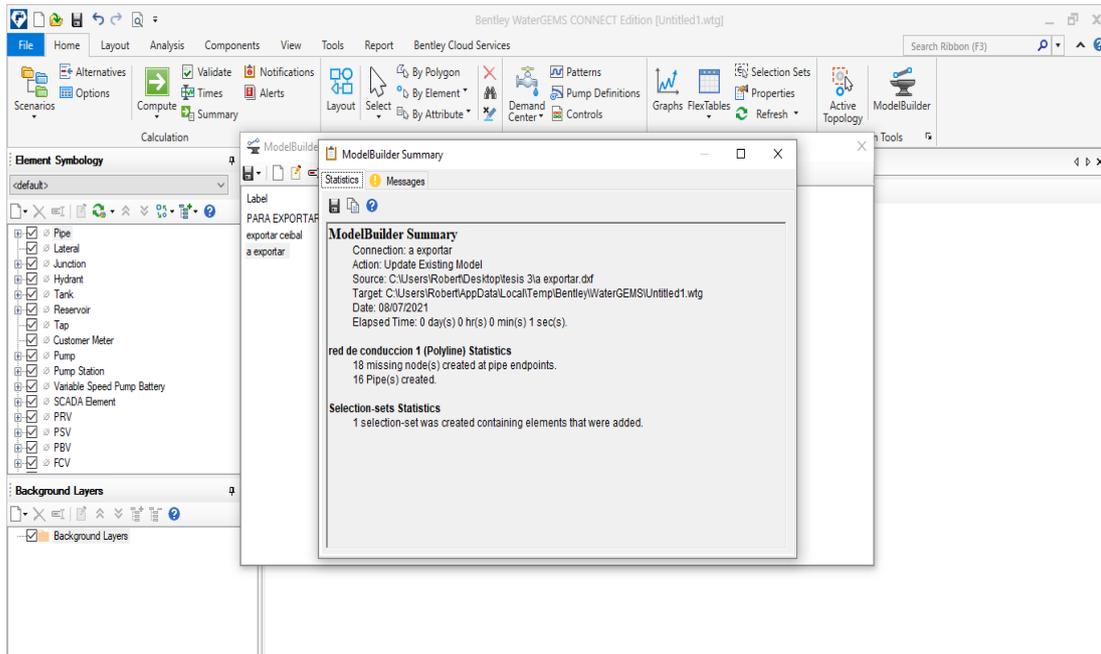


FIGURA 21. Exportación final.
Fuente elaboración propia.

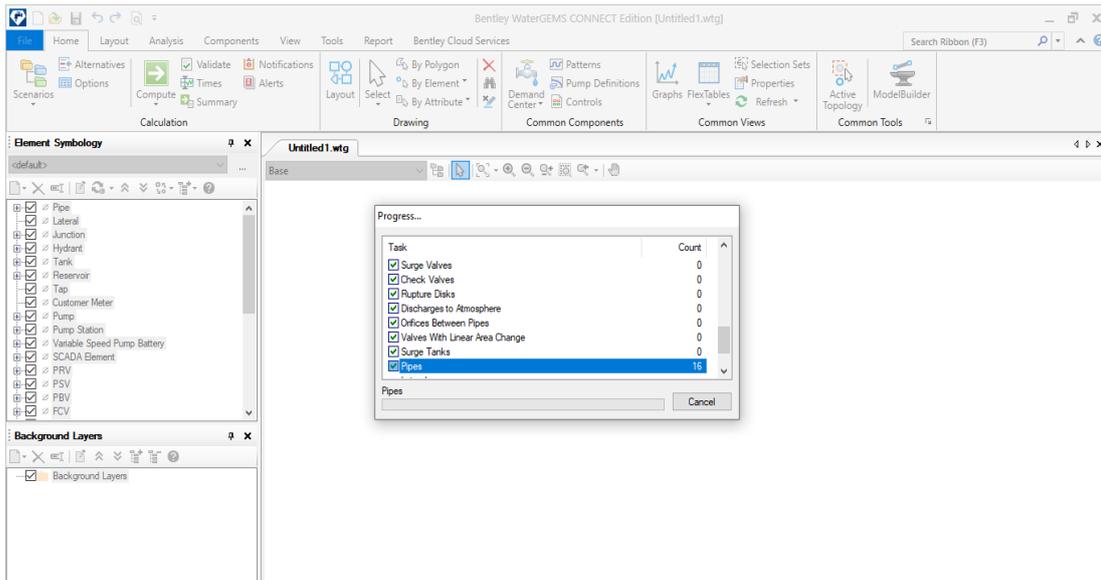


FIGURA 23.Exportación en Proceso
Fuente elaboración propia.

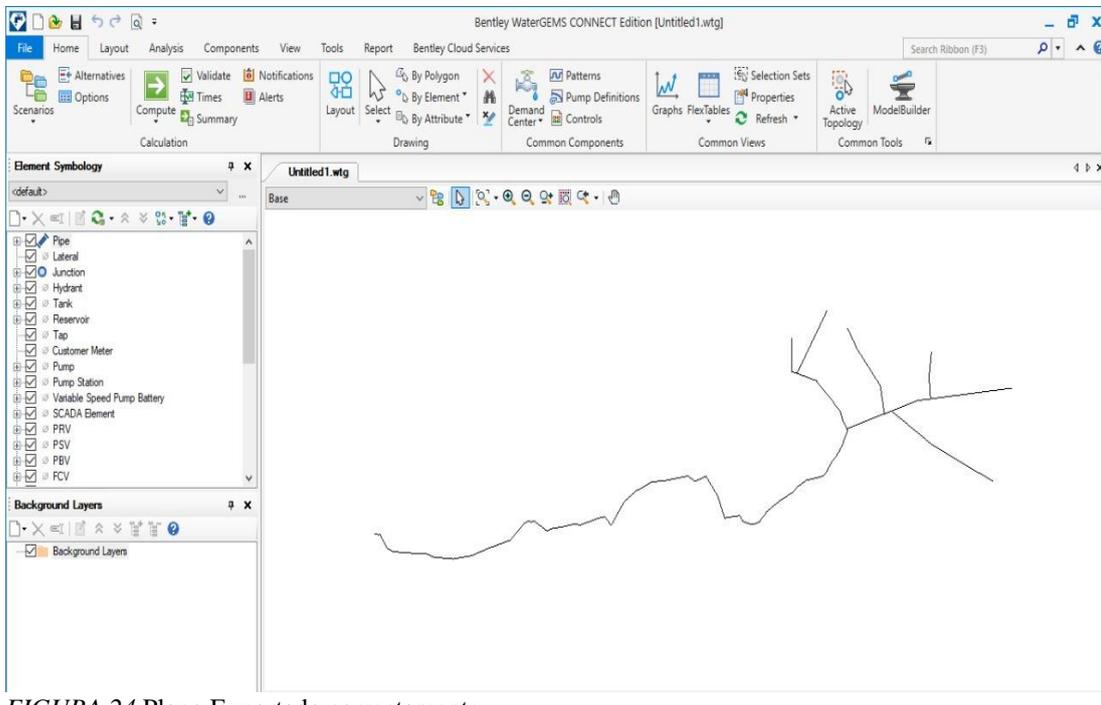


FIGURA 24.Plano Exportado correctamente.
Fuente elaboración propia.

TABLA 14. Resultados de Tuberías.

ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Has Check Valve?	Minor Loss Coefficient (Local)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
31: PASE AERE	31 PASE AEREO 1	11	J-1	J-2	31.2	Galvanized ii	120.0		0.000	0.500	0.65	0.025
34: TUBERIA 1	34 TUBERIA 1	17	T-1	J-4	23.6	PVC	150.0		0.000	0.470	1.07	0.057
37: PASE AERE	37 PASE AEREO 2	37	J-5	J-6	31.2	Galvanized ii	120.0		0.000	0.500	0.65	0.025
40: TUBERIA 2	40 TUBERIA 2	39	CAPTACION	J-1	30.2	PVC	150.0		0.000	0.500	0.70	0.019
42: TUBERIA 3	42 TUBERIA 3	71	J-8	J-9	23.6	PVC	150.0		0.000	0.177	0.40	0.009
45: TUBERIA 4	45 TUBERIA 4	317	J-10	J-11	150.0	PVC	150.0		0.000	0.025	0.06	0.000
69: P-1	69 P-1	148	J-2	CRP T-6 N°01	30.2	PVC	150.0		0.000	0.500	0.70	0.019
70: P-2	70 P-2	320	CRP T-6 N°01	J-5	30.2	PVC	150.0		0.000	0.500	0.70	0.019
72: P-3	72 P-3	1,791	J-6	CRP T-6 N°02	30.2	PVC	150.0		0.000	0.500	0.70	0.019
75: P-5	75 P-5	2,076	CRP T-6 N°02	CRP T-6 N°03	30.2	PVC	150.0		0.000	0.500	0.70	0.019
78: P-7	78 P-7	512	CRP T-6 N°03	CRP T-6 N°04	30.2	PVC	150.0		0.000	0.500	0.70	0.019
81: P-9	81 P-9	377	CRP T-6 N°04	CRP T-6 N°05	30.2	PVC	150.0		0.000	0.500	0.70	0.019
82: P-10	82 P-10	129	CRP T-6 N°05	J-18	30.2	PVC	150.0		0.000	0.500	0.70	0.019
84: P-11	84 P-11	163	J-4	CRP T-7 N°01	23.6	PVC	150.0		0.000	0.088	0.20	0.003
87: P-13	87 P-13	402	CRP T-7 N°01	CRP T-7 N°02	23.6	PVC	150.0		0.000	0.088	0.20	0.003
88: P-14	88 P-14	113	CRP T-7 N°02	J-10	23.6	PVC	150.0		0.000	0.088	0.20	0.003
90: P-15	90 P-15	257	J-10	CRP T-7 N°03	23.6	PVC	150.0		0.000	0.055	0.13	0.001
93: P-17	93 P-17	277	CRP T-7 N°03	CRP T-7 N°04	23.6	PVC	150.0		0.000	0.055	0.13	0.001
94: P-18	94 P-18	44	CRP T-7 N°04	J-14	23.6	PVC	150.0		0.000	0.055	0.13	0.001
96: P-19	96 P-19	357	J-4	CRP T-7 N°05	23.6	PVC	150.0		0.000	0.382	0.87	0.039
97: P-20	97 P-20	18	CRP T-7 N°05	J-8	23.6	PVC	150.0		0.000	0.382	0.87	0.039
99: P-21	99 P-21	91	J-9	CRP T-7 N°12	23.6	PVC	150.0		0.000	0.097	0.22	0.003
102: P-23	102 P-23	603	J-9	CRP T-7 N°09	23.6	PVC	150.0		0.000	0.080	0.18	0.002
105: P-25	105 P-25	257	CRP T-7 N°09	CRP T-7 N°10	23.6	PVC	150.0		0.000	0.080	0.18	0.002
108: P-27	108 P-27	243	CRP T-7 N°10	CRP T-7 N°11	23.6	PVC	150.0		0.000	0.080	0.18	0.002
109: P-28	109 P-28	25	CRP T-7 N°11	J-17	23.6	PVC	150.0		0.000	0.080	0.18	0.002
111: P-29	111 P-29	189	CRP T-7 N°12	CRP T-7 N°13	23.6	PVC	150.0		0.000	0.097	0.22	0.003
112: P-30	112 P-30	107	CRP T-7 N°13	J-12	23.6	PVC	150.0		0.000	0.097	0.22	0.003
114: P-31	114 P-31	242	J-12	CRP T-7 N°14	23.6	PVC	150.0		0.000	0.059	0.13	0.001
115: P-32	115 P-32	128	CRP T-7 N°14	J-13	23.6	PVC	150.0		0.000	0.059	0.13	0.001
117: P-33	117 P-33	494	J-12	CRP T-7 N°15	23.6	PVC	150.0		0.000	0.030	0.07	0.000

TABLA 15. Resultados del diseño de nodos

ID	Label	Elevation (m)	Zone	Demand Collection	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
32: J-1	32 J-1	3,169.00	<None>	<Collection:	0.000	3,175.24	6.23
33: J-2	33 J-2	3,169.00	<None>	<Collection:	0.000	3,174.97	5.95
36: J-4	36 J-4	2,910.00	<None>	<Collection:	0.000	2,917.04	7.02
38: J-5	38 J-5	3,114.00	<None>	<Collection:	0.000	3,120.79	6.77
39: J-6	39 J-6	3,114.00	<None>	<Collection:	0.000	3,119.86	5.85
43: J-8	43 J-8	2,864.00	<None>	<Collection:	0.000	2,869.30	5.29
44: J-9	44 J-9	2,855.00	<None>	<Collection:	0.000	2,868.63	13.60
46: J-10	46 J-10	2,810.00	<None>	<Collection:	0.008	2,818.71	8.69
47: J-11	47 J-11	2,800.00	<None>	<Collection:	0.025	2,818.63	18.59
49: J-12	49 J-12	2,755.00	<None>	<Collection:	0.008	2,771.67	16.64
50: J-13	50 J-13	2,695.00	<None>	<Collection:	0.059	2,722.84	27.79
55: J-14	55 J-14	2,705.00	<None>	<Collection:	0.055	2,720.95	15.92
58: J-15	58 J-15	2,710.00	<None>	<Collection:	0.205	2,721.03	11.01
60: J-16	60 J-16	2,705.00	<None>	<Collection:	0.030	2,722.90	17.86
62: J-17	62 J-17	2,717.00	<None>	<Collection:	0.080	2,722.95	5.93
64: J-18	64 J-18	2,917.00	<None>	<Collection:	0.500	2,928.49	11.47

Fuente: elaboración propia.

TABLA 16. Resultados de Tuberías.

FlexTable: Pipe Table (Current Time: 0.000 hours) (tesis.wtg)

ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Has Check Valve?	Minor Loss Coefficient (Local)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
118: P-34	118 P-34	284	CRP T-7 N°15	J-16	23.6	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.030	0.07	0.000
120: P-35	120 P-35	218	J-8	CRP T-7 N°06	23.6	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.205	0.47	0.012
124: P-38	124 P-38	160	CRP T-7 N°08	J-15	23.6	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.205	0.47	0.012
126: P-39	126 P-39	151	CRP T-7 N°06	CRP T-7 N°07	23.6	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.205	0.47	0.012
127: P-40	127 P-40	246	CRP T-7 N°07	CRP T-7 N°08	23.6	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.205	0.47	0.012

16 of 36 elements displayed

Fuente: elaboracion propia.

TABLA 17. Resultados de cámara Rompe Presión.

FlexTable: PRV Table (Current Time: 0.000 hours) (tesis.wtg)

ID	Label	Elevation (m)	Diameter (Valve) (mm)	Minor Loss Coefficient (Local)	Hydraulic Grade Setting (Initial) (m)	Pressure Setting (Initial) (m H2O)	Flow (L/s)	Hydraulic Grade (From) (m)	Hydraulic Grade (To) (m)	Headloss (m)
68: CRP T-6 N°	68 CRP T-6 N°01	3,127.00	152.4	0.000	3,127.00	0.00	0.500	3,172.09	3,127.00	45.09
71: CRP T-6 N°	71 CRP T-6 N°02	3,078.00	152.4	0.000	3,078.00	0.00	0.500	3,085.08	3,078.00	7.08
74: CRP T-6 N°	74 CRP T-6 N°03	3,029.00	152.4	0.000	3,029.00	0.00	0.500	3,037.69	3,029.00	8.69
77: CRP T-6 N°	77 CRP T-6 N°04	2,980.00	152.4	0.000	2,980.00	0.00	0.500	3,019.05	2,980.00	39.05
80: CRP T-6 N°	80 CRP T-6 N°05	2,931.00	152.4	0.000	2,931.00	0.00	0.500	2,972.67	2,931.00	41.67
83: CRP T-7 N°	83 CRP T-7 N°01	2,868.00	152.4	0.000	2,868.00	0.00	0.088	2,916.62	2,868.00	48.62
86: CRP T-7 N°	86 CRP T-7 N°02	2,819.00	152.4	0.000	2,819.00	0.00	0.088	2,866.97	2,819.00	47.97
89: CRP T-7 N°	89 CRP T-7 N°03	2,770.00	152.4	0.000	2,770.00	0.00	0.055	2,818.43	2,770.00	48.43
92: CRP T-7 N°	92 CRP T-7 N°04	2,721.00	152.4	0.000	2,721.00	0.00	0.055	2,769.70	2,721.00	48.70
95: CRP T-7 N°	95 CRP T-7 N°05	2,870.00	152.4	0.000	2,870.00	0.00	0.382	2,903.12	2,870.00	33.12
98: CRP T-7 N°	98 CRP T-7 N°12	2,821.00	152.4	0.000	2,821.00	0.00	0.097	2,868.35	2,821.00	47.35
101: CRP T-7 N	101 CRP T-7 N°09	2,821.00	152.4	0.000	2,821.00	0.00	0.080	2,867.33	2,821.00	46.33
104: CRP T-7 N	104 CRP T-7 N°10	2,772.00	152.4	0.000	2,772.00	0.00	0.080	2,820.45	2,772.00	48.45
107: CRP T-7 N	107 CRP T-7 N°11	2,723.00	152.4	0.000	2,723.00	0.00	0.080	2,771.48	2,723.00	48.48
110: CRP T-7 N	110 CRP T-7 N°13	2,772.00	152.4	0.000	2,772.00	0.00	0.097	2,820.42	2,772.00	48.42
113: CRP T-7 N	113 CRP T-7 N°14	2,723.00	152.4	0.000	2,723.00	0.00	0.059	2,771.37	2,723.00	48.37
116: CRP T-7 N	116 CRP T-7 N°15	2,723.00	152.4	0.000	2,723.00	0.00	0.030	2,771.50	2,723.00	48.50
119: CRP T-7 N	119 CRP T-7 N°06	2,821.00	152.4	0.000	2,821.00	0.00	0.205	2,866.61	2,821.00	45.61
122: CRP T-7 N	122 CRP T-7 N°08	2,723.00	152.4	0.000	2,723.00	0.00	0.205	2,768.97	2,723.00	45.97
125: CRP T-7 N	125 CRP T-7 N°07	2,772.00	152.4	0.000	2,772.00	0.00	0.205	2,819.14	2,772.00	47.14

Fuente: elaboración propia.

TABLA 18. Resultado en Reservorio Apoyado.

ID	Label	Zone	Elevation (Base) (m)	Elevation (Minimum) (m)	Elevation (Initial) (m)	Elevation (Maximum) (m)	Volume (Inactive) (ML)	Diameter (m)	Flow (Out net) (L/s)	Hydraulic Grade (m)
67: T-1	67 T-1	<None>	2,917.00	2,917.50	2,918.00	2,918.21	0.00	3.05	0.470	2,918.0

fuentes: elaboración propia.

Línea de gradiente hidráulica



FIGURA 25. Línea de Gradiente Hidráulica
Fuente: elaboración propia



FIGURA 26. Línea de Gradiente.
Fuente: elaboración propia

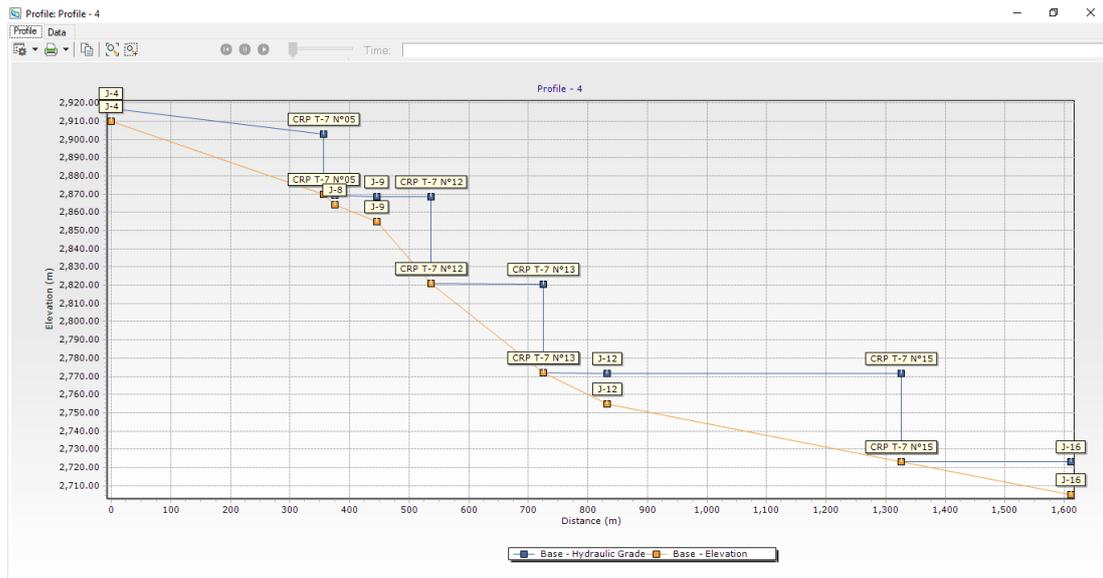


FIGURA 27. Línea de Gradiente.
Fuente: elaboración propia

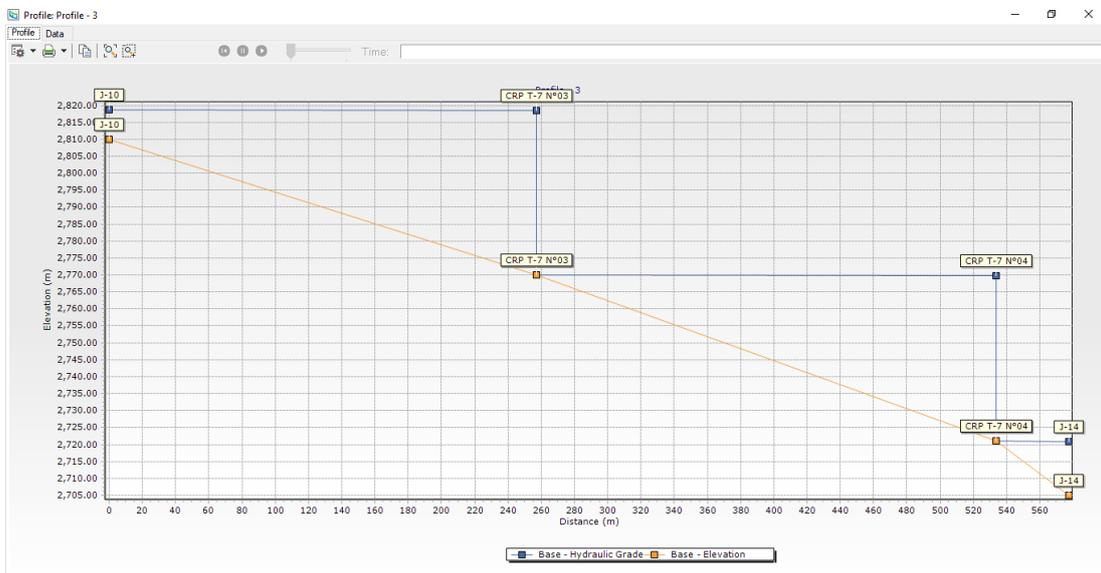


FIGURA 28. Línea de Gradiente.
Fuente: elaboración propia



FIGURA 29.Línea de Gradiente.
Fuente: elaboración propia

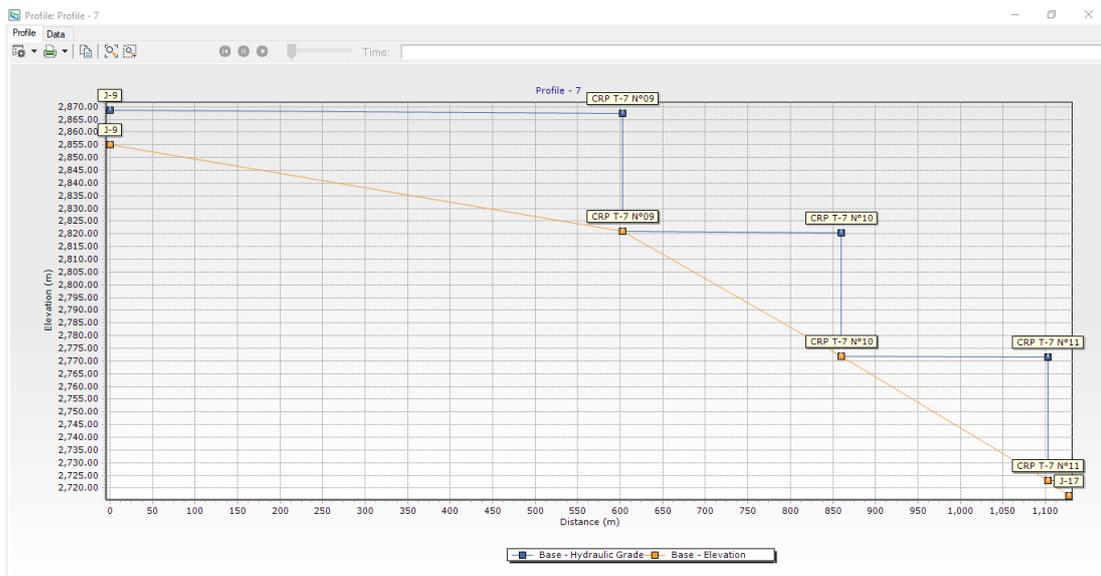


FIGURA 30.Línea de Gradiente.
Fuente: elaboración propia

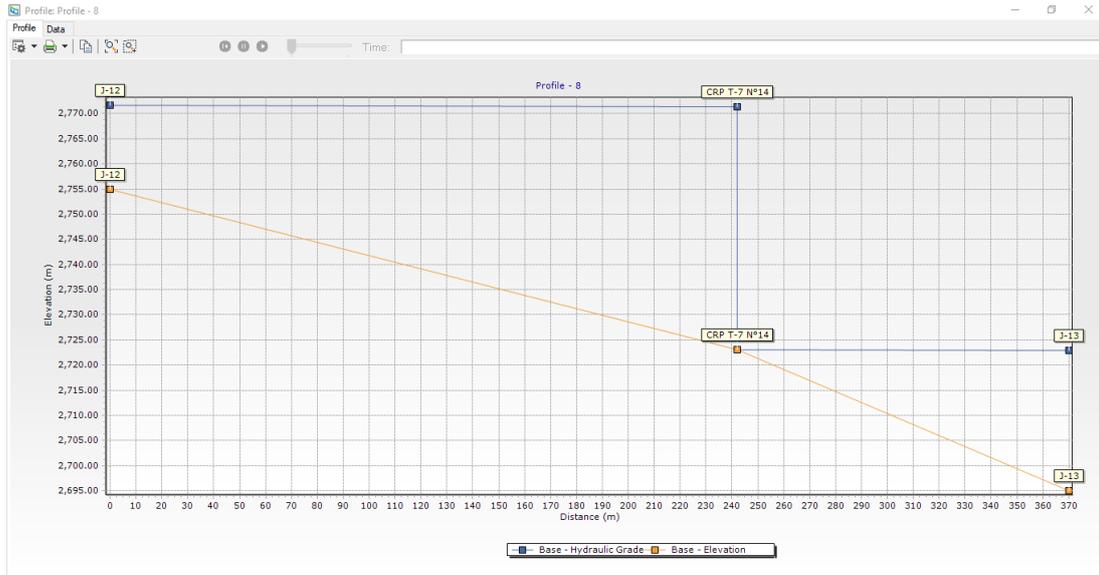


FIGURA 31. Línea de Gradiente.
Fuente: elaboración propia

5.2.4. Diseño Estructural de la Captación manantial de fondo.

Aceros horizontales en muros.

Datos de Entrada

Altura	Hp	0.90	(m)
P.E. Suelo	(W)	1.31	Ton/m3
F'c	-	210.00	(Kg/cm2)
Fy	-	4,200.00	(Kg/cm2)
Capacidad terr.	Qt	0.41	(Kg/cm2)
Ang. de fricción	Ø	10.00	grados
S/C	-	300.00	Kg/m2
Luz libre	LL	1.05	m

$$P_t = K_a * w * H_p$$

$$K_a = \tan^2(45^\circ - \phi / 2)$$

Hp= 0.90m
Entonces Ka = 0.703

Calculamos Pu para (7/8) H de la base

$$H = Pt = (7/8) * H * K_a * W$$

$$H = Pt = 0.73 \text{ Ton/m}^2 \quad \text{Empuje del terreno}$$

$$E = 75.00 \% Pt$$

$$E = 0.54 \text{ Ton/m}^2 \quad \text{Sismo}$$

$$Pu = 1.0 * E + 1.6 * H$$

$$Pu = 1.71 \text{ Ton/m}^2$$

Cálculo de los momentos

Asumimos espesor de muros

$$E = 15 \text{ cm}$$

$$d = 9.37 \text{ cm}$$

$$M (+) = \frac{Pt * L^2}{16}$$

$$M (-) = \frac{Pt * L^2}{12}$$

$$M (+) = 0.12 \text{ Ton-m}$$

$$M (-) = 0.16 \text{ Ton-m}$$

Calculo del Acero de Refuerzo A_s

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y (d - a/2)}$$

$$a = \frac{A_s * F_y}{0.85 f'_c b}$$

$$Mu = 0.16 \text{ Ton-m}$$

$$b = 100.00 \text{ cm}$$

$$F'_c = 280.00 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_y = 4,200.00 \text{ Kg/cm}^2$$

$$d = 9.37 \text{ cm}$$

Cálculo del Acero de Refuerzo

Acero Mínimo

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 * b * d$$

$$A_{s \text{ min}} = 1.69 \text{ cm}^2$$

Nº	a (cm)	As(cm2)
1 iter.	0.94	0.47
2 Iter	0.08	0.45
3 Iter	0.08	0.44
4 Iter	0.08	0.44
5 Iter	0.08	0.44
6 Iter	0.08	0.44
7 Iter	0.08	0.44
8 Iter	0.08	0.44

As(cm2)	Distribución del Acero de Refuerzo				
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
1.69	3.00	2.00	1.00	1.00	1.00

USAR Ø3/8" @0.25 m en ambas caras

Acero Vertical En Muros Tipo M4

Altura	Hp	0.90	(m)
P.E. Suelo	(W)	1.31	Ton/m3
F'c	-	210.00	(Kg/cm2)
Fy	-	4,200.00	(Kg/cm2)
Capacidad terr.	Qt	0.41	(Kg/cm2)
Ang. de fricción	Ø	10.00	grados
S/C		300.00	Kg/m2
Luz libre	LL	1.05	m

$$M(-) = 1.70 * 0.03 * (K_a * w) * H_p * H_p * (LL) = 0.04$$

$$M(+)= M (-) /4= 0.01$$

Incluyendo carga de sismo igual al 75.0% de la carga de empuje del terreno

$$M(-)= 0.07 \quad \text{Ton-m}$$

$$M(+)= 0.02 \quad \text{Ton-m}$$

Mu= 0.07 Ton-m
 b= 100.00 cm
 F'c= 210.00 Kg/cm2
 Fy= 4,200.00 Kg/cm2
 d= 9.37 cm

Cálculo del Acero de Refuerzo

Acero Mínimo

$$A_{smin} = 0.0018 * b * d$$

Asmin= 1.69 cm2

Nº	a (cm)	As(cm2)
1 iter.	0.94	0.21
2 Iter	0.05	0.20
3 Iter	0.05	0.20
4 Iter	0.05	0.20
5 Iter	0.05	0.20

As(cm2)	Distribución del Acero de Refuerzo				
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
1.69	3.00	2.00	1.00	1.00	1.00

USAR Ø3/8" @0.25m en ambas caras

Diseño De Losa De Fondo

Altura	H	0.15	(m)
Ancho	A	0.90	(m)
Largo	L	1.05	(m)
P.E. Concreto	(Wc)	2.40	Ton/m3
P.E. Agua	(Ww)	1.00	Ton/m3
Altura de agua	Ha	0.00	(m)
Capacidad terr.	Qt	0.41	(Kg/cm2)

Peso Estructura		
Losa	0.3402	
Muros	1.5048	
Peso Agua	0	Ton

Pt (peso total)	1.845	Ton

Área de Losa = 6.3 m²

Reacción neta del terreno = 1.2*Pt/área = 0.35 Ton/m²

Qneto= 0.04 Kg/cm²

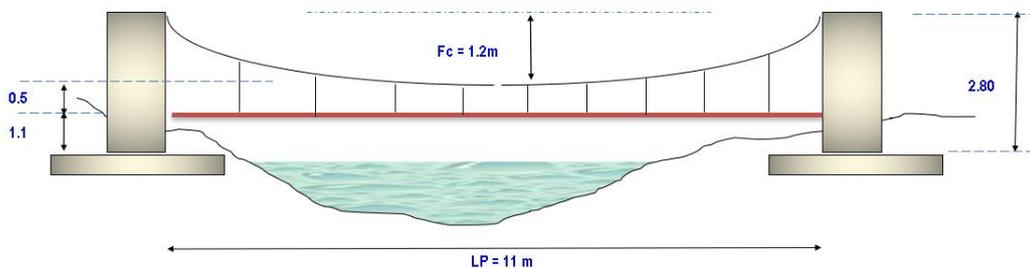
Qt = 0.41 Kg/cm²

Qneto < Qt **CONFORME**

Altura de la losa H = 0.15m As min= 2.574 cm²

As(cm ²)	Distribución del Acero de Refuerzo				
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
2.57	4.00	3.00	2.00	1.00	1.00

5.2.5. Pase aéreo L=11m



Diseño de péndolas y cable principal

Diseño de Péndolas

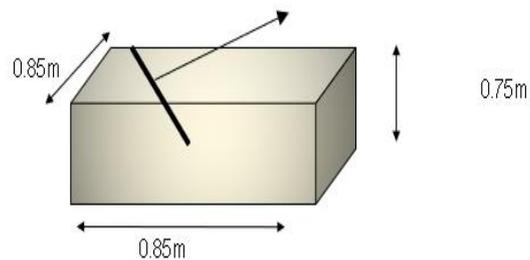
Peso Total de la Péndola	27.0 Kg
Cable Adoptado	1/4 " Tipo Boa (6x19) para péndolas
Separación de Péndolas	1.00 m
Cantidad de Péndolas	10 Und.
Longitud Total de Péndolas	9.36 m

Diseño de Cables Principales

Tensión Máxima en Cable	1.93 Tn
Cable Adoptado	1/2 " Cable tipo Boa (6x19)
Tensión Máxima Admisible de Cable	12.60 Tn

Diseño de cámara de anclaje

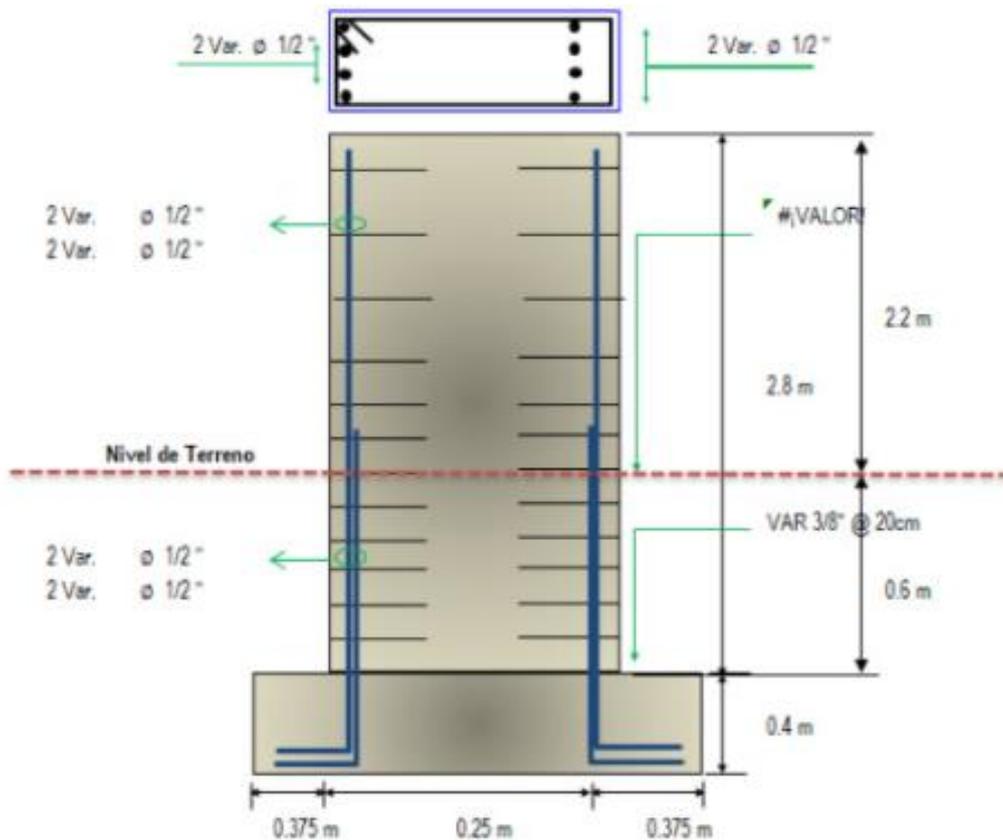
Dimensiones de Cámara



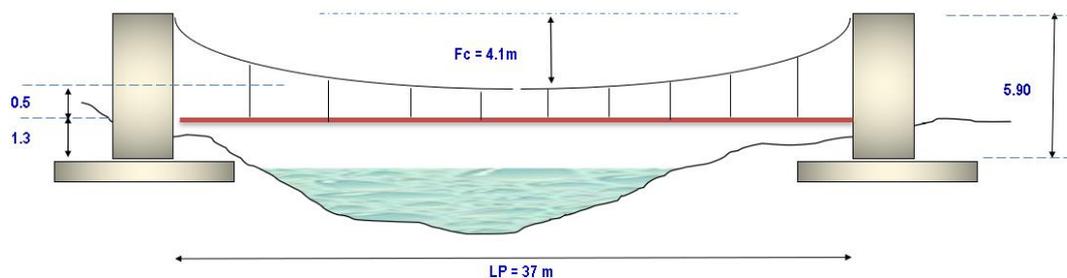
Concreto Hidráulico $f'c$ =	175.0 Kg/cm ²
Angulo de salida del cable principal =	45°
Distancia de Anclaje a la Columna =	2.80
Angulo de salida del cable =	12.48°

Diseño de torre y cimentación

Concreto Hidráulico $f'c$ =	210.0 kg/cm ²
Acero Grado 60 - $f'y$ =	4200.0 kg/cm ²



5.2.6. Pase aéreo L=37m



Diseño de péndolas y cable principal

Diseño de Péndolas

Peso Total de la Péndola	27.0 Kg
Cable Adoptado	3/8 " Tipo Boa (6x19) para péndolas
Separación de Péndolas	1.00 m
Cantidad de péndolas	36 Und.
Longitud Total de Péndolas	62.02 m

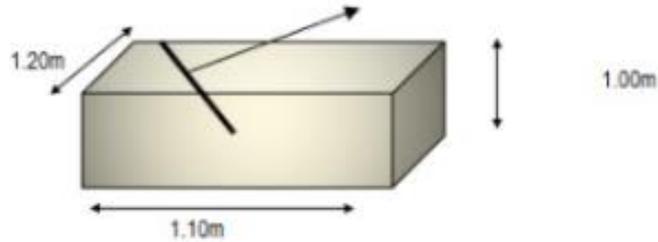
Diseño de Cables Principales

Tensión Máxima en Cable	6.39 Tn
-------------------------	---------

Cable Adoptado
Tensión Máxima Admisible de Cable

1/2 " Cable tipo Boa (6x19)
12.60 Tn

Diseño de cámara de anclaje



Concreto Hidráulico f'_c =	175.0 kg/cm ²
Angulo de salida del cable principal	45.0 °
Distancia de Anclaje a la Columna	6.10
Angulo de salida del cable	12.68 °

Diseño de torre y cimentación

Propiedades de los Materiales

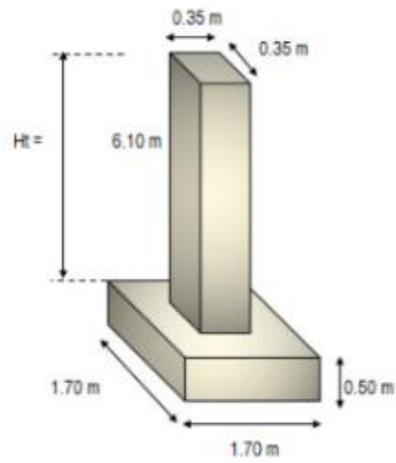
Concreto Hidráulico f'_c =	210.0 kg/cm ²
Acero Grado 60 - f'_y =	4200.0 kg/cm ²

Dimensiones de Torre

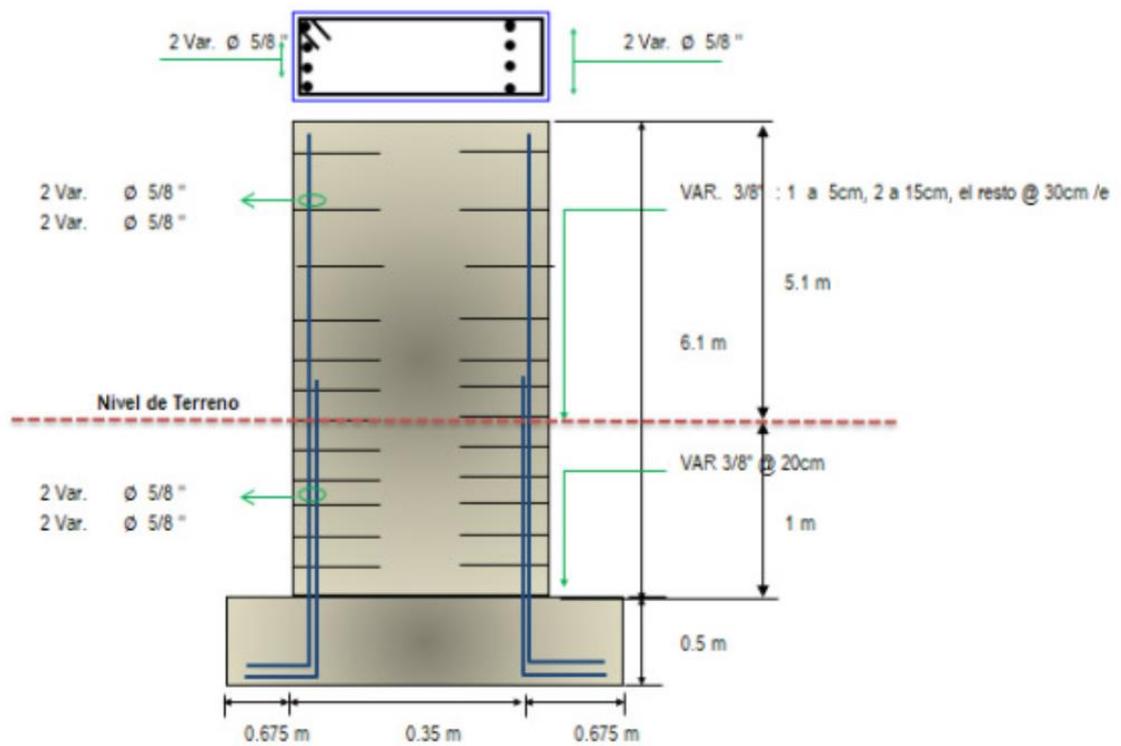
Largo	0.35 m
Ancho	0.35 m
Altura Total de Torre	6.10 m

Dimensiones de Cimentación

Largo	1.70 m
Ancho	1.70 m
Altura	0.50 m
Profundidad de Desplante	1.50 m



Detalle de armado de acero



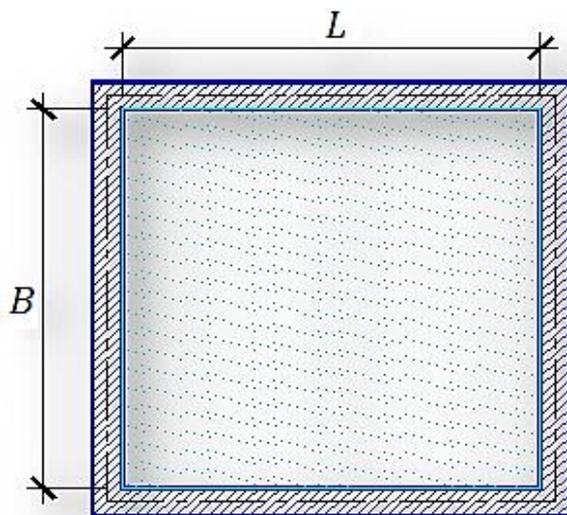
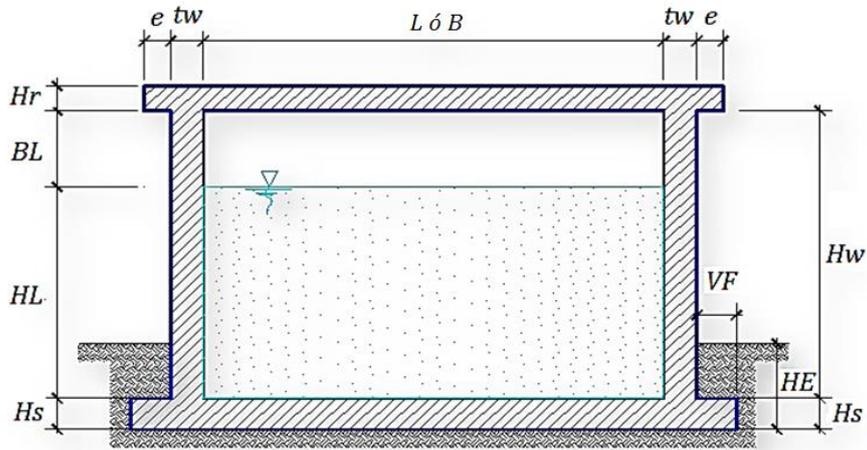
5.2.7. Diseño de reservorio rectangular

DATOS DE DISEÑO	
Capacidad Requerida	10.00 m³
Longitud	3.00 m
Ancho	3.00 m
Altura del Líquido (HL)	1.21 m
Borde Libre (BL)	0.45 m
Altura Total del Reservorio (HW)	1.66 m
Volumen de líquido Total	10.89 m ³
Espesor de Muro (tw)	0.20 m
Espesor de Losa Techo (Hr)	0.15 m
Alero de la losa de techo (e)	0.10 m
Sobrecarga en la tapa	100 kg/m²
Espesor de la losa de fondo (Hs)	0.20 m
Espesor de la zapata	0.40 m
Alero de la Cimentación (VF)	0.20 m
Tipo de Conexión Pared-Base	Flexible
Largo del clorador	1.05 m
Ancho del clorador	0.80 m
Espesor de losa de clorador	0.10 m
Altura de muro de clorador	1.22 m
Espesor de muro de clorador	0.10 m
Peso de Bidon de agua	60.00 kg
Peso de clorador	979 kg
Peso de clorador por m ² de techo	75.54 kg/m ²
Peso Propio del suelo (gm):	1.23 ton/m³
Profundidad de cimentacion (HE):	0.45 m
Angulo de friccion interna (Ø):	28.00 °
Presion admisible de terreno (st):	0.38 kg/cm²
Resistencia del Concreto (f'c)	210 kg/cm²
Ec del concreto	218,820 kg/cm ²
Fy del Acero	4,200 kg/cm ²
Peso específico del concreto	2,400 kg/m ³
Peso específico del líquido	1,000 kg/m ³
Aceleración de la Gravedad (g)	9.81 m/s ²
Peso del muro	10,199.04 kg
Peso de la losa de techo	4,665.60 kg
Recubrimiento Muro	0.05 m
Recubrimiento Losa de techo	0.03 m

Recubrimiento Losa de fondo
Recubrimiento en Zapata de
muro

0.05 m

0.07 m



Parámetros sísmicos (reglamento peruano E0.30)

$$Z = 0.35$$

$$U = 1.00$$

$$S = 1.20$$

Análisis sísmico estático (ACI350.3-06)

Coeficiente de masa efectiva

$$\varepsilon = \left[0.0151 \left(\frac{L}{H_L} \right)^2 - 0.1908 \left(\frac{L}{H_L} \right) + 1.021 \right] \leq 1.0$$
$$\varepsilon = \mathbf{0.64}$$

Masa equivalente de la aceleración del líquido:

Peso equivalente total del líquido almacenado (WL)=10,890kg

$$\frac{W_i}{W_L} = \frac{\tan \left[0.866 \left(\frac{L}{H_L} \right) \right]}{0.866 \left(\frac{L}{H_L} \right)}$$

$$\frac{W_c}{W_L} = 0.264 \left(\frac{L}{H_L} \right) \tan \left[3.16 \left(\frac{H_L}{L} \right) \right]$$

Peso del líquido (WL) =	10,890 kg
Peso de la pared del reservorio (Ww1) =	10,199 kg
Peso de la losa de techo (Wr) =4,666	4,666 kg
Peso Equivalente de la Componente Impulsiva (Wi) =	4,935 kg
Peso Equivalente de la Componente Convectiva (Wc) =	6,095 kg
Peso efectivo del depósito (We = ε * Ww + Wr) =	11,193 kg

Propiedades dinámicas

Frecuencia de vibración natural componente Impulsiva (ωi):	892.42 rad/s
Masa del muro (mw):	81 kg.s2/m2
Masa impulsiva del líquido (mi):	84 kg.s2/m2
Masa total por unidad de ancho (m):	165 kg.s2/m2
	66,778,500
Rigidez de la estructura (k):	kg/m2
Altura sobre la base del muro al C.G. del muro (hw):	0.83 m
Altura al C.G. de la componente impulsiva (hi):	0.45 m
Altura al C.G. de la componente impulsiva IBP (h'i):	1.18 m
Altura resultante (h):	0.64 m
Altura al C.G. de la componente compulsiva (hc):	0.68 m
Altura al C.G. de la componente compulsiva IBP (h'c):	1.26 m
Frecuencia de vibración natural componente convectiva (ωc):	2.97 rad/s
Periodo natural de vibración correspondiente a Ti :	0.01 seg
Periodo natural de vibración correspondiente a Tc :	2.11 seg

$$\omega_i = \sqrt{k/m} \quad \frac{L}{H_L} < 1.333 \rightarrow \frac{h_i}{H_L} = 0.5 - 0.09375 \left(\frac{L}{H_L} \right)$$

$$\omega_i = \sqrt{k/m} \quad \frac{L}{H_L} \geq 1.333 \rightarrow \frac{h_i}{H_L} = 0.375$$

$$m_w = H_w t_w \left(\frac{\gamma_c}{g} \right) \quad \frac{L}{H_L} < 0.75 \rightarrow \frac{h'_i}{H_L} = 0.45$$

$$m_i = \left(\frac{W_i}{W_L} \right) \left(\frac{L}{2} \right) H_L \left(\frac{\gamma_L}{g} \right) \quad \frac{L}{H_L} \geq 0.75 \rightarrow \frac{h'_i}{H_L} = \frac{0.866 \left(\frac{L}{H_L} \right)}{2 \tanh \left[0.866 \left(\frac{L}{H_L} \right) \right]} - 1/8$$

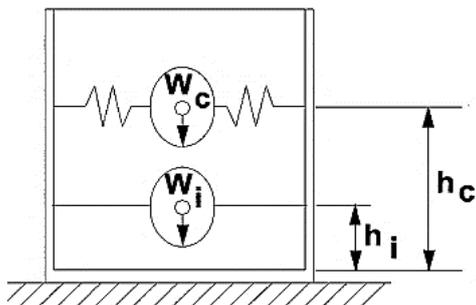
$$h = \frac{(h_w m_w + h_i m_i)}{(m_w + m_i)} \quad \frac{h_c}{H_L} = 1 - \frac{\cosh[3.16(H_L/L)] - 1}{3.16(H_L/L) \sinh[3.16(H_L/L)]}$$

$$h_w = 0.5 H_w \quad \frac{h'_c}{H_L} = 1 - \frac{\cosh[3.16(H_L/L)] - 2.01}{3.16(H_L/L) \sinh[3.16(H_L/L)]}$$

$$k = \frac{4E_c}{4} \left(\frac{t_w}{h} \right)^3 \quad \frac{h'_c}{H_L} = 1 - \frac{\cosh[3.16(H_L/L)] - 2.01}{3.16(H_L/L) \sinh[3.16(H_L/L)]}$$

$$\omega_c = \frac{\lambda}{\sqrt{L}} \quad T_i = \frac{2\pi}{\omega_i} = 2\pi \sqrt{m/k} \quad T_i = \frac{2\pi}{\omega_c} = \left(\frac{2\pi}{\lambda} \right) \sqrt{L}$$

Factor de amplificación espectral componente impulsiva Ci: 2.29
 Factor de amplificación espectral componente convectiva Cc: 1.14



Altura del Centro de Gravedad del Muro de Reservorio $h_w =$ 0.83 m
 Altura del Centro de Gravedad de la Losa de Cobertura $h_r =$ 1.74 m
 Altura del Centro de Gravedad Componente Impulsiva $h_i =$ 0.45 m
 Altura del Centro de Gravedad Componente Impulsiva IBP $h'_i =$ 1.18 m
 Altura del Centro de Gravedad Componente Convectiva $h_c =$ 0.68 m
 Altura del Centro de Gravedad Componente Convectiva IBP $h'_c =$ 1.26 m

Fuerzas laterales dinámicas

$$\begin{aligned}
 I &= 1.00 \\
 R_i &= 2.00 \\
 R_c &= 1.00 \\
 Z &= 0.35 \\
 S &= 1.20
 \end{aligned}$$

Type of structure	R_i		R_c
	On or above grade	Buried [†]	
Anchored, flexible-base tanks	3.25 [†]	3.25 [†]	1.0
Fixed or hinged-base tanks	2.0	3.0	1.0
Unanchored, contained, or uncontained tanks [‡]	1.5	2.0	1.0
Pedestal-mounted tanks	2.0	—	1.0

$$P_w = 4,908.29 \text{ kg} \text{ Fuerza Inercial Lateral por Aceleración del Muro}$$

$$P_r = 2,245.32 \text{ kg} \text{ Fuerza Inercial Lateral por Aceleración de la Losa}$$

$$P_i = 2,375.15 \text{ kg} \text{ Fuerza Lateral Impulsiva}$$

$$P_c = 2,913.93 \text{ kg} \text{ Fuerza Lateral Convectiva}$$

$$V = 9,964.34 \text{ kg} \text{ Corte basal total} \quad V = \sqrt{(P_i + P_w + P_r)^2 + P_c^2}$$

$$P_w = ZSIC_i \frac{\varepsilon W_w}{R_{wi}} \quad P_c = ZSIC_c \frac{\varepsilon W_c}{R_{wc}}$$

$$P_r = ZSIC_i \frac{\varepsilon W_r}{R_{wi}} \quad P'_w = ZSIC_i \frac{\varepsilon W'_w}{R_{wi}}$$

$$P_i = ZSIC_i \frac{\varepsilon W_i}{R_{wi}}$$

Aceleración vertical.

La carga hidrostática q_{hy} a una altura y :

$$p_{hy} = a_v \cdot q_{hy} \quad p_{hy} = ZSIC_v \frac{b}{R_{wi}} \cdot q_{hy}$$

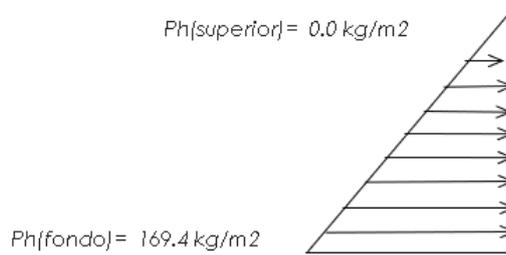
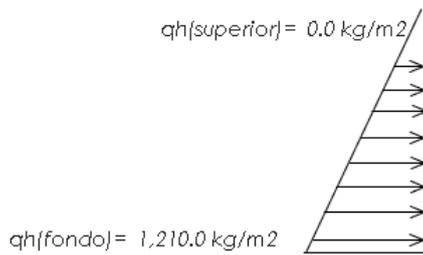
La presión hidrodinámica resultante Phy :
 $C_v=1.0$ (para depósitos rectangulares)
 $b=2/3$

$$p_{hy} = a_v \cdot q_{hy}$$

Ajuste a la presión hidrostática debido a la aceleración vertical

Presión hidrostática

Presión por efecto de sismo vertical



Distribución horizontal de cargas

Presión lateral por sismo vertical $p_{hy} = ZSIC_v \frac{b}{R_{wi}} \cdot q_{hy} = 169.4 \text{ kg/m}^2 - 140.00$

Distribución de carga inercial por Ww $P_{wy} = ZSI \frac{C_i}{R_{wi}} (\epsilon \gamma_c B t_w) = 443.52 \text{ kg/m}$

Distribución de carga impulsiva $P_{iy} = \frac{P_i}{2H_L^2} (4H_L - 6H_i) - \frac{P_i}{2H_L^3} (6H_L - 12H_i)y = 1735. \text{ kg/m}$

Distribución de carga convectiva $P_{cy} = \frac{P_c}{2H_L^2} (4H_L - 6H_c) - \frac{P_c}{2H_L^3} (6H_L - 12H_c)y = 756.3 \text{ kg/m}$

Presión horizontal de cargas

y_{max}= 1.21 m

y_{min}= 0.00 m

Presión lateral por sismo vertical $p_{hy} = ZSIC_v \frac{b}{R_{wi}} \cdot q_{hy} = 169.4 \text{ kg/m}^2$

Presión de carga inercial por Ww $p_{wy} = \frac{P_{wy}}{B} = 147.8 \text{ kg/m}^2$

Presión de carga impulsiva $p_{iy} = \frac{P_{iy}}{B} = 578.6 \text{ kg/m}^2$

Presión de carga convectiva $p_{cy} = \frac{P_{cy}}{B} = 252.1 \text{ kg/m}^2$

Momento Flexionante en la base del muro (Muro en voladizo):

M_w = 4,074 kg.m $M_w = P_w x h_w$

M_r = 3,896 kg.m $M_r = P_r x h_r$

M_i = 1,069 kg.m $M_i = P_i x h_i$

M_c = 1,981 kg.m $M_c = P_c x h_c$

M_b = 9,253 kg.m Momento de flexión en la base de toda la sección

$M_b = \sqrt{(M_i + M_w + M_r)^2 + M_c^2}$

Momento en la base del muro:

$$\begin{aligned} M_w &= 4,074 \text{ kg.m} & M_w &= P_w x h_w \\ M_r &= 3,896 \text{ kg.m} & M_r &= P_r x h_r \\ M'_i &= 2,811 \text{ kg.m} & M'_i &= P_i x h'_i \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M'_c &= 3,672 \text{ kg.m} & M'_c &= P_c x h'_c \\ M_o &= 11,389 \text{ kg.m} & & \text{Momento de volteo en la base del reservorio} \end{aligned}$$

$$M_o = \sqrt{(M'_i + M_w + M_r)^2 + M'_c^2}$$

Factor de Seguridad al Volteo (FSv):

Mo =	11,389 kg.m			
MB =	49,029 kg.m	4.30	Cumple	
ML =	49,029 kg.m	4.30	Cumple	FS volteo mínimo = 1.5

Combinaciones Últimas para Diseño

El Modelamiento se efectuó en el programa de análisis de estructuras **SAP2000(*)**, para lo cual se consideró las siguientes combinaciones de carga:

$$\begin{aligned} U &= 1.4D+1.7L+1.7F \\ U &= 1.25D+1.25L+1.25F+1.0E & E &= \sqrt{(p_{iy} + p_{wy})^2 + p_{cy}^2 + p_{hy}^2} \\ U &= 0.9D+1.0E \end{aligned}$$

Donde: D (Carga Muerta), L (Carga Viva), F (Empuje de Líquido) y E (Carga por Sismo).

(*) para el modelamiento de la estructura puede utilizarse el software que el ingeniero estructural considere pertinente.

Modelamiento y resultados mediante Programa SAP2000

Resultante del Diagrama de Momentos M22 – Max. (Envolvente) en la direccion X

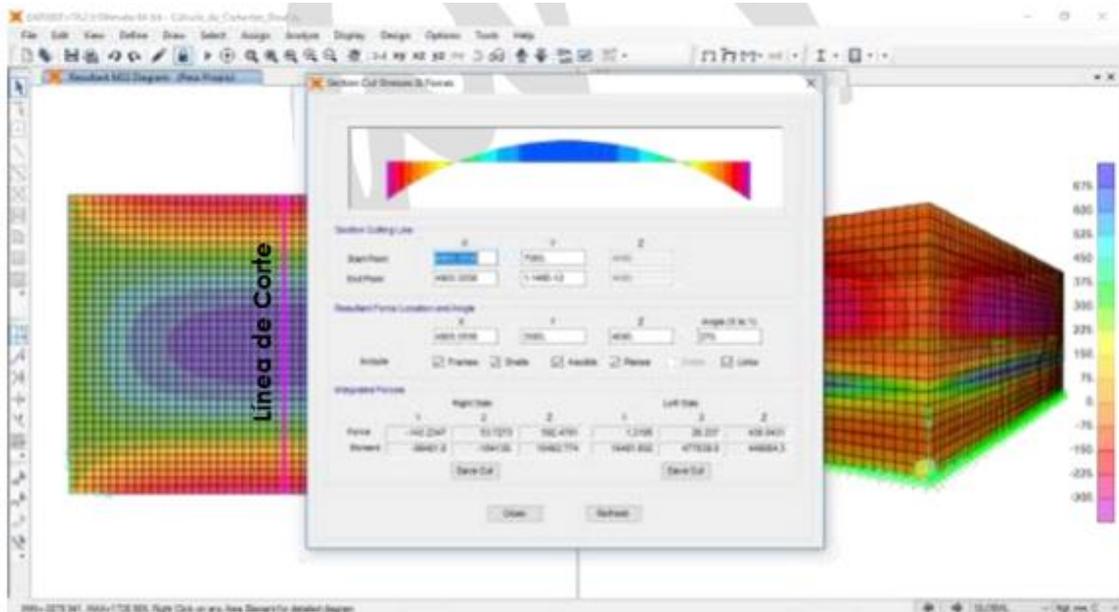


FIGURA 32. Modelamiento de reservorio SAP2000.
Fuente: elaboración propia

Fuerzas Laterales actuantes por Presión del Agua.

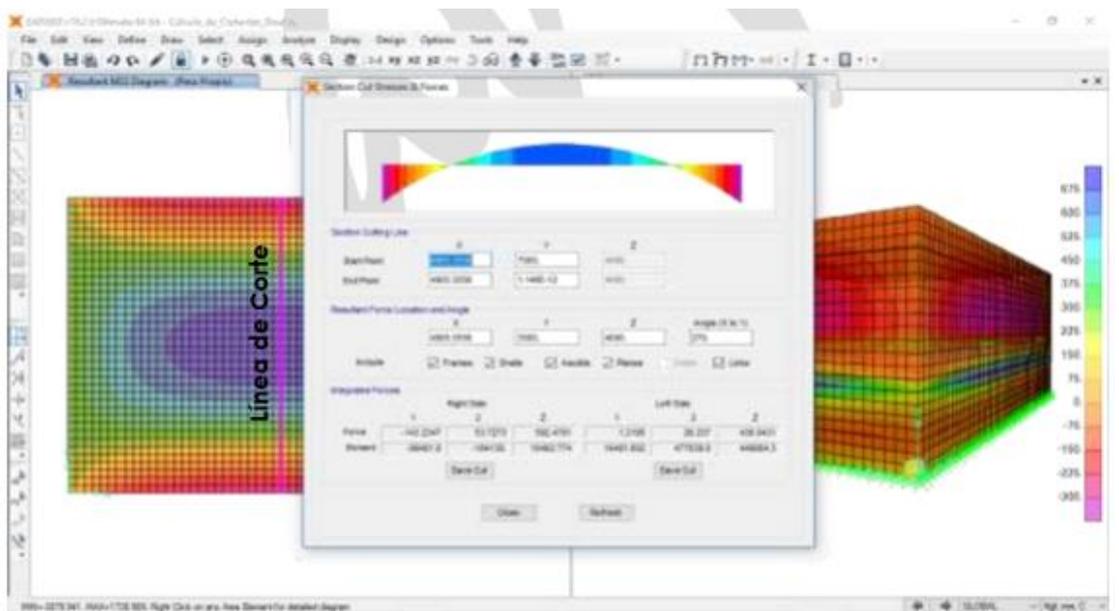


FIGURA 33. Fuerzas Laterales por Presión de agua.
Fuente: elaboración propia.

Diseño de la estructura

El refuerzo de los elementos del reservorio en contacto con el agua se colocará en **doble malla**.

Verificación y cálculo de refuerzo del muro

a. Acero de Refuerzo Vertical por Flexión:

Momento máximo último M22 (SAP) **460.00 kg.m**

As =	0.82 cm ²	Usando	<input type="text" value="3/8"/>	s = 0.87 m
As _{min}			<input type="text" value="1/2"/>	
=	3.00 cm ²	Usando	3	s = 0.85 m

b. Control de agrietamiento

w = **0.033** (Rajadura Máxima para control de agrietamiento)

$$S_{\text{máx}} = 26 \text{ cm} \quad s_{\text{max}} = \left(\frac{107046}{f_s} - 2C_c \right) \frac{w}{0.041}$$

$$S_{\text{máx}} = 27 \text{ cm} \quad s_{\text{max}} = 30.5 \left(\frac{2817}{f_s} \right) \frac{w}{0.041}$$

c. Verificación del Cortante Vertical

Fuerza Cortante Máxima (SAP) V23 **1,300.00 kg**

Resistencia del concreto a cortante **7.68 kg/cm²** $V_c = 0.53\sqrt{f'c}$

Esfuerzo cortante último = V/(0.85bd) **1.02 kg/cm²** Cumple

d. Verificación por contracción y temperatura

	L	B
Long. de muro entre juntas (m)	3.40 m	3.40 m
Long. de muro entre juntas (pies)	11.15 pies	11.15 pies
Cuantía de acero de temperatura	0.003	0.003
Cuantía mínima de temperatura	0.003	0.003
Área de acero por temperatura	6.00 cm ²	6.00 cm ²

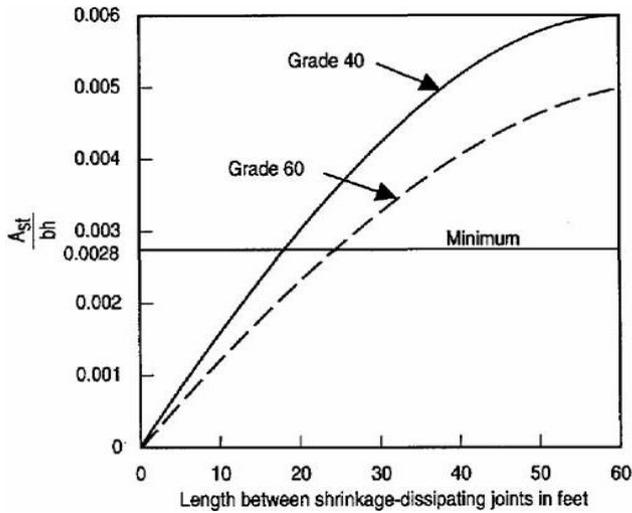


FIGURA 34. Minimum Temperature (ACI 350)

e. Acero de Refuerzo Horizontal por Flexión:

Momento máximo ultimo

M11 (SAP) **210.00 kg.m**

$A_s =$ 0.37 cm² Usando s= 1.91
 m

$A_{smin} =$ 2.25 cm² Usando 3 s= 1.13
 m

f. Acero de Refuerzo Horizontal por Tensión:

Tensión máxima ultimo

F11 (SAP) **1,350.00 kg**

$A_s =$ 0.36 cm² Usando s= 1.99
 m

g. Verificación del Cortante Horizontal

Fuerza Cortante Máxima (SAP) V13 **1,300.00 kg**
 7.68

Resistencia del concreto a cortante kg/cm²

Esfuerzo cortante último = $V/(0.85bd)$ 1.02 kg/cm² Cumple

Cálculo de acero de refuerzo en losa de techo.

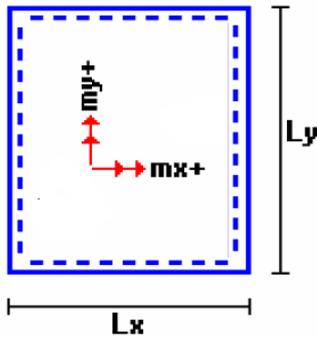
La losa de cobertura será una losa maciza armada en dos direcciones, para su diseño se utilizará el Método de Coeficientes.

$M_x = C_x W_u L_x^2$ Momento de flexión en la dirección x

$$M_y = C_y W_u L_y^2$$

Momento de flexión en la dirección y

Para el caso del Reservorio, se considerará que la losa se encuentra apoyada al muro en todo su perímetro, por lo cual se considera una condición de CASO 1



Carga Viva Uniforme Repartida
 Carga Muerta Uniforme Repartida
 Luz Libre del tramo en la dirección corta
 Luz Libre del tramo en la dirección larga

$W_L = 100 \text{ kg/m}^2$
 $W_D = 486 \text{ kg/m}^2$
 $L_x = 3.00 \text{ m}$
 $L_y = 3.00 \text{ m}$

Relación $m=L_x/L_y$ 1.00

Momento + por Carga Muerta Amplificada

Momento + por Carga Viva Amplificada

	Factor Amplificación	Muerta	Viva
$C_x =$	0.036	$M_x =$	220.2 kg.m
$C_y =$	0.036	$M_y =$	220.2 kg.m
$C_x =$	0.036	$M_x =$	55.1 kg.m
$C_y =$	0.036	$M_y =$	55.1 kg.m

a. Cálculo del acero de refuerzo

Momento máximo positivo (+) **275 kg.m**
 Area de acero positivo (inferior) 0.59 cm² Usando s= 1.21 m

Area de acero por temperatura 4.50 cm² Usando 1/2" ▾ s= 0.28 m

b. Verificación del Cortante

Fuerza Cortante Máxima **1,275 kg**
 Resistencia del concreto a cortante 7.68 kg/cm²
 Esfuerzo cortante último = **1.00**
 V/(0.85bd) **kg/cm²** Cumple

Cálculo de Acero de Refuerzo en Losa de Fondo

a. Cálculo de la Reacción Amplificada del Suelo

$$V_c = 0.53\sqrt{f'c}$$

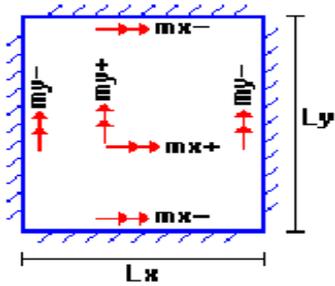
Las Cargas que se transmitirán al suelo son:

	Carga Muerta (Pd)	Carga Viva (PL)	Carga Líquido (Ph)
Peso Muro de Reservorio	10,199 Kg	----	----
Peso de Losa de Techo + Piso	11,597 Kg	----	----
Peso del Clorador	979 Kg	----	----
Peso del Líquido	----	----	10,890.00 kg
Sobrecarga de Techo	----	1,296 Kg	----
	22,774.80 kg	1,296.00 kg	10,890.00 kg

Capacidad Portante Neta del Suelo		0.28	
	$q_{sn} = q_s - g_s h_t - g_c e_L - S/C$	kg/cm ²	
Presión de la estructura sobre terreno		0.24	
	$q_T = (Pd+PL) / (L*B)$	kg/cm ²	Correcto
Reacción Amplificada del Suelo		0.36	
	$q_{snu} = (1.4*Pd+1.7*PL+1.7*Ph)/(L*B)$	kg/cm ²	
Area en contacto con terreno	14.44 m ²		

b. Cálculo del acero de refuerzo

El análisis se efectuará considerando la losa de fondo armada en dos sentidos, siguiendo el criterio que la losa mantiene una continuidad con los muros, se tienen momentos finales siguientes por el Método de los Coeficientes:



Luz Libre del tramo en la dirección corta
Luz Libre del tramo en la dirección larga

$L_x = 3.00 \text{ m}$
 $L_y = 3.00 \text{ m}$

Momento + por Carga Muerta
Amplificada

$C_x = 0.018$ $M_x = 357.7 \text{ kg.m}$
 $C_y = 0.018$ $M_y = 357.7 \text{ kg.m}$

Momento + por Carga Viva
Amplificada

$C_x = 0.027$ $M_x = 348.6 \text{ kg.m}$
 $C_y = 0.027$ $M_y = 348.6 \text{ kg.m}$

Momento - por Carga Total
Amplificada

$C_x = 0.045$ $M_x = 1,475.3 \text{ kg.m}$
 $C_y = 0.045$ $M_y = 1,475.3 \text{ kg.m}$

Momento máximo positivo
(+)

706 kg.m

Cantidad:

Área de acero positivo
(Superior)

1.26 cm²

Usando

1

s= 1.01 m

Momento máximo negativo
(-)

1,475 kg.m

Área de acero negativo (Inf.
Zapata)

2.66 cm²

Usando

1

s= 0.48 m

Área de acero por
temperatura

6.00 cm²

Usando

1

s= 0.24 m

c. Verificación del Cortante

Fuerza Cortante Máxima	5,464 kg	$V_c = 0.53\sqrt{f'c}$
Resistencia del concreto a cortante	7.68 kg/cm ²	
Esfuerzo cortante último = $V/(0.85bd)$	1.95 kg/cm ²	Cumple

RESUMEN

		Teórico	Asumido
Acero de Refuerzo en Pantalla Vertical.	Ø 3/8"	@ 0.24 m	@ 0.20 m
Acero de Refuerzo en Pantalla Horizontal	Ø 3/8"	@ 0.24 m	@ 0.20 m
Acero en Losa de Techo (inferior)	Ø 3/8"	@ 0.28 m	@ 0.15 m
Acero en Losa de Techo (superior)	Ø 3/8"	Ninguna	
Acero en Losa de Piso (superior)	Ø 3/8"	@ 0.24 m	@ 0.20 m
Acero en Losa de Piso (inferior)	Ø 3/8"	@ 0.24 m	@ 0.20 m
Acero en zapata (inferior)	Ø 1/2"	@ 0.26 m	@ 0.20 m

5.2.8. Cámara rompe presión

Se conoce: $Q_{md} = \boxed{0.500}$ l/s (Caudal máximo diario)

$D = \boxed{1.0}$ pulg

Del gráfico:

A: Altura mínima = 10.0 cm 0.10 m
 H : Altura de carga requerida para que el caudal de salida pueda fluir
 BL : Borde libre = 40.0 cm 0.40 m
 H_t : Altura total de la Cámara Rompe Presión
 $H_t = A+H+BL$

Para determinar la altura de la cámara rompe presión, es necesario la carga requerida (H)

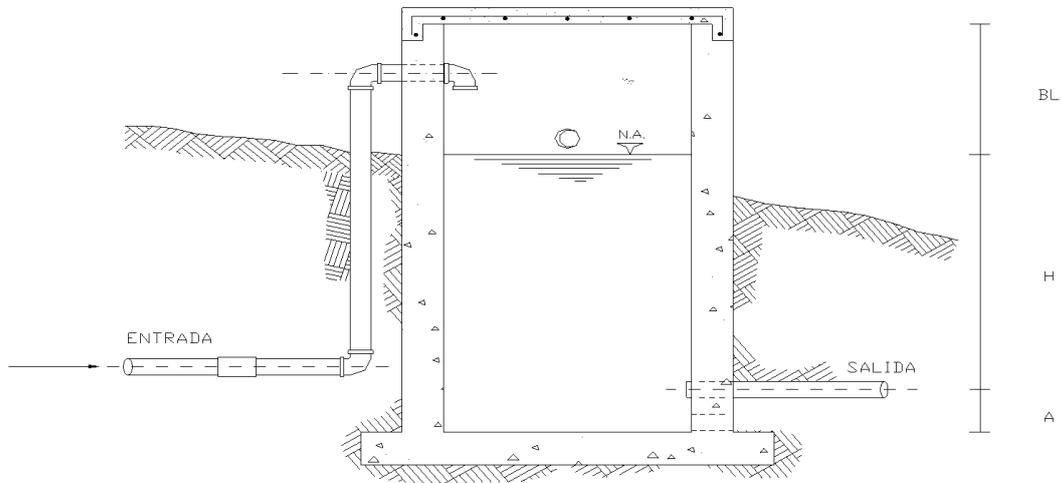
Este valor se determina mediante la ecuación experimental de Bernoulli.

Se sabe:

$$H = 1.56 * \frac{V^2}{2 * g}$$

y

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



$$V = 0.99 \text{ m/s}$$

Reemplazando en:

$$H = 1.56 * \frac{V^2}{2 * g}$$

$$H = 0.077 \text{ cm}$$

Por procesos constructivos tomamos $H = 0.4 \text{ m}$

Luego:

$$H_t = A + H + BL$$

$$H_t = 0.1 + 0.4 + 0.4$$

$$H_t = 0.90 \text{ m}$$

Con menor caudal se necesitarán menores dimensiones, por lo tanto, la sección de la base de la cámara rompe presión para la facilidad del proceso constructivo y por la instalación de accesorios, consideraremos una sección interna de $0.60 * 0.60 \text{ m}$

5.2.9. Cálculo de la canastilla

Se recomienda que el diámetro de la canastilla sea 2 veces el diámetro de la tubería de salida

$$D_c = 2 \times D$$

$$D_c = 2 \text{ pulg}$$

La longitud de la canastilla (L) debe ser mayor 3D y menor que 6D

$$\begin{array}{rcl} L = & (3 \times D) \times 2.54 = & 7.62 \text{ cm} \\ L = & (6 \times D) \times 2.54 = & 15.24 \text{ cm} \\ & \text{Lasumido} = & 20 \text{ cm} \end{array}$$

Área de ranuras:

Área total de ranuras $A_t = 2 A_s$, Considerando A_s como el área transversal de la tubería de salida

$$A_r = 7 \text{ mm} \times 5 \text{ mm} = 35 \text{ mm}^2$$

$$A_r = 35 \times 10^{-2} \text{ cm}^2$$

$$A_s = \frac{\pi D_s^2}{4}$$

$$A_s = 5.07 \text{ cm}^2$$

$$A_t = 10.13 \text{ cm}^2$$

Área de A_t no debe ser mayor al 50% del área lateral de la granada (A_g)

$$\begin{array}{l} A_g = 0.5 \times D_g \times L \\ A_g = 50.80 \end{array}$$

El número de ranuras resulta:

$$N^{\circ} \text{ ranuras} = \frac{\text{Área total de ranura}}{\text{Área de ranura}}$$

$$N^{\circ} \text{ de ranuras} = 29$$

Rebose

La tubería de rebose se calcula mediante la ecuación de Hazen y Williams (para $C=150$)

$$D = 4.63 * \frac{Q^{0.38}}{C^{0.38} S^{0.21}}$$

Donde:

$$\begin{array}{ll} D = & \text{Diámetro (pulg)} \\ Q_{\text{md}} = & \text{Caudal máximo diario (l/s)} \\ H_f = & \text{Pérdida de carga unitaria (m/m). Considera} = 0.010 \end{array}$$

D = 1.39 pulg
 Considerando una tubería de rebose de 2 pulg.

RESUMEN

	Rango	Diámetro mínimo
Qmd	0.0 - 0.5lps	1.0 pulg
Qmd	0.5 - 1.0lps	1.0 pulg
Qmd	1.0 - 1.5lps	1.5 pulg

5.2.10. Análisis De Resultados

El proyecto contempla emplazar una captación tipo manantial de fondo diseñada para un caudal de 0.373l/s según aforos obtenidos en campo que luego de los cálculos realizados se determinó que dicho volumen de agua si abastece al sistema por lo que no es necesario buscar otras fuentes; de acuerdo a la normativa vigente donde indica que si el gasto es menor a 0.5l/s, se debe de usar 0.5l/s como caudal de diseño.

El análisis, químico, físico y bacteriológico del agua de la fuente nos determinó que el uso del agua es aceptable para consumo humano, de la cual se dedujeron ciertas recomendaciones como la instalación cercos de protección alrededor de la fuente, la colocación de tapas sanitarias, filtrar el agua que abastecerá la captación a través de filtros como grava y arena, la instalación de sistemas de desinfección ubicado en el reservorio; así como la realización periódica de análisis al agua.

Según los datos obtenidos en el 2007 del censo poblacional, el Caserío de San Francisco contaba con 24760 hab. y para el 2017 disminuyó a 21257 hab. Lo que se demostró que la población en el ámbito rural está disminuyendo con una tasa de decrecimiento negativa ($r=-1.514\%$); de acuerdo a la R.M. 192-2018, se debe de considerar la razón de crecimiento $r=0$, como dato para el cálculo de la población futura; es decir que la población actual es de 306hab. distribuidos en 85 viviendas, lo

que se determina una densidad poblacional de 3.6 hab./viv. y que al término de la vida útil del proyecto la población no se va a incrementar.

La dotación a utilizar en el caserío San Francisco es de 50 lts./hab./día., hallándose así el caudal promedio diario anual $Q_p = 0.2331/s$ para la determinación los gastos máximos diarios - horarios $Q_{md} = 0.3031/s$ y $Q_{mh} = 0.4661/s$; estos nos permitirán realizar el diseño de la línea de conducción y aducción respectivamente.

Se realizará la instalación de 5.4km de tubería para la línea de conducción perteneciente al subsistema de producción, lo que permitirá el traslado del fluido por una tubería PVC SAP clase 10 Ø 1" enterrada y tubería HDPE Ø 1" en dos pases aéreos hasta su llegada a la estructura de regulación reservorio; para el cálculo del conducto se hizo uso del software WaterCAD, como principal herramienta para la determinación de estos diseños que según norma no pueden pasar de las velocidades permisibles de 0.6m/s a 3m/s salvo algunas excepciones debidamente justificadas.

Se ubicaron 05 cámaras rompe presión CRP 6 que se han ubicado respetando los parámetros de diseño no mayor a 50 metros de desnivel, dichas estructuras serán armadas con concreto $f'c = 210 kg/cm^2$ y acero de 3/8".

Se ubicó una estructura de regulación (reservorio) rectangular apoyado a una cota 2917.00msnm de que dé a acuerdo a los resultados obtenidos es de 10m³, estructurado con concreto $f'c = 210 kg/cm^2$ en toda la estructura, acero en la pantalla de Ø 3/8", losa inferior Ø 3/8", losa de techo Ø 3/8", losa de techo Ø 3/8" y cimentación Ø 1/2; cuenta con un sistema de cloración para garantizar que el agua que se está entregando es apta para consumo humano en las proporciones correctas.

Se colocará tubería de PVC SAP clase 10 Ø 3/4" en la línea de aducción y de distribución para repartir el fluido a las viviendas, en dicho trayecto se usarán obras de

arte como como cámaras rompe presión de tipo CRP 7, que a diferencia de las tipo 6 tienen cierre automático acuerdo a los cálculos obtenidos del WaterCAD, las cámaras serán estructuradas con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y acero $\text{Ø } 3/8''$, emplazadas en desniveles a cada 50 metros, lo cual nos permite disminuir la presión generada por la caída de agua, en este recorrido se utilizarán un total de 15.

El diseño termina con 88 instalaciones de las cuales 85 son domiciliarias, 01 salón comunal, 01 capilla, 01 I.E.

Para la realización del diseño y considerando que es un sistema de agua rural, se basó la información de acuerdo a la Norma Técnica de Diseño R.M. N° 192-2018, que de acuerdo a la información recabada en campo y los cálculos datos obtenidos en gabinete, nuestro diseño ha cumplido con los parámetros establecidos en la referida norma.

VI. CONCLUSIONES

- El caudal máximo diario y el horario es:
Qmd: 0.303 l/s
Qmh: 0.466 l/s
- Se diseñó el sistema de agua potable, la línea de conducción con tuberías de PVC SAP clase 10 de 30.20mm (1") de diámetro y HDPE de diámetros de 31.20mm (1") para pases aéreos.
- Para las redes de distribución con tubería PVC SAP clase 10 de diámetro 23.60mm (3/4").
 - ✓ 5474.00 metros de tubería PVC SAP CL-10 Ø ¾ para redes"
 - ✓ 5404.00 metros de tubería PVC SAP CL-10 Ø 1 para línea de conducción"
 - ✓ 48.00 metros de tubería HDPE Ø 1 para pases aéreos"
- ✓ Se dispondrán de 05 cámaras rompe presión tipo 6, cada 50 m de desnivel en la línea de conducción hasta la llega al reservorio, se ubicarán 15 cámaras rompe presión tipo 7 en la red de distribución.
- ✓ Se esbozó un reservorio apoyado de 10 m³ de volumen y una altura de 1.21 m de cota de fondo a cota de nivel de agua, e=0.20m con caja de válvula.
- ✓ Se realizó el estudio microbiológico de agua en Ensayos de Laboratorio y Asesorías Pintado E.I.R.L., para determinar la calidad del agua que será utilizada en beneficio de la población beneficiaria.
- ✓ Se realizó el estudio de mecánica de suelos a cargo del ingeniero Ricardo Oswaldo Llacsahuanga Castillo, especialista en mecánica de suelos y pavimentos evaluación de canteras, dichos ensayo se realizó para determinar

el estrato, capacidad portante y presión admisible de los elementos estructurales como captación, pases aéreos, reservorio.

- ✓ Se instaló 01 válvula de purga en la red de conducción; 02 válvulas de aire, 04 válvulas de purga en la red de distribución.
- ✓ Se instalaron 02 pases aéreos de 11 metros y 37 metros respectivamente.
- ✓ Contará con un total de 88 conexiones entre ellas: 85 para viviendas, 01 salón comunal, 01 capilla y 01 I.E.
- ✓ La presión máxima arrojada en el diseño es de 27.79m.c.a, ubicado en el nodo J-13 y la presión menor es de 5.29m.c.a, ubicado en el nodo J-8, ajustándose al reglamento de diseño 192.

Recomendaciones:

- ✓ Manejar tuberías de PVC SAP clase 10 las cuales soportan presiones nominales o de prueba de 110m.c.a y presiones máximas de trabajo de 70m.c.a y conductos HDPE ya que estos pueden soportar presiones máximas de trabajo de 150PSI y 1.5(PN) máximas de prueba.
- ✓ Mantenimientos periódicos a los componentes del sistema para garantizar la vida útil de diseño, lo cual permitirá una óptima operatividad de cada uno de ellos.
- ✓ Al momento de operativizar el sistema de abastecimiento de agua potable se debe verificar la calidad del fluido, comprobar el valor del cloro residual y el cual se encuentre dentro de los parámetros de tratamiento, permitiendo obtener la dosificación correcta del desinfectante en el tanque hipoclorador.

- ✓ La Resolución Ministerial N° 192-2018, a través de la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, es el principal instrumento de diseño y normativa que el Ministerio de Vivienda establece como medio para el diseño adecuado de los sistemas de agua potable en el ámbito rural.
- ✓ Verificar frecuentemente el aforo en la captación, para constatar que no exista disminución del fluido y que pueda seguir abasteciendo el sistema.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Gomez B. diseño del sistema de distribucion de agua potable para la colonia de santillana del lago y el paraje orantes,villa canales,guatemala] [, editor. [guatemala]: universidad de san carlos de guatemala ; 2016.
2. Lagarraga B. diseño del sistema de agua potable para Augusto Valencia,Canton Vinces,Provincia de los Rios. [tesis] , editor. [Quito]: Pontificia universidad Catolica del Ecuador ; 2016.
3. Mena M. Diseño de la red de distribucion de agua potbale de la parroquia el rosario del canton san pederero de pelileo provincia de Tungurahua. ecuador:, ambato; 2016.
4. J.Carhuapoma AC. diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la rinconada de ramplona alta,aplicando ENPANET y algoritmos genericos para la localizacion de valvulas reductoras de presion. [tesis] , editor. [Lima]: universidad peruana de ciencias aplicadas ; 2019.

5. Campoverde G. diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserio de conga cruz ,C.P Porcon alto ,provincia de cajamarca-Cajamarca,octubre 2019 [Tesis] , editor. [Cajamarca]: universidad catolica los angeles de chimbote ; 2019.
6. A.Yabeth. diseño del sistema de agua potable y su influencia en la calidad de vida de la localidad de Huancamayo-Junin 2017 [Tesis] , editor. [Junin]: universidad cesar vallejo- Lima ; 2017.
7. Machado A. diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado santiago,distrito de chalaco,morropon-piura [tesis] , editor. [santiago-chalaco-piura]: universidad nacional de piura; 2018.
8. Dominguez D. DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ZONAS RURALES CASO: COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO - SANTA ROSA - DISTRITO PACAIPAMPA - PROVINCIA AYABACA -REGIÓN PIURA, AGOSTO 2019 [Tesis] , editor. [pacaipampa]: universidad catolica los angeles de chimbote ; 2019.
9. Castillo b. MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR LIMO, DISTRITO PACAIPAMPA, PROVINCIA DE AYABACA-PIURA, OCTUBRE -2019 [tesis] , editor. [Pacaipampa]: universidad catolica los angeles de chimbote ; 2019.
10. trisolini eg. manual de proyectos de agua potable en poblaciones rurales] [a, editor. [Lima]; 2009.

11. guaraca cjyp. estudio y diseños definitivos del sistema de agua potable de la comunidad de tutucan,canton paute,provincia de azuay [tesis] , editor. [cuenca]: universidad de cuenca ; 2010.
12. edificaciones rnd. [Online].; 2006. Available from: <https://ww3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo/documentos/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>.
13. AGUERO R. GUÍA PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE CAPTACION DE MANANTIALES. In.; 2004.
14. pittman a. sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento [Libro] , editor. [lima]: asociacion servicios educativos rurales; 1997.
15. Chulluncuy Camacho NC. Tratamiento de agua para consumo humano. In.
16. SEDAPAL. INSTALACIÓN DE CONEXIONES DOMICILIARIAS. In.
17. APRISABAC. saneamiento basico rural [manual] , editor.; 1997.
18. productivo mdd. [Online]. Available from: <http://www.rekursoshidricos.gov.ar/webback/index.php/nuestra-funcion/2017-03-23-14-12-06/calidad-de-agua>.
19. aricoche l. sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de lancones [tesis] , editor.; 2012.

ANEXOS



Municipalidad Distrital de Pacaipampa – Ayabaca
División de Infraestructura - Desarrollo Urbano Rural



"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"

CERTIFICADO

El Jefe de la División de Infraestructura - Desarrollo Urbano Rural, ingeniero James Gabriel Robles Machacuay, identificado con DNI N° 45377917 y con CIP N° 141470, perteneciente a la Municipalidad Distrital de Pacaipampa, provincia de Ayabaca, departamento de Piura, quien suscribe:

CERTIFICA:

Que, el caserío de San Francisco de la Municipalidad Delegada de Palo Blanco, distrito de Pacaipampa, provincia de Ayabaca, se encuentra ubicada dentro del ámbito rural (**ZONA RURAL**) de la jurisdicción distrital.

Se extiende la presente CONSTANCIA a solicitud del bachiller en Ingeniería Civil: Martín Ricardo Alfaro Chunga, para los fines que crea conveniente.

Pacaipampa, 20 de mayo del 2021

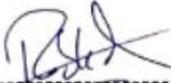

James Gabriel Robles Machacuay
INGENIERO CIVIL
CIP. 141470


FIGURA 35. Declaración Jurada.
Fuente: elaboración propia.

"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERU: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"

DECLARACION JURADA

Yo, Martín Ricardo Alfaro Chunga, identificado con DNI N° 42460578, bachiller en la carrera profesional de ingeniería civil, declaro bajo juramento que:

1. Soy autor del proyecto de tesis: "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CASERIO SAN FRANCISCO CENTRO POBLADO PALO BLANCO, DISTRITO PACAIPAMPA, PROVINCIA AYABACA, DEPARTAMENTO DE PIURA 2021", la misma que se presentó para obtener el TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL.
2. La tesis no ha sido plagiada, respetando las citas y referencias sobre las fuentes consultadas.
3. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener ningún grado académico previo o título profesional.

Por lo antes expuesto mediante la presente asumo frente a la UNIVERSIDAD, cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis.

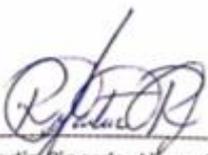

Bach. Martín Ricardo Alfaro Chunga
DNI N° 42460578



FIGURA 36. Constancia de Zona Rural
Fuente: municipalidad distrital de Pacaipampa



INFORME DE ENSAYO N° 080-2021

Solicitado por : MARTIN RICARDO ALFARO CHUNGA
 Dominio legal : PIURA
 Producto : AGUA SUPERFICIAL
 Forma de presentación : Botella(s) de plástico
 Cantidad de muestra : 4 unidades x 600 ml c/u
 Condición de la muestra : En buen estado, muestra(s) a temperatura de refrigeración
 Procedencia de la muestra : Muestra proporcionada por el solicitante
 Información proporcionada por el solicitante (a) : Proyecto: "Diseño del sistema de agua potable del caserío San Francisco, centro poblado Palo Blanco, Distrito Pacaipampa, provincia Ayabaca, departamento Piura-2021"
 Fecha de recepción : 12-06-2021
 Fecha de inicio del ensayo : 12-06-2021
 Fecha de término de ensayo : 21-06-2021
 Solicitud de servicio : 120621-02

Parámetros	Unidades	Resultados	Especificaciones ^(a)
Ensayos microbiológicos			
Coliformes totales	NMP/100ml	61	<1.8
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	34	<1.8
Escherichia coli	NMP/100ml	35	<1.8
Bacterias heterotróficas	ufc/ml	22x10 ⁷	500
Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	N° org/L	17	0
Huevos y larvas de Helmintos, quistes y oocistos de protozoarios patógeno	N° org/L	0	0

Método de ensayo	
Coliformes totales	SMEW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes termotolerantes	SMEW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
Escherichia coli	SMEW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F1, 23rd Ed. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Escherichia coli Test (EC-MUG Medium)
Bacterias heterotróficas	SMEW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 B, 23rd Ed. Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method
Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos.	SMEW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 C.1,F.2.a, G. 23rd Ed. Plankton. Concentration Techniques. Plankton. Zooplankton. Counting Techniques
Huevos y larvas de Helmintos, quistes y oocistos de protozoarios patógeno	NMX-AA-113-SCFI-2012. Determinación de huevos de helmintos

(a) Esta información es proporcionada por el cliente por lo que el laboratorio no se hace responsable de la misma
 (b) DS 031-2010. Reglamento de la calidad de agua para consumo humano

Piura, 21 de junio del 2021


 Firmado digitalmente por
 Ing. Arquímides Pintado Tichahuanca
 CIP N° 174158
 Director Técnico
 Fecha 21-06-2021 06:30

FIGURA 37. Informe de ensayo de agua.
 Fuente: ensayos de laboratorios y asesorías pintado EIRL



INFORME TÉCNICO

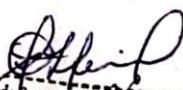
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE SANEAMIENTO

PROYECTO:

"DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL
CASERIO SAN FRANCISCO CENTRO POBLADO
PALO BLANCO, DISTRITO PACAIPAMPA, PROVINCIA
AYABACA, DEPARTAMENTO PIURA - 2021"

CASERIO DE SAN FRANCISCO C.P DE PALO
BLANCO, DISTRITO DE PACAIPAMPA-
PROVINCIA DE AYABACA – DEPARTAMENTO
DE PIURA – PERÚ

PIURA - 2021


Ricardo Oswaldo Llacsahuanga Castillo
INGENIERO CIVIL
CIP 88841

EMS. DEL PROYECTO CON FINES DE SANEAMIENTO: "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CASERIO
SAN FRANCISCO CENTRO POBLADO PALO BLANCO, DISTRITO PACAIPAMPA, PROVINCIA AYABACA,
DEPARTAMENTO PIURA - 2021"



INDICE DE CONTENIDO

- 1.0 ASPECTOS GENERALES**
 - 1.1 Objetivo General
 - 1.2 Objetivo Específico
 - 1.3 Ubicación y Acceso al Área de Estudio
 - 1.3.1 Ubicación
 - 1.3.2 Acceso
 - 1.4 Condiciones Climáticas de la Zona
 - 1.5 Técnicas de la Metodología del Estudio

- 2.0 GEOLOGÍA**
 - 2.1 Geología Regional
 - 2.2 Estratigrafía Local
 - 2.3 Geodinámica Externa
 - 2.4 Geodinámica Interna
 - 2.4.1 Sismicidad
 - 2.4.2 Riesgo sísmico
 - 2.4.3 Parámetros para el Diseño Sismo-Resistente

- 3.0 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**
 - 3.1 Trabajo de Campo
 - 3.2 Trabajo de Laboratorio
 - 3.2.1 Ensayos Estándar
 - 3.2.2 Ensayos Mecánicos
 - 3.2.2.1 Ensayos Mecánicos Especiales
 - 3.2.3 Ensayos Químicos

- 4.0 PERFIL ESTRATIGRAFICO**
 - 4.1.- Trabajo de Gabinete
 - 4.2.- Descripción del Perfil Estratigráfico
 - 4.3.- Identificación de Filtración de Agua

- 5.0 ANÁLISIS PARA MEJORAMIENTO DEL SUELO**
 - 5.1 Suelos de Baja Capacidad Portante
 - 5.2 Presencia de Materia Orgánica (MO)
 - 5.3 Identificación de Suelos Blandos
 - 5.4 Análisis del Potencial de Expansión de los Suelos (EP)
 - 5.5 Análisis de Licuefacción de Arenas

- 6.0 ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN**
 - 6.1.- Cálculo de Capacidad de Carga.
 - 6.2.- Presión Admisible.
 - 6.3.- Profundidad de Cimentación.


Ricardo Oswaldo Llacsahuanga Castillo
INGENIERO CIVIL
CIP 88841



1.0 ASPECTOS GENERALES

El presente Informe consigna los datos obtenidos en la investigación de campo y laboratorio, así mismo la interpretación y análisis de los datos obtenidos en la investigación con el fin de establecer conclusiones y recomendaciones oportunas que permitan definir la caracterización del área en el que se emplaza el Proyecto de Agua Potable.

1.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo del estudio de mecánica de suelos, es determinar las características físico-mecánicas y químicas de los Suelos que conforman el terreno natural sobre la cual se Diseñara el Sistema de Agua Potable, a fin de determinar el perfil estratigráfico del terreno, requerimiento de mejoramiento y/o estabilización de suelos, así mismo verificar las condiciones de estabilidad de los taludes de Zanjas producto de la Excavación; en tal sentido teniendo como base lo antes descrito se calculara el valor de la capacidad Portante del terreno a nivel de Desplante de las cimentaciones de las Obras de Arte que contempla el Proyecto de Potable.

1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- ✓ Describir las características del suelo de manera visuales y medir las profundidades de los diferentes estratos de materiales encontrados en la exploración a cielo abierto para dibujar y definir perfil estratigráfico existente en la exploración.
- ✓ Determinar y caracterizar las propiedades físico – mecánicas y Químicas, de los materiales que conforman el terreno de fundación sobre el cual se edificará el proyecto.
- ✓ Determinar la capacidad admisible del suelo.
- ✓ Analizar y evaluar algún requerimiento de mejoramiento y/o estabilización de suelos a nivel de buzones y demás obras que se cimentaran en los suelos destinados al Proyecto de Saneamiento.
- ✓ Calcular la Capacidad portante del suelo a nivel de desplante de las cimentaciones de Obra de la Arte.
- ✓ Evaluar la estabilidad de Talud de las Zanjas producto de las Excavaciones.
- ✓ Evaluar y Analizar la existencia de canteras de materiales adecuados dentro del radio del proyecto, que satisfagan las demandas de construcción del Proyecto en mención, tanto en la calidad como en cantidad.

1.3 UBICACIÓN Y ACCESO AL ÁREA DE ESTUDIO

1.3.1 UBICACIÓN

El proyecto denominado: EMS. del Proyecto: "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CASERIO SAN FRANCISCO CENTRO POBLADO PALO BLANCO, DISTRITO PACAIPAMPA, PROVINCIA AYABACA, DEPARTAMENTO PIURA - 2021", se localiza en el Caserío de San Francisco del Centro Poblado de Palo Blanco, en el Distrito de Pacaipampa, Provincia de Ayabaca, Departamento de Piura, se halla ubicado a una elevación entre los 2811 msnm Promedio.

El área evaluada se muestra en la siguiente Lamina N° 01


Ricardo Oswaldo Llacsahuanga Castillo
INGENIERO CIVIL
CIP 88841

EMS. DEL PROYECTO CON FINES DE SANEAMIENTO: "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CASERIO SAN FRANCISCO CENTRO POBLADO PALO BLANCO, DISTRITO PACAIPAMPA, PROVINCIA AYABACA, DEPARTAMENTO PIURA - 2021"



Lámina N°1: Ubicación satelital del área del proyecto



1.3.2 ACCESO

Para Acceder a la zona del proyecto nos trasladamos desde la ciudad de Piura, ubicada en la Urb. Jardines de la Coorpiura, por la Av. Prolongación Chulucanas nos dirigimos a la Av. José Aguilar Santiesteban, hasta la Av. Andrés Avelino Cáceres, Av. Guardia Civil, carretera Departamental Piura Chulucanas, hasta el Km. 21, Locuto, Tambogrande, Las Lomas, Sajinos, Paimas, Arreypite Bajo, Sausal del Quiroz, Nangay, Bolognesi, Tulman, San Luis, Santa Rosa, Frutal, Curilcas, Palo Blanco, san Francisco, lugares donde se Ubica el Área motivo del presente Estudio de Mecánica de Suelos.

1.4 CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA ZONA

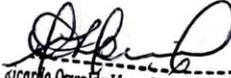
En el Caserío de San Francisco Centro Poblado de Palo Blanco, del distrito de Pacaipampa, Provincia de Ayabaca, Departamento de Piura, los veranos son largos, cómodos y nublados y los inviernos son cortos, frescos, lluviosos y mayormente despejados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 9 °C a 26 °C y rara vez baja a menos de 9 °C o sube a más de 26 °C. Las condiciones climáticas de la zona varían cada cierto ciclo, especialmente cuando se produce el "Fenómeno de El Niño", en cuyo período las lluvias son intensas, alcanzando promedios de hasta 1000 mm.

1.5 TÉCNICAS DE LA METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

Para la realización del presente estudio se ha seguido la siguiente metodología:

1.5.1 Trabajo de Campo:

- Observación y análisis de las condiciones geotécnicas.
- Ubicación y tomas de datos UTM de las calicatas.


Ricardo Oswaldo Llacahuanga Castillo
INGENIERO CIVIL
CIP 88841



- Investigaciones geotécnicas, calicatas.
- Descripción y muestreo de los suelos.

1.5.2 Trabajo de Laboratorio:

- Descripción de materiales suelos, teniendo en cuenta sus propiedades investigadas; motivo del presente trabajo.
- El instrumental utilizado define las propiedades físico-mecánicas de los suelos, campo propio de la mecánica de suelos respectivamente.

1.5.3 Trabajo de Gabinete: Comprendió dos fases:

- La recopilación de información, selección y evaluación de la información técnica y bibliografía disponible.
- Elaboración del informe Técnico.
- Interpretación de la Información obtenida y su evaluación.
- Conclusiones y Recomendaciones.

2.0.- GEOLOGIA.-

2.1 GEOLOGÍA REGIONAL

La zona de estudio geológicamente pertenece a la carta Geológica 10-d y 10-e; estratigráficamente la geología regional del área de investigación está formada por Depósitos en mayor cobertura del terciario Inferior correspondientes al Volcánico Llama (Ti-vll), Volcánico Porculla (Tim-vp), así como también depósitos del Paleozoico conformado estratigráficamente por la Formación Río Seco y Grupo Salas, en menos extensión también se hallan presentes depósitos del cuaternario reciente que corresponden a depósitos Aluviales y fluviales.

2.2.- Estratigrafía Local

El área que corresponde al proyecto: "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CASERIO SAN FRANCISCO CENTRO POBLADO PALO BLANCO, DISTRITO PACAIPAMPA, PROVINCIA AYABACA, DEPARTAMENTO PIURA - 2021", De acuerdo al Mapa Geológico, se identificó en el área de Estudio un grupo litológico principal constituido por la formación:

Volcánico Llama, (Ti-vll)

La zona de estudio se encuentra emplazada en una Cubierta Terciaria inferior, que aflora en zonas con Geoformas de Relieve Montañoso de Rocas Volcánico-sedimentarias, estratigráficamente se hallan conformadas por una secuencia de Andesitas, ésta cubierta presenta variaciones de Norte a Sur con brechas piroclásticas intercaladas con tobas así mismo esta formación estratigráficamente en su expansión hacia el Norte de Huancabamba presenta niveles estratigráficos en cuya presencia se evidencian areniscas calcáreas y calizas fosilíferas.


Ricardo Oswaldo Llacsahuanga Castillo
INGENIERO CIVIL
CIP 88841

EMS. DEL PROYECTO CON FINES DE SANEAMIENTO: "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CASERIO SAN FRANCISCO CENTRO POBLADO PALO BLANCO, DISTRITO PACAIPAMPA, PROVINCIA AYABACA, DEPARTAMENTO PIURA - 2021"



2.3.- GEODINÁMICA EXTERNA

Durante los trabajos de campo efectuados no se han detectado fenómenos de geodinámica externa reciente relacionados a cambios Geológicos Estructurales, como lo son levantamientos y/o hundimientos, ni desplazamientos de la formación volcánico-sedimentaria existente en la zona; sin embargo los procesos de Geodinámica externa presentes en el área de investigación se registran en interacción con la topografía y el clima, aunados a la presencia de Agentes Externos del tipo Pluvial, como lo es el período de lluvias intensas registradas en toda la Región durante los meses de Enero a Abril y de mayor implicancia en presencia del FEN, originando procesos de erosión e inundación de las zonas de activación de los afluentes naturales de la cuenca.

Por la forma del relieve en la zona, se menciona que los probables peligros asociados a su geomorfología principalmente corresponden a deslizamientos, movimientos complejos y grandes derrumbes.

2.4.- GEODINÁMICA INTERNA

2.3.1.- SISMICIDAD

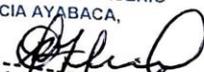
El sector del Nor-Oeste de Perú se caracteriza por su actividad Neotectónica muy tenue, particularidad de la conformación geológica de la zona; sin embargo, los Tablazos marinos demuestran considerables movimientos radiales durante el Pleistoceno, donde cada tablazo está íntimamente relacionado a levantamientos de líneas litorales, proceso que aún continúa en la actualidad por emergencia de costas.

Debido a la confluencia de las placas tectónicas de Cocos y Nazca, ambas que ejercen un empuje hacia el Continente, a la presencia de las Dorsales de Grijalvo y Sarmiento, a la presencia de la Falla activa de Huaypirá se pueden producir sismos de gran magnitud como se observa en el siguiente cuadro:

Cuadro N°1: Sismos Históricos (MR.> 7.2) de la región

Fecha	Magnitud Escala Richter	Hora Local	Lugar y Consecuencias
Jul. 09 1587	---	19:30	Sechura destruida, número de muertos no determinado
Feb. 01 1645	---	---	Daños moderados en Piura
Ago. 20 1657	---	---	Fuertes daños en Tumbes y Corrales
Jul. 24 1912	7,6		Parte de Piura destruido
Dic. 17 1963	7,7	12:31	Fuertes daños en Tumbes y Corrales
Dic. 07 1964	7,2	04:36	Algunos daños importantes en Piura, daños en Talara y Tumbes
Dic. 09 1970	7,6	23:34	Daños en Tumbes, Zorritos, Máncora y Talara.

EMS. DEL PROYECTO CON FINES DE SANEAMIENTO: "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CASERIO SAN FRANCISCO CENTRO POBLADO PALO BLANCO, DISTRITO PACAIPAMPA, PROVINCIA AYABACA, DEPARTAMENTO PIURA - 2021"


 Ricardo Oswaldo Llacsahuanga Castillo
 INGENIERO CIVIL
 CIP 88841



2.6.2.- RIESGO SÍSMICO

Se entiende por riesgo sísmico, la medida del daño que puede causar la actividad sísmica de una región en una determinada obra o conjunto de obras y personas que forman la unidad de riesgo.

El análisis del riesgo sísmico de la región en estudio define las probabilidades de ocurrencia de movimientos sísmicos en el emplazamiento así como la valoración de las consecuencias que tales temblores pueden tener en la unidad analizada.

La probabilidad de ocurrencia en un cierto intervalo de tiempo de un sismo con magnitud superior a M, cuyo epicentro esté en un cierto diferencial de área de una zona sísmica que se considere como homogénea puede deducirse fácilmente si se supone que la generación de sismos es un proceso de Poisson en el tiempo cuya experiencia tiene la forma de la ecuación:

$$\text{LOG N} = a - bM$$

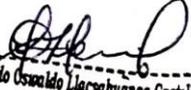
En este sentido, la evaluación del Riesgo Sísmico de la región en estudio ha sido estimada usando los criterios probabilísticos y determinísticos obtenidos en estudios de áreas con condiciones geológicas similares, casos de Tumbes, Chimbote y Bayovar. Si bien tanto el método probabilístico como determinístico tienen limitaciones por la insuficiencia de datos sísmicos, se obtiene criterios y resultados suficientes como para llegar a una evaluación aproximada del riesgo sísmico en esta parte de la región Piura.

Según datos basados en el trabajo de CIASA-Lima (1971) usando una "lista histórica" se ha determinado una ley de recurrencia de acuerdo con Gutenberg y Richter, que se adapta "realísticamente" a las condiciones señaladas, es la siguiente:

$$\text{Log N} = 3.35 - 0,68m.$$

En principio, esta ley parece la más apropiada frente a otros, con la que es posible calcular la ocurrencia de un sismo $M \geq 8$ para periodos históricos. En función de los periodos medios de retorno determinados por la Ecuación 1, y atribuyendo a la estructura una vida operativa de 50 años, es recomendable elegir el terremoto correspondiente al periodo de 50 años, el cual corresponde a una magnitud $M_b = 7.5$. Para fines de cálculo se ha tomado también el de $M_b = 8$, correspondiente a un periodo de retorno de 125 años.

De acuerdo con Lomnitz (1974), la probabilidad de ocurrencia de un sismo de $M_b = 7.5$ es de 59% y la de un sismo de $M_b = 8$ es de 33%.

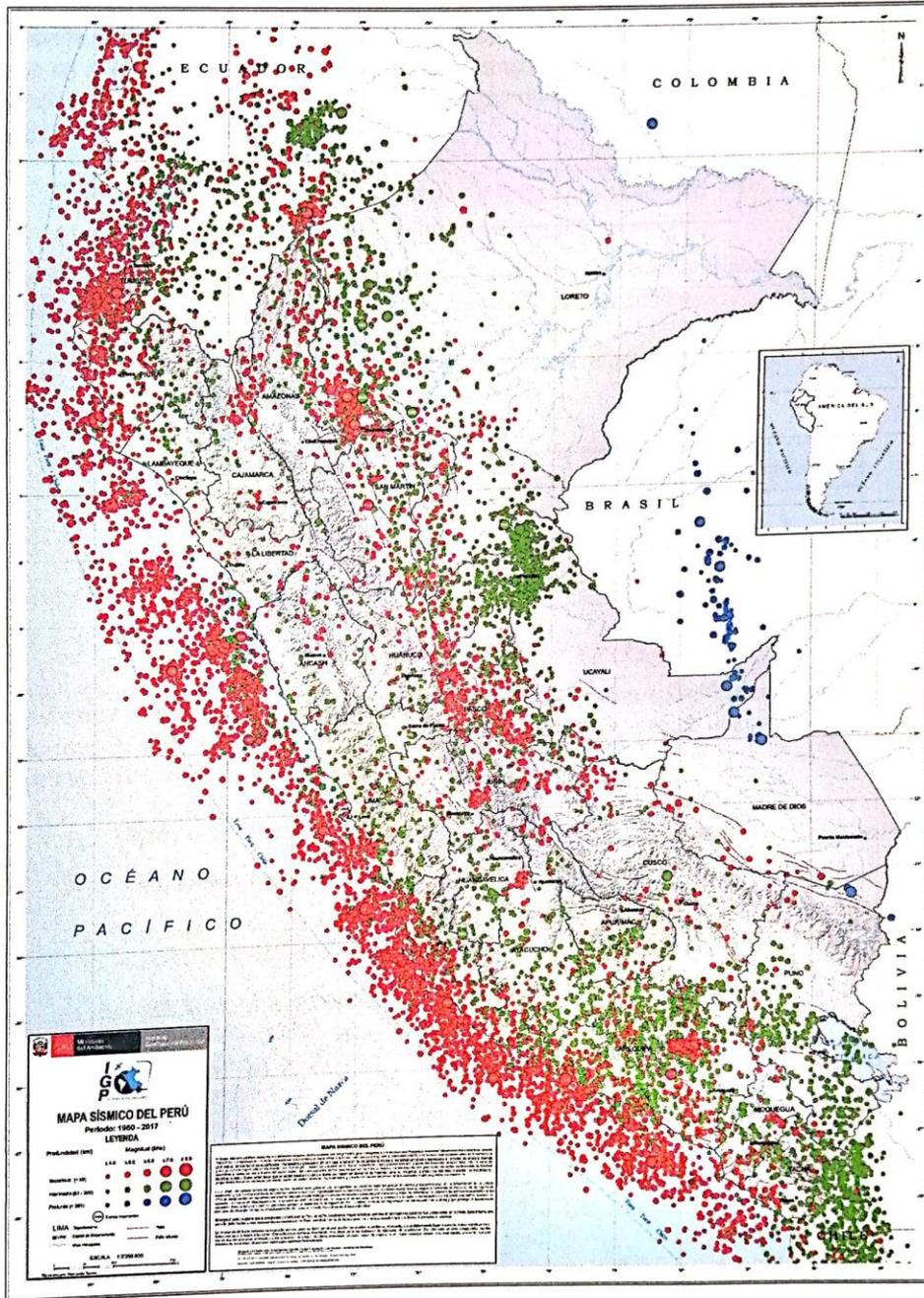

Ricardo Oswaldo Llacsahuanga Castillo
INGENIERO CIVIL
CIP 88841



RICARDO OSWALDO LLACSAHUANGA CASTILLO ING CIVIL CIP N° 88841
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS EVALUACIÓN DE CANTERAS



Lamina N° 02: Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas del Perú



EMS. DEL PROYECTO CON FINES DE SANEAMIENTO: "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CASERIO SAN FRANCISCO CENTRO POBLADO PALO BLANCO, DISTRITO PACAIPAMPA, PROVINCIA AYABACA, DEPARTAMENTO PIURA - 2021"

Ricardo Oswaldo Llacshuanga Castillo
 RICARDO OSWALDO LLACSHUANGA CASTILLO
 INGENIERO CIVIL
 CIP 88841



Así mismo es necesario mencionar que las limitaciones impuestas por la escasez de información sísmica en un período estadísticamente representativo, restringe el uso del método probabilístico y la escasez de datos tectónicos restringe el uso del método determinístico, no obstante un cálculo basado en la aplicación de tales métodos, pero sin perder de vista las limitaciones citadas, aporta criterios suficientes para llegar a una evaluación previa del riesgo sísmico en el Norte del Perú, J. F. Moreano S. (trabajo de Investigación docente UNP, 1994) establece la siguiente ecuación mediante la aplicación del método de los mínimos cuadrados y la ley de recurrencia:

$$\log n = 2.08472 - 0.51704 \pm 0.15432 M.$$

Una aproximación de la Probabilidad de Ocurrencia y el Período Medio de Retorno para Sismos de magnitudes de 7.0 y 7.5 Mb, se puede observar en el siguiente cuadro:

Cuadro N°2: Probabilidad de Ocurrencia y Período medio de Retorno de Sismos en la región

Magnitud	Probabilidad de Ocurrencia			Período medio de retorno (años)
	20 (años)	30 (años)	40 (años)	
7.0	38.7	52.1	62.5	40.8
7.5	23.9	33.3	41.8	73.9

2.6.3.- PARÁMETROS PARA EL DISEÑO SISMO – RESISTENTE

De acuerdo al Mapa de Zonificación sísmica para el territorio Peruano (Normas Técnicas de edificaciones E.030-2016, Diseño Sismo resistente), el área de estudio se ubica en la zona 03, cuyas características principales son:

1. Sismos de Magnitud VII MM.
2. Hipocentros de profundidad intermedia y de intensidad entre VIII y IX.
3. El mayor Peligro Sísmico de la Región está representado por 4 tipos de efectos, siguiendo el posible orden (Kusin, 1978) :
 - Temblores Superficiales debajo del océano Pacífico.
 - Terremotos profundos con hipocentro debajo del Continente.
 - Terremotos superficiales locales relacionados con la fractura del plano oriental de la cordillera de los Andes occidentales.
 - Terremotos superficiales locales, relacionados con la Deflexión de Huancabamba y Huaypirá de actividad Neotectónica.

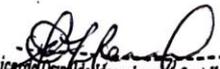
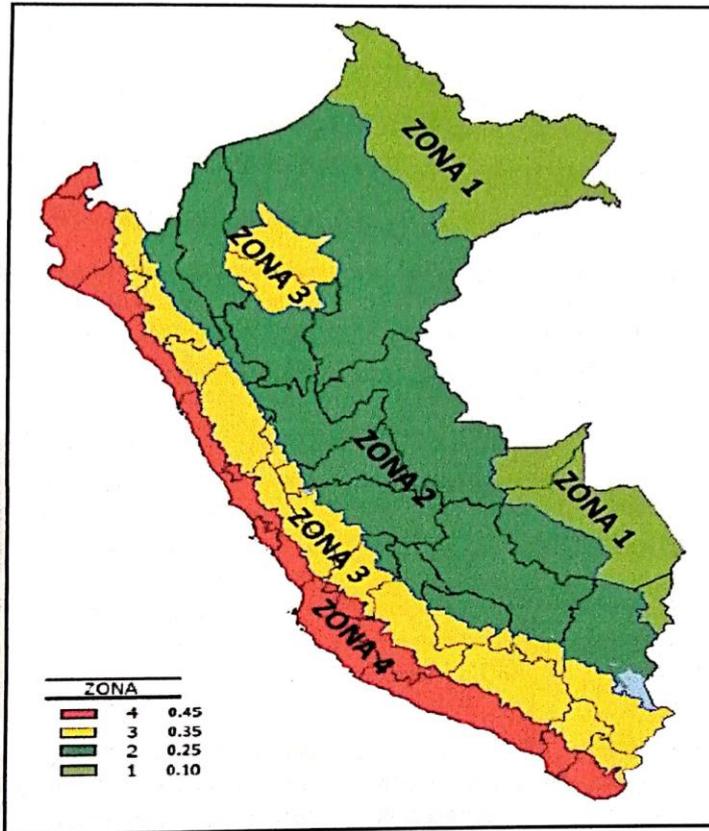

 Ricardo Oswaldo Llacsahuanga Castillo
 INGENIERO CIVIL
 CIP 88841



Lámina N° 04: MAPA DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA

Zona de estudio ubicada en la zona 03



Fuente: NE.0.30, 2018.

El factor de reducción por ductilidad y amortiguamiento dependerá de las características de diseño planteadas por el Ing° proyectista para el **proyecto: "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CASERIO SAN FRANCISCO CENTRO POBLADO PALO BLANCO, DISTRITO PACAIPAMPA, PROVINCIA AYABACA, DEPARTAMENTO PIURA - 2021"**, ello según el sistema de estructuración elegida para resistir la fuerza sísmica y además considerando los materiales que se usarán en la construcción de la edificación, que se tenga prevista en el Proyecto de Saneamiento.

En la Norma Técnica de edificaciones E.030-2018 para Diseño Sismo resistente, se establecen los requisitos mínimos para el Diseño del Ingeniero calculista, siendo de consideración los sgtes. Parámetros del suelo en la zona de estudio.

Ricardo Oswaldo Llacshuanga Castillo
INGENIERO CIVIL
CIP 88841

EMS. DEL PROYECTO CON FINES DE SANEAMIENTO: "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CASERIO SAN FRANCISCO CENTRO POBLADO PALO BLANCO, DISTRITO PACAIPAMPA, PROVINCIA AYABACA, DEPARTAMENTO PIURA - 2021"



Factores	Valores
Parámetros de zona	zona 3
Factor de zona	Z (g) = 0.35
Suelo Tipo	S - 3
Factor de Amplificación del suelo	S = 1.2
Periodo predominante de vibración Sísmico	Tp = 1.0 seg
Coefficiente del Factor de Ampliación Sísmica	C = 2.5
Factor de Uso o importancia de la estructura	U = 1.00

3.0 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología empleada en el presente estudio es del tipo Técnica-Investigativa comprende básicamente tres etapas o fases de trabajo, siendo las siguientes: Recopilación de información Trabajo de campo, ensayos de muestras en laboratorio y trabajo de gabinete; las cuales se describen a continuación según el plan de trabajo desarrollado en cada una de las tres etapas antes indicadas.

3.1 TRABAJO DE CAMPO

Los trabajos de investigación de campo se efectuaron durante el mes Junio 2021; el espaciamiento de los trabajos de auscultación del terreno se realizó conforme a lo estipulado en la E-050 (Suelos y Cimentaciones), en tal sentido se realizaron 05 calicatas de excavación manual a cielo abierto distanciadas entre sí convenientemente, con la finalidad de inferir la mayor información posible del área en estudio, para el sistema de alcantarillado, con el fin de obtener la mayor cantidad de información representativa, las calicatas (C) se identificaron y enumeraron correlativamente desde la C-1 hasta la C-05; la profundidad máxima de auscultación alcanzada en promedio fue de -3.00 m.

En cada una de las prospecciones (calicatas) se obtuvieron muestras disturbadas y no alteradas en cantidades necesarias y representativas para la ejecución de los Análisis de Laboratorio, las mismas que se identificaron y describieron de acuerdo a sus características con el fin de caracterizar y definir el perfil estratigráfico del área y sus propiedades físico-mecánicas y químicas tales como: Tipo de suelo, Estado de humedad, Plasticidad, Coloración, etc.; todo ello en concordancia con la nomenclatura establecida para tal fin en la norma ASTM D 2488 - 06 Practice for Description and Identification of Soils (Visual-Manual Procedure), así mismo se registraron vistas fotográficas en cada una de las calicatas.

Cabe indicar que la información levantada en campo se digitalizó en formatos internos elaborados en el área LMS, especialmente para tal fin (registros de Exploración de calicatas) adjuntos en documentos Anexo A.

- a) En el siguiente Cuadro N°03.- "Relación Detallada de Calicatas Ejecutadas y Muestras Extraídas", se consigna la sgte. Información:
 - Número de Calicatas, Referencia de ubicación, Cantidad de muestras obtenidas por calicata, Profundidad (m), Ubicación UTM y Presencia del nivel Freático; ver a continuación:



Cuadro N° 3: Relación Detallada de Calicatas Ejecutadas y Muestras extraídas

Calicata	Ubicación	Muestras Obtenidas	Profundidad (m) A cielo abierto	Ubicación (coordenadas)	Nivel Freático (m)
C - 1	Captacion	S/M	0,00 - 0,40	648416 9439177	NO
		M - 1	0,40 - 3,00		
C - 2	Reservorio	S/M	0,00 - 0,35	652342,991 9439992.883	NO
		M - 1	0,35 - 3,00		
C - 3	Pase Aereo	S/M	0,00 - 0,35	648900.710 9439026.082	NO
		M - 1	0,35 - 3,00		
C - 4	Pase Aereo	ROCA		648472.281 9439178.496	NO
C - 5	Linea De Conduccion	S/M	0,00 - 0,50	651589.994 9439634.000	NO
		M - 1	0,50 - 2,00		

3.2 TRABAJO DE LABORATORIO

Los ensayos de laboratorio se realizaron por cada variación estratigráfica de acuerdo al Manual de Ensayos de Laboratorio (EM-2016-versión mayo). Los trabajos de laboratorio permitieron determinar las propiedades de los suelos mediante ensayos físicos, mecánicos y químicos a cada una de las muestras disturbadas y no alteradas, provenientes de cada una de las 09 calicatas ejecutadas, datos muy necesarios para la rehabilitación de dicho saneamiento.

En el siguiente Cuadro N°4: "Ensayos de Mecánica de Suelos", se presentan los diferentes ensayos a los que fueron sometidas las muestras representativas que se obtuvieron en los trabajos de campo, en tal sentido en el cuadro a continuación se describe el nombre del Ensayo, Uso, Método de clasificación utilizado y propósito del ensayo.

Cuadro N° 4: Relación de Ensayos de Mecánica de Suelos

NOMBRE DEL ENSAYO	USO	ENSAYO NTP	METODO MTC	ENSAYO ASTM	PROPOSITO DEL ENSAYO
Análisis Granulométrico por tamizado	Clasificación	339.128	E- 107	D422	Para determinar la distribución del tamaño de partículas del suelos
Contenido de Humedad	Clasificación	339.127	E- 108	D2216	Determinar el contenido de humedad del suelo.
Límite Líquido	Clasificación	339.129	E - 110	D4318	Hallar el contenido de agua entre los estados Líquido y Plástico.
Límite Plástico	Clasificación	339.129	E- 111	D4318	Hallar el contenido de agua entre los estados Plásticos y semi sólidos.

EMS. DEL PROYECTO CON FINES DE SANEAMIENTO: "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CASERIO SAN FRANCISCO CENTRO POBLADO PALO BLANCO, DISTRITO PACAIPAMPA, PROVINCIA AYABACA, DEPARTAMENTO PIURA - 2021"

Ricardo Oswaldo Llacsahuanga Castillo
RICARDO OSWALDO LLACSAHUANGA CASTILLO
INGENIERO CIVIL
CIP 88841



mismo, de acuerdo al uso que se quiera dar al agregado.

- **Límite Líquido (MTC E-110) y Límite Plástico (MTC E-111) (ASTM D-4318, Norma NTP 339.129).**

Se conoce como plasticidad de un suelo a la capacidad de este de ser moldeable. Esta depende de la cantidad de arcilla que contiene el material que pasa la malla N°200, porque es este material el que actúa como ligante.

Un material, de acuerdo al contenido de humedad que tenga, pasa por tres estados definidos: líquidos, plásticos y secos. Cuando el agregado tiene determinado contenido de humedad en la cual se encuentra húmedo de modo que no puede ser moldeable, se dice que está en estado semilíquido. Conforme se le va quitando agua, llega un momento en el cual el suelo, sin dejar de estar húmedo, comienza a adquirir una consistencia que permite moldearlo o hacerlo trabajable, entonces se dice que está en estado plástico.

Al seguir quitando agua, llega un momento en el que el material pierde su trabajabilidad y se cuartea al tratar de moldearlo, entonces se dice que está en estado semi seco. El contenido de humedad en el cual el agregado pasa del estado semilíquido al plástico es el Límite Líquido (MTC E-110), y el contenido de humedad que pasa del estado plástico al semi seco es el Límite Plástico (MTC E-111).

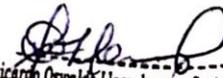
- **Clasificación de Suelos por el Método SUCS (ASTM D-2487) y por el Método AASHTO (M-145)**

Los diferentes tipos de suelos son definidos por el tamaño de las partículas. Son frecuentemente encontrados en combinación de dos o más tipos de suelos diferentes, como por ejemplo: arenas, gravas, limo, arcillas y limo arcilloso, etc. La determinación del rango de tamaño de las partículas (gradación) es según la estabilidad del tipo de ensayos para la determinación de los Límites de consistencia. Uno de los más usuales sistemas de clasificación de suelos es el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el cual clasifica al suelo en 15 grupos identificados por nombre y por términos simbólicos.

Peso Específico NTP. 339.131.-

El "peso específico de un suelo", como relación entre el peso y su volumen, es un valor dependiente de la humedad, de los huecos de aire y del peso específico de las partículas sólidas.

En el Cuadro N°05: "Resumen de Resultados de Ensayos Estándar en Laboratorio", identificando N° de Calicata y Muestra, Profundidad, Contenido de Humedad, Datos Granulométricos, Límite Líquido, Índice Plástico, y Clasificación del Suelo.


Ricardo Oswaldo Llacshuanga Castillo
INGENIERO CIVIL
CIP 88841



Cuadro N°05: "Resumen de Resultados de Ensayos Estándar en Laboratorio"

CALICATA	C-1	C-2	C-3	C-5
	M-1	M-1	M-1	M-1
Profundidad (m.)	0,40 - 3,00	0,35 - 3,00	0,35 - 3,00	0,50 - 2,00
% Pasa Malla N° 4	100	100	100	100
% Pasa Malla N° 200	84,9	45,7	47,5	49,5
% GRAVA	0	0	0	0
% ARENA	15,1	54,3	52,5	50,5
Límite líquido	53	49	49	49
Índice Plástico	25	26	26	24
Contenido de humedad %	22,50%	10,90%	15,50%	12,40%
Clasificación de Suelos "SUCS"	CH	SC	SC	SC

Ricardo Oswaldo Llacshuanga Castillo
 INGENIERO CIVIL
 CIP 88841



3.2.2 ENSAYOS DE MECÁNICOS

Con el fin de obtener las propiedades mecánicas que permiten determinar la resistencia de soporte y al corte de los suelos o comportamiento frente a sollicitaciones de carga, bajo condiciones de humedad y densidad controladas; se ejecutaron los siguientes ensayos:

• Ensayo de Proctor Modificado (MTC E-115)

El ensayo de Proctor se efectúa para determinar un óptimo contenido de humedad, para la cual se consigue la máxima densidad seca del suelo a una compactación determinada. Para el caso de agregados este ensayo se debe realizar antes de usar el agregado sobre el terreno, a manera de determinar la cantidad de agua necesaria que debe agregarse para obtener la mejor compactación.

Con este procedimiento se estudia la influencia que ejerce el contenido inicial de agua en el suelo para el proceso de compactación, encontrando que tal valor es de fundamental importancia en el % de compactación lograda. Es decir, para un suelo dado, existe una humedad inicial, llamada la "óptima", que produce el máximo peso específico seco que puede lograrse con este procedimiento de compactación.

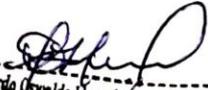
• Ensayo de Corte Directo (MTC E-)

Tiene por objeto establecer el procedimiento de ensayo para determinar la resistencia al corte de una muestra de suelo consolidada y drenada, por el método del corte directo. Este ensayo puede realizarse sobre todos los tipos de suelos, con muestras inalteradas y remodeladas.

3.2.3 ENSAYOS QUÍMICOS

La agresión que ocasiona el suelo bajo el cual se cimienta la estructura, está en función de la presencia de elementos químicos que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las estructuras (sulfatos y cloruros principalmente). Sin embargo, la acción química del suelo sobre el concreto sólo ocurre a través del agua subterránea que reacciona con el concreto: de ese modo el deterioro del concreto ocurre bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar o presencia de agua infiltrada por otra razón (rotura de tuberías, lluvias extraordinarias, inundaciones, etc.) Los principales elementos químicos a evaluar son los sulfatos y cloruros por su acción química sobre el concreto y acero del cimiento, respectivamente, y las sales solubles totales por su acción mecánica sobre el cimiento, al ocasionarte asentamientos bruscos por lixiviación (lavado de sales en contacto con el agua).

Para determinar la agresividad del suelo a la estructura del pavimento y unidades de concreto, se consideran los siguientes límites permisibles (ver cuadro N°7).


Ricardo Oswaldo Llacsahuanga Castillo
INGENIERO CIVIL
CIP 88841



Cuadro N° 06: Límites Permisibles

Presencia en el Suelo de:	p.p.m.	Grado de Alteración	Observaciones
*Sulfatos	0-1000 1000-2000 2000-20 000 >20 000	Leve Moderado Severo Muy Severo	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación
**Cloruros	>6 000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos.
**Sales Solubles Totales	>15 000	Perjudicial	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problema de lixiviación

Fuente: Comité ACI 318-83

Cuadro N° 07: Sales Solubles Totales

DATOS			ENSAYO SALES SOLUBLES (%)	CLORUROS (%)	SULFATOS (%)
Calicata	Muestra	Profundidad (m)			
C - 1	M - 1	0,40 - 3,00	0,020	0,018	0,021
C - 2	M - 1	0,35 - 3,00	0,020	0,011	0,008
C - 3	M - 1	0,35 - 3,00	0,040	0,020	0,026
C - 5	M - 1	0,50 - 2,00	0,038	0,014	0,025

4.0.- PERFIL ESTRATIGRAFICO

A partir de los resultados en Campo y Laboratorio, se ha elaborado el presente informe técnico final que incluye: Análisis del perfil estratigráfico, cálculo de capacidad, así como profundidad de desplante de las estructuras y conclusiones y recomendaciones constructivas. Se incluye además anexos que contienen los resultados obtenidos en campo y laboratorio; así como un panel que corrobora la estratigrafía encontrada.

4.1.- TRABAJO DE GABINETE

A partir de los datos obtenidos en Campo y los resultados de Laboratorio, se realiza un consolidado de la información recabada en las etapas antes descritas, por cuanto en el presente informe se incluye en su parte de gabinete:

Cuadros Resumen del Análisis de Resultados de los Ensayos de Laboratorio, Descripción y Análisis del perfil estratigráfico, Identificación de Presencia de Napa freática, Análisis para



Mejoramiento del Suelo a nivel de Subrasante proyectada, Conclusiones y Recomendaciones constructivas.

4.2.- DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO

De acuerdo a la 05 calicatas, numeradas correlativamente desde C - 1 a la C - 05, tal como se observa en el Cuadro N° 1: **Relación Detallada de Calicatas Ejecutadas y Muestras extraídas** y en los resultados de Laboratorio adjuntos en anexo B del presente informe; en tal sentido se indica que el perfil estratigráfico visualizado en campo presenta las siguientes características:

Calicata C - 1:

0.00 - 0.40.- Material contaminado con raíces, hojas secas, palos, espesor de la capa 0.40 m.

0.40 - 3.00.- Arcilla de alta plasticidad, color marrón claro, estado húmedo consistencia firme. Se clasifica según SUCS como CH, espesor del estrato 2.60 m.

- No se evidenció el material Saturado y/o presencia del Nivel Freático hasta la Prof. máxima explorada de -2.00 m.

Calicata C - 2:

0.00 - 0.35.- Material contaminada, espesor de la capa 0.35 m.

0.35 - 3.00.- Arena arcillosa, color beige oscuro, estado húmedo consistencia firme. Se clasifica según SUCS como SC, espesor del estrato 2.65 m.

- No se evidenció el material Saturado y/o presencia del Nivel Freático hasta la Prof. de -3.00 m.

Calicata C - 3:

0.00 - 0.35.- Material contaminada con raíces, espesor de la capa 0.35 m.

0.35 - 3.00.- Arena arcillosa, color beige oscuro, estado húmedo consistencia firme. Se clasifica según SUCS como SC, espesor del estrato 2.65 m.

- No se evidenció el material Saturado y/o presencia del Nivel Freático hasta la Prof. de -3.00 m


Ricardo Oswaldo Llacsahuanga Castillo
INGENIERO CIVIL
CIP 88841



Calicata C – 4:

0.00 – 0.10.- Material contaminado con raíces, espesor de la capa 0.10 m.

OBSERVACION.- A la profundidad de 0.10m. Se evidencio presencia de roca.

- No se evidenció el material Saturado y/o presencia del Nivel Freático hasta la Prof. máxima explorada de -2.00 m.

Calicata C – 5:

0.00 – 0.50.- Material contaminado con raíces, espesor de la capa 0.50 m.

0.50 – 2.00.- Arena arcillosa, color beige oscuro, estado húmedo consistencia firme. Se clasifica según SUCS como SC, espesor del estrato 1.50 m.

- No se evidenció el material Saturado y/o presencia del Nivel Freático hasta la Prof. máxima explorada de -2.00 m.

4.3.- IDENTIFICACIÓN DE PRESENCIA DE FILTRACIÓN DE AGUA

Al respecto se indica que **NO** se ha registrado presencia del Filtración de Agua en el Área de influencia del Proyecto, cabe señalar que el Trabajo de Exploración de Calicatas se realizó durante los días del mes Junio del 2021, fecha en la que se ejecutaron las investigaciones de campo (Ver Perfil Estratigráfico y Cuadro N° 01)

5.0 ANÁLISIS PARA MEJORAMIENTO DEL SUELO.

Definidos los sectores de Análisis se procede a evaluar las condiciones del suelo a Niveles de Fundación en toda el área con la finalidad de definir el mejoramiento de Captación, Reservorio y Pases Aéreos.

El objetivo principal es determinar los sectores de suelos con baja capacidad admisible o suelos con problemas especiales (expansión, blandos, presencia de materia orgánica); determinando sus respectivas dimensiones de largo, ancho y profundidades de los suelos, para el reemplazo y/o mejoramiento por suelos de mejores características físico-mecánicas.

Los criterios que se evaluarán, para determinar los sectores que requieren mejoramiento, son los siguientes:

- Suelos de baja capacidad admisible.
- Presencia de materia orgánica.
- Suelos expansivos (suelos de mediana y alta expansión).
- Suelos blandos.
- Análisis de Licuefacción de Arenas.


Ricardo Oswaldo Llacsahuanga Castillo
INGENIERO CIVIL
CIP 88841



5.1.- Suelos de Baja Capacidad Portante

Capacidad portante; Técnicamente es la máxima presión media de contacto entre la cimentación y el terreno tal que no se produzcan un fallo por cortante del suelo o un asentamiento diferencial excesivo, suelos de baja Capacidad Portante deben ser mejorados con Materiales Granulares ejemplo Hormigón, Afirmado, Over, Etc., para el presente caso los suelos son de baja capacidad portante cuya Clasificación SUCS corresponde a: "CH" Arcilla de Alta Plasticidad y "SC" Arena Arcillosa.

5.2.- PRESENCIA DE MATERIA ORGÁNICA (MO)

Los suelos orgánicos tipo turba (coloración oscura- rica en carbono); están compuestos principalmente de tejidos vegetales en estado variable de descomposición, con una textura fibrosa o amorfa, usualmente de color café oscuro o negro, olor orgánico y elevada relación de vacíos. Por su deficiente estructura son altamente consolidables teniendo un comportamiento mecánico muy crítico.

- ✚ En tal sentido cabe señalar que de acuerdo a lo investigado en campo (cualitativamente), se menciona que de las 16 calicatas ejecutas **No** se ha identificado existencia de Suelos a niveles del paquete estructural de la vía contaminados con residuos Orgánicos de Origen Vegetal.

5.3.- IDENTIFICACIÓN DE SUELOS BLANDOS

La deformación de suelos cohesivos aún bajo cargas relativas pequeñas, es tradicionalmente reconocida como un problema de fundamental interés, por ser causa de graves deficiencias de comportamiento.

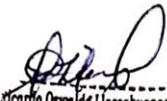
Cabe indicar que en terrenos de cimentación constituidos por Limos Plásticos y Arcillas, deben distinguirse dos casos diferentes:

- Cuando su comprensibilidad es relativamente baja (suelos CL).
- Cuando sean francamente comprensibles (suelos CH, MH, OH y Pt)

Al respecto se menciona que en el tramo evaluado **Si** se ha encontrado sectores con presencia de Suelos débiles o Blandos, que presentan condiciones de compresibilidad, como lo son suelos CH

5.4 ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN DE LOS SUELOS (EP)

Dado que la Expansividad se produce exclusivamente en suelos Arcillosos, motivo por el cual se creyó necesario teniendo en cuenta las características físicas-mecánicas de los suelos encontrados en las 09 labores verticales ejecutadas (suelos con contenido de finos), realizar un análisis cualitativo del Grado de Expansión que presentan los suelos que conforman la estructura del pavimento. (Ver Cuadro N°09: Resultados del Análisis Cualitativo del Nivel o Grado de Expansión.).


Ricardo Oswaldo Llacsahuanga Castillo
INGENIERO CIVIL
CIP 88841



Cuadro N° 08: Tabla de Clasificación de Suelos Expansivos

POTENCIAL DE EXPANSION (EP)	INDICE DE PLASTICIDAD	LIMITE LIQUIDO
% Muy Alto	>32.0	> 70.0
% Alto	23.0 - 32.0	50.0 - 70.0
% Medio	12.0 - 23.0	35.0 - 50.0
% Bajo	< 12.0	20.0 - 35.0




Ricardo Oswaldo Llacsahuanga Castillo
INGENIERO CIVIL
CIP 88841

Cuadro N° 09: Resultados del Análisis Cualitativo del EP

CALICATA	C - 1		C - 2		C - 3		C - 5	
	M - 1	M - 1	M - 1	M - 1	M - 1	M - 1	M - 1	M - 1
Profundidad (m.)	0,40 - 3,00	0,35 - 3,00	0,35 - 3,00	0,35 - 3,00	0,35 - 3,00	0,35 - 3,00	0,50 - 2,00	0,50 - 2,00
% Pasa Malla N° 4	100	100	100	100	100	100	100	100
% Pasa Malla N° 200	84,9	84,9	45,7	45,7	47,5	47,5	49,5	49,5
% GRAVA	0	0	0	0	0	0	0	0
% ARENA	15,1	15,1	54,3	54,3	52,5	52,5	50,5	50,5
Limite liquido	53	53	49	49	49	49	49	49
Indice Plasticó	25	25	26	26	26	26	24	24
Contenido de humedad %	22,50%	22,50%	10,90%	10,90%	15,50%	15,50%	12,40%	12,40%
Clasificación de Suelos "SUCS"	CH	CH	SC	SC	SC	SC	SC	SC
EXPANSION DEL SUELO	ALTO							


 Ricardo Oswaldo Llacshuanga Castillo
 INGENIERO CIVIL
 CIP 88841



De los resultados del análisis de las propiedades de Consistencia y Plasticidad de los suelos a Nivel de fondo, se indica que los suelos presentan Grado de Hinchamiento o Expansión **Alto**, así mismo se debe considerar que el comportamiento de esta caracterización variará conforme se modifiquen las condiciones de humedad o saturación al que se hallan expuestos los materiales.

5.5 ANÁLISIS DE LICUEFACCIÓN DE ARENAS

En suelos granulares, particularmente arenosos las vibraciones sísmicas pueden manifestarse mediante un fenómeno denominado licuefacción, el cual consiste en la pérdida momentánea de la resistencia al corte de los suelos granulares, como consecuencia de la presión de poros que se genera en el agua contenida en ellos originada por una vibración violenta (SISMOS).

Esta pérdida de resistencia del suelo se manifiesta en grandes asentamientos que ocurren durante el sismo o inmediatamente después de éste; sin embargo para que un suelo granular en presencia de un sismo sea susceptible a licuar debe presentar simultáneamente las características siguientes (según Seed and Idriss):

- a) Debe estar constituido por arena fina a arena fina limosa.
- b) Debe encontrarse sumergida (Napa freática).
- c) Su densidad relativa debe ser baja.

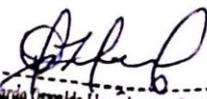
En el caso de la zona en estudio cabe indicar que el sector presentan las condiciones descritas, pues presenta Suelos Arenosos sumergidos en aguas que ante solicitaciones Sísmicas para desencadenar este fenómeno licuable, se señala que en el sector No existe Riesgo por problemas de Asentamiento Diferencial de los Suelos a consecuencia de problemas por Licuefacción de Suelos.

6.0.- ANALISIS DE LA CIMENTACION.

6.1.- Cálculo de Capacidad de Carga.

Llamada también presión última o de falla por corte del suelo, es la carga que un suelo puede soportar sin que su estabilidad sea amenazada.

Para la aplicación de la capacidad de carga, se aplica la teoría de Terzaghi para cimentaciones continuas de base rugosa en el caso de un medio medianamente denso, haciéndose extensivos para zapatas cuadradas. Este fórmula se hace extensiva al suelo muestreado en las calicatas Captación, Reservorio y Pases Aéreos.


Ricardo Oswaldo Llacshuanga Castillo
INGENIERO CIVIL
CIP 88841



TEORIA DE CAPACIDAD DE CARGA SEGÚN TERZAGHI CIMIENTO CORRIDO:

$$q_u = C N_c + \gamma_1 D_f N_q + 0.5 \gamma_2 B N_\gamma$$

CIMIENTO CUADRADO:

$$q_u = 1.3 C N_c + \gamma_1 D_f N_q + 0.4 \gamma_2 B N_\gamma$$

Donde:

C= cohesión

γ_1 =peso volumétrico sobre N.F.Z

D_f =profundidad del cimiento

γ_2 =peso volumétrico debajo del N.F.Z

B= ancho del cimiento

N_c , N_q , N_γ = factores de capacidad de carga falla general

$f(\phi')$, N'_c , N'_q , N'_γ =factores de capacidad de carga para falla local $f(\phi)$, $c' = 2/3 c$, $tg\phi' = 2/3 tg\phi$ para falla local.

6.2.- Presión Admisible.

Es la presión admisible del terreno que se deberá usar como parámetro de diseño de la estructura. También se le conoce como "Carga de Trabajo" o Presión de Trabajo" (Cuadro de capacidad de carga y presión admisible. Anexo -C.

$$P_t = Q_c / F_s$$

Dónde: P_t = Presión admisible (kg/cm²)
 Q_c = Capacidad de carga.
 F_s = Factor de seguridad (3.0).

6.3.- Profundidad de Cimentación.

Analizando los perfiles estratigráficos, los resultados de los ensayos de laboratorio y considerando las características estructurales del proyecto, se recomienda que las cimentaciones serán superficiales, del tipo cimientos corridos simples con Zapatas Aisladas, desplantados en el estrato en el caso del cimiento corrido a una profundidad mínima de 1.20 mts., y en el caso de cimentación con zapatas aisladas será a una profundidad de desplante mínima de 1.50 mts.

Debido a las características y a la capacidad portante del suelo se recomienda realizar un trabajo de mejoramiento de los suelos.

Ricardo Oswaldo Llacsahuanga Castillo
 INGENIERO CIVIL
 CIP 88841

EMS. DEL PROYECTO CON FINES DE SANEAMIENTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO RURAL EN EL CENTRO POBLADO DE CALVAS DE CACHUTO, DISTRITO DE AYABACA, PROVINCIA DE AYABACA - PIURA"



7.0.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

El presente Informe del estudio de Mecánica de Suelos se ha efectuado a solicitud de la Dirección de Estudios y Proyectos Municipalidad Provincial de Ayabaca, corresponde al proyecto denominado: "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CASERIO SAN FRANCISCO CENTRO POBLADO PALO BLANCO, DISTRITO PACAIPAMPA, PROVINCIA AYABACA, DEPARTAMENTO PIURA - 2021".

7.1 Los trabajos de Campo (excavaciones, muestreos, etc.) se efectuaron durante el Mes de Junio 2021.

7.2 El área del sistema de saneamiento se emplaza sobre suelos cuya clasificación SUCS de los suelos corresponde: "CH" Arcilla de Alta Plasticidad Arenosa, "SC" Arena Arcillosa.

7.3 Los trabajos de exploración en campo consistieron en la excavación manual y con barreno de un total de 05 calicatas, identificadas correlativamente desde la Calicata (C): C-1, C-2, C-3, C-4,..., hasta C-05, las profundidades de auscultación alcanzadas se alcanzaron manualmente y con apoyo del barreno, fueron variables en cada sector del sistema vial, siendo la máxima Prof. De investigación - 3.00 m.

7.4 De la Presencia de Nivel Freático y Filtración de Agua se señala que en las labores verticales ejecutadas, este **NO** se Observó, en las calicatas Exploradas, a la fecha de realizadas las exploraciones Junio 2021

7.5 De lo Registrado en el perfil Estratigráfico se encontró entre niveles variables de profundidad desde 0.35 m. a 0.50 m. presencia de material contaminado Raíces, madera, Dada la naturaleza de este material inadecuado debe ser removido, hasta llegar al suelo natural, antes de iniciar las obras tal como lo indica la Norma Técnica de Edificaciones E.050, Suelos y Cimentaciones (Capítulo 4, artículo 19).

7.6 Del Análisis de las constantes físicas de plasticidad en los suelos a niveles de fondo de donde descansara la tubería de se concluye que tienen existencia de suelos con Grado de Hinchamiento o Expansividad variable relativamente entre **Alto**.

7.7 **Calicata N° 01 - Captación.-** La capacidad Portante del suelo en el Área de Influencia de la Calicata N° 01 donde se Ubicará la Captación del Sistema de Agua Potable, a un nivel de Desplante de 1.20m, se ha encontrado valores que van desde 0.49 Kg/cm² a 0.50 Kg/cm², para Zapatas cuadrada, con respecto a la cimentación corrida la capacidad portante del suelo a una profundidad de 1.20m, se ha encontrado valores de Capacidad Portante desde 0.41 Kg/cm² a 0.42 Kg/cm².

7.8 **Calicata N° 02. Reservorio.-** La capacidad Portante del suelo en el Área de Influencia de la Calicata N° 02, donde se Ubicará el Reservorio de Almacenamiento y Tratamiento del Sistema de Agua Potable, a un nivel de Desplante de 1.50m, se ha encontrado valores que van desde 0.43 Kg/cm² a 0.48 Kg/cm², para Zapatas Cuadradas, con respecto a la cimentación corrida la capacidad portante del suelo a una profundidad de 1.20m, se ha encontrado valores de Capacidad Portante desde 0.35 Kg/cm² a 0.39 Kg/cm².

EMS. DEL PROYECTO CON FINES DE SANEAMIENTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO RURAL EN EL CENTRO POBLADO DE CALVAS DE CACHUTO, DISTRITO DE AYABACA, PROVINCIA DE AYABACA - PIURA"


Ricardo Oswaldo Llacsahuanga Castillo
INGENIERO CIVIL
CIP 88841



7.9 Calicata N° 03 Pase Aéreo 02. - La capacidad Portante del suelo en el Área de Influencia de la Calicata N° 02, donde se Ubicara el Pase Aéreo N° 02, a un nivel de Desplante de 1.50m, se ha encontrado valores que van desde 0.63 Kg/cm² a 0.70 Kg/cm², para Zapatas Cuadradas, con respecto a la cimentación corrida la capacidad portante del suelo a una profundidad de 1.20m, se ha encontrado valores de Capacidad Portante desde 0.53 Kg/cm² a 0.62 Kg/cm².

7.10 Calicata N° 04. Pase Aéreo 01- La capacidad Portante del suelo en el Área de Influencia de la Calicata N° 02, donde se Ubicara el Reservorio de Almacenamiento y Tratamiento del Sistema de Agua Potable, a un nivel de Desplante de 1.50m, se ha encontrado valores que van desde 6.86 Kg/cm² a 6.91 Kg/cm², para Zapatas Cuadradas, con respecto a la cimentación corrida la capacidad portante del suelo a una profundidad de 1.20m, se ha encontrado valores de Capacidad Portante desde 5.29 Kg/cm² a 5.34 Kg/cm².

7.11 En las redes del sistema de Agua Potable y Alcantarillado, para la cama de Apoyo, que soporta directamente las tuberías, se debe colocar 0.20m., de un suelo seleccionado granular, uniforme (Arenas), libre de gravas, piedras y materiales vegetales. Se requiere que tenga una compactación de 90% de su Máxima Densidad Seca, Teórica obtenida en el ensayo Proctor Standart (NTP 339.142). Se puede usar el terreno extraído de la excavación, previo zarandeo de ser necesario, siempre y cuando sea granular (Arenas).

Para el relleno de confinamiento, va alrededor de las redes y hasta una altura variable entre 15 cm y 20 cm, sobre la clave de la tubería, se debe colocar material similar al de la Cama de Apoyo (Material Granular "Arena"), el que se coloca por capas para permitir su apisonado alrededor de las tuberías. Se requiere que tenga una densidad de por lo menos el 90% de su Máxima Densidad Seca Teórica obtenida en el ensayo Proctor Standart (NTP 339.142:1999). Se puede usar el terreno extraído de la excavación, previo zarandeo de ser necesario, siempre y cuando sea granular (Arenas).

Para el relleno masivo, que llegará hasta el nivel del terreno natural, se utilizara material propio, previo zarandeo. Se coloca por capas de 0.20m de espesor compactado a humedad óptima dependiente del tipo de suelo y del equipo empleado en la compactación. Se requiere que tenga una densidad de por lo menos el 95% de su Máxima Densidad Seca Teórica obtenida en el ensayo Proctor Modificado (NTP 339.141) para los suelos predominantemente granulares.

7.12 Del análisis de sales solubles totales se concluye que la agresión al concreto es leve, Sin embargo, se recomienda usar cemento tipo **MS** para la construcción de los elementos de concreto que van a estar en contacto con el suelo, porque mejora las propiedades generales del concreto.

7.13 En el proceso de perforación de la calicata no se observó problemas de inestabilidad en las paredes por efecto del arco que se produce en este tipo de excavación, Sin embargo, en la obra se deberán tomar las precauciones debidas para proteger las paredes de la excavaciones a partir de 1.50m con la finalidad de proteger al personal con entibado y evitar daños a terceros conforme lo indica la Norma E-050.

EMS. DEL PROYECTO CON FINES DE SANEAMIENTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO RURAL EN EL CENTRO POBLADO DE CALVAS DE CACHUTO, DISTRITO DE AYABACA, PROVINCIA DE AYABACA - PIURA"


Ricardo Oswaldo Llacsahuanga Castillo
INGENIERO CIVIL
CIP 88841



RICARDO OSWALDO LLACSAHUANGA CASTILLO ING CIVIL CIP N° 88841
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS EVALUACIÓN DE CANTERAS

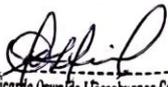


7.14 Con respecto al mejoramiento del terreno de fundación de la Captación del Sistema de Agua Potable, se recomienda realizar una sobre excavación 0.70m, donde se colocara colocar 0.40 m., de un material granular tipo Over de 4" a 6", en capas de 0.20m., más el 40% de arena de grano medio para cubrir vacíos, debidamente compactadas, sobre estas capas de Over se colocara una capa de 0.20m., de un Material Granular tipo Hormigón con un valor de CBR mayor al 40%, compactada al 95% de su Máxima densidad seca y su optimo contenido de Humedad, sobre esta capa se colocara un solado de 0.10m., de un concreto pobre, sobre este mejoramiento colocaremos la cimentación de la Captación de Agua, todo este mejoramiento permitirá mitigar problemas de Asentamientos Diferenciales, que provoquen deterioro y colapso de la infraestructura de la Cámara ante un Evento Sísmico.

7.15 Con respecto al mejoramiento del terreno de fundación de las obras del Reservorio y Pase Aéreo N° 02, se recomienda realizar una sobre excavación 0.90m, donde se colocara colocar 0.80 m., de un Material Granular tipo Hormigón con un valor de CBR mayor al 40%, compactada al 95% de su Máxima densidad seca y su optimo contenido de Humedad, sobre esta capa se colocara un solado de 0.10m., de un concreto pobre, donde descansara la cimentación con Zapatas cuadradas, en el caso de la cimentación corrida, se recomienda realizar una sobre excavación 0.50m, donde se colocara colocar 0.40 m., un Material Granular tipo Hormigón con un valor de CBR mayor al 40%, en capas de 0.20m., compactadas al 95% de su Máxima densidad seca y su optimo contenido de Humedad, sobre esta capa se colocara un solado de 0.10m., de un concreto pobre, todo este mejoramiento permitirá mitigar problemas de Asentamientos Diferenciales, que provoquen deterioro y colapso de la infraestructura de Reservoirio ante un Evento Sísmico.

7.16 La información descrita en el Presente Estudio de Suelos NO es limitativa esto dependerá del criterio del Ingeniero proyectista.

7.17 El presente Informe y los resultados de este estudio se aplican exclusivamente al área en estudio, no debe ser utilizado para otros sectores o para otros fines.


Ricardo Oswaldo Llacsahuanga Castillo
INGENIERO CIVIL
CIP 88841



8.0 EVALUACIÓN DE CANTERAS

GENERALIDADES

Teniendo en consideración que para los hechos de técnicas de Diseño y construcción de saneamiento, es necesario conocer aquellos materiales adecuados que satisfagan las demandas de construcción del Proyecto en mención, tanto en la calidad como en cantidad; se creyó conveniente efectuar la siguiente evaluación de Materiales pétreos para uso de Concreto Hidráulico; cuyo análisis se realizó teniendo en cuenta los requerimientos de las Especificaciones Técnicas vigentes.

8.1 OBJETIVO

El objetivo del presente estudio es ubicar, identificar, Analizar y definir, depósitos de materiales que satisfagan en cantidad (volúmenes necesarios de materiales) y calidad de acuerdo a los requerimientos de la normativa vigente y requerimientos técnicos del proyecto; de forma tal que se satisfagan la demanda de materiales para las diferentes Etapas constructivas del proyecto.

8.2 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

Para la realización del presente estudio se ha seguido Metodología del tipo Técnica-Investigativa; en tal sentido los trabajos se iniciaron mediante la Recopilación de la Información previa a los trabajos de Campo, trabajos de Laboratorio y finalmente en los trabajos de Gabinete.

8.3 INVESTIGACION DE CAMPO

La investigación de campo consistió en la localización de las canteras y su evaluación preliminar visual, de cada una de las canteras se extrajo muestras representativas de cada agregado Granular, Grueso y fino, para luego ser transportadas al laboratorio de materiales. Así mismo se recolectó información de materiales empleados en proyectos anteriores y conforme a la experiencia en cuanto a utilización de los materiales y sus recomendaciones; siendo las canteras más cercanas al radio del proyecto que cumplen y se ajustan con cantidad y calidad necesaria de los materiales, de acuerdo al tipo de proyecto de saneamiento:

- ❖ Cantera Frejolito – Yanta – Ayabaca, donde se Extraerá:
 - ✓ Piedra y Arena Para Concreto Hidráulico.
 - ✓ Material Granular Hormigón.
 - ✓ Arena.
 - ✓ Over de 4" a 6".

Debido a que las canteras de mejor material están siendo explotadas, el muestreo básicamente fue una recolección del material apilado, considerando tomar una muestra representativa.


Ricardo Oswaldo Llacsahuanga Castillo
INGENIERO CIVIL
CIP 88841

EMS. DEL PROYECTO CON FINES DE SANEAMIENTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO RURAL EN EL CENTRO POBLADO DE CALVAS DE CACHUTO, DISTRITO DE AYABACA, PROVINCIA DE AYABACA - PIURA"



Ver a continuación en el Cuadro N°11, un resumen general de la cantera seleccionada para su trabajo en laboratorio:

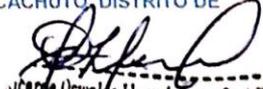
Cuadro N° 11.- DATOS GENERALES DE EVALUACIÓN DE CANTERAS.

CANTERA	ESTADO DEL ACCESO	Distancia promedio Aprox. al CENTRO DE GRAVEDAD	MATERIAL A OBTENER	USO PROPUESTO	PROPIETARIOS
<u>Frejolito</u>	El recorrido se inicia desde el caserío San Francisco, hasta el caserío de Frejolito, Cantera Frejolito.	30 km. Aprox.	- Piedra para concreto. - Canto Redondo - Arena Gruesa y Arena Fina - Material Granular Tipo Over de 4" a 6" - Material Granular Tipo Hormigon	Fabricación de Concreto Hidráulico	Propietario: Comunal

8.4 CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

- 8.4.1 Debido a requerimientos propios del proyecto para el presente estudio de Rehabilitación de redes de saneamiento, se plantea como propuesta emplear para uso mejoramiento de terreno natural y diseño de concreto hidráulico
- 8.4.2 Se debe efectuar la verificación permanente de las propiedades de los materiales de canteras en función a las frecuencias establecidas en las especificaciones técnicas del proyecto.
- 8.4.3 El agregado fino a emplearse para concreto debe estar limpio de polvo adherido a la superficie y protegido de toda contaminación.
- 8.4.4 Después de haber evaluado todas las canteras propuestas para el Proyecto, se puede concluir que los volúmenes explotables de material requerido satisface las necesidades del proyecto, por tanto no existe posibilidad de que se susciten problemas por la cantidad y la calidad de los materiales necesarios a ser utilizados en el proceso constructivo del Proyecto.
- 8.4.5 Cada agregado diferente deberá acopiarse por separado, para evitar cambios en su granulometría original. Los últimos quince (15 cm) de cada acopio que se encuentre en contacto con la superficie natural del terreno no deberán ser utilizados, a menos que se haya colocado lonas que prevengan la

EMS. DEL PROYECTO CON FINES DE SANEAMIENTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO RURAL EN EL CENTRO POBLADO DE CALVAS DE CACHUTO, DISTRITO DE AYABACA, PROVINCIA DE AYABACA - PIURA"


 Ricardo Oswaldo Llacsahuanga Castillo
 INGENIERO CIVIL
 CIP 88841



RICARDO OSWALDO LLACSAHUANGA CASTILLO ING CIVIL CIP N° 88841
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS EVALUACIÓN DE CANTERAS



contaminación del material de acopio.

8.4.6 Los agregados una vez acopiados deberán cubrirse con plásticos o con una lona para evitar que el material particulado sea dispersado por el viento y contamine la atmosfera y cuerpos de agua cercanos, Además evitar que el material se contamine con otros materiales o sufra alteraciones por factores climáticos.

8.4.7 La arcilla debe estar libre de impurezas para poder ser utilizada, para ser utilizada en la Impermeabilización de las Lagunas de Oxidación.


Ricardo Oswaldo Llacsahuanga Castillo
INGENIERO CIVIL
CIP 88841





*FIGURA 39.*Excavación de calicata en captación.
Fuente: elaboración propia.



*FIGURA 40.*Excavación de calicata para realizar el EMS en captación.
Fuente: elaboración propia.



*FIGURA 41.*Excavación de calicata para reservorio.
Fuente: elaboración propia.



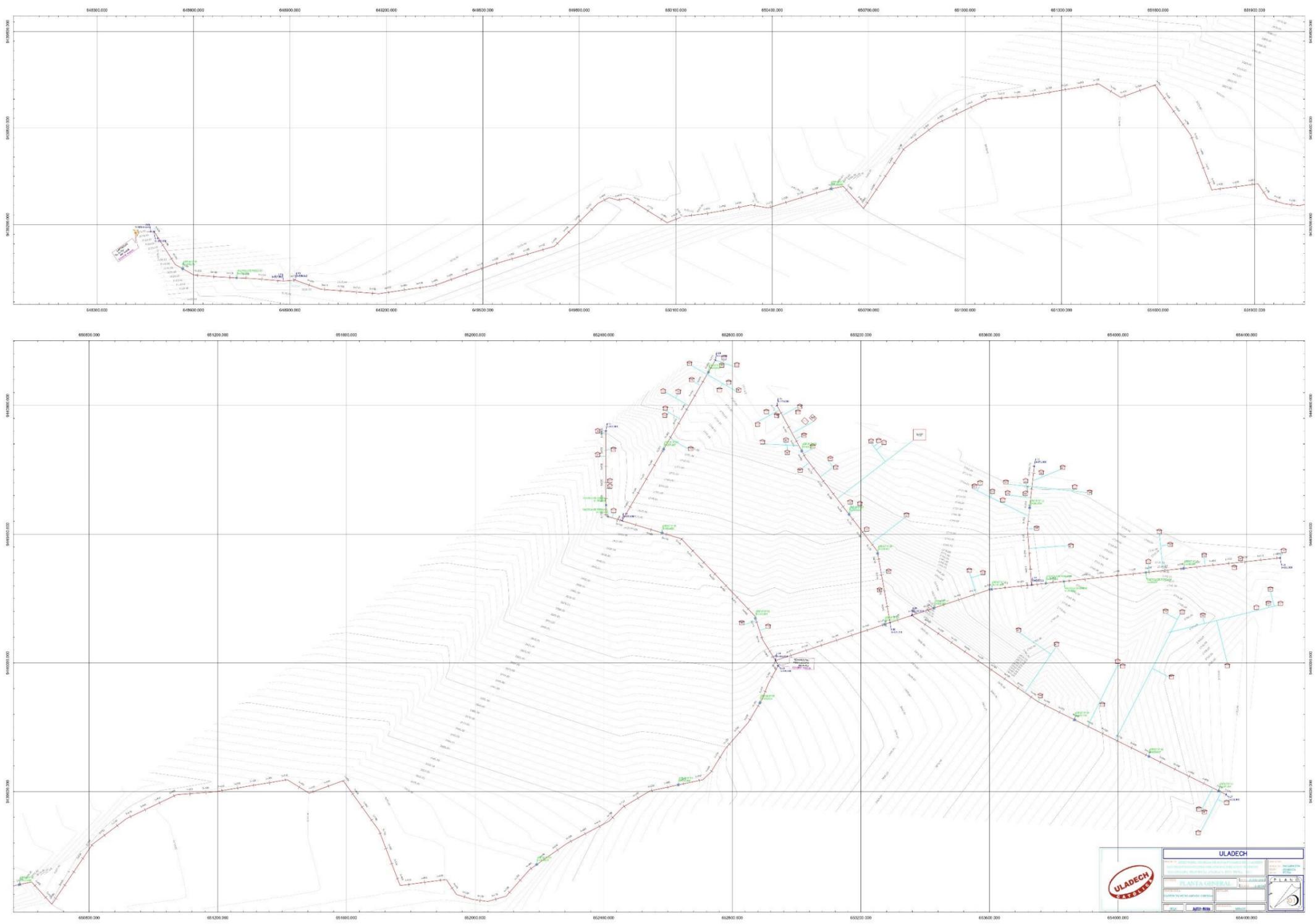
*FIGURA 1.*Muestra de calicata.
Fuente: elaboración propia.



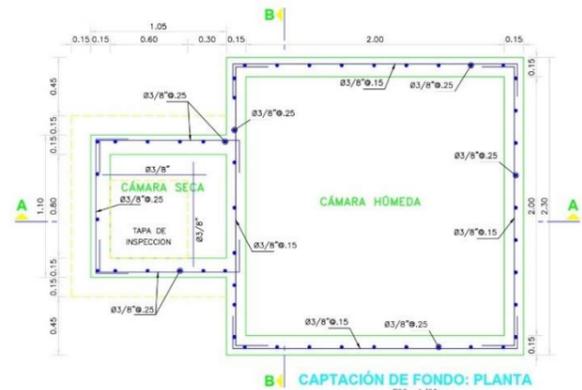
FIGURA 42. Captación de agua
Fuente: elaboración propia.

PLANOS

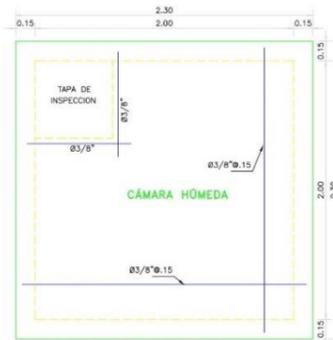
UBICACIÓN Y LOCALIZACION



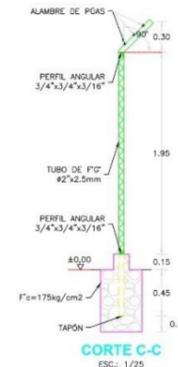
MAPA 1. Plano topográfico
Fuente: elaboración propia.



CAPTACIÓN DE FONDO: PLANTA
ESC.: 1/20



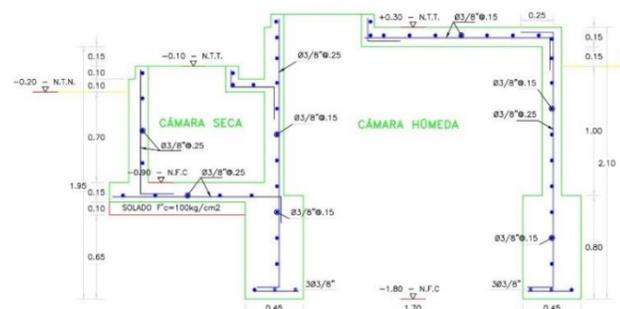
DETALLE DE ACERO EN LOSA SUPERIOR
ESC.: 1/20



CORTE C-C
ESC.: 1/25

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
CONCRETO SIMPLE:	
- SOLADO	f'c= 10 MPa (100Kg/cm2)
CONCRETO ARMADO:	
- EN CERCO PERIMETRICO	175Kg/cm2
- EN GENERAL	f'c= 20 MPa (210Kg/cm2)
- ESTRUCTURAS EN CONTACTO CON EL AGUA	f'c= 27 MPa (280Kg/cm2)
CEMENTO:	
- EN GENERAL	Cemento Portland Tipo I
- ESTRUCTURAS EN CONTACTO CON EL SUELO	Revisar las recomendaciones que indica el Estudio de Suelos
ACERO DE REFUERZO:	
- ACERO EN GENERAL	fy=4200 Kg/cm2
EMPALMES TRASLAPADOS:	
- Ø3/8" : 80	
- #1/2" : 60	
- #5/8" : 75	
- #3/4" : 80	
RECUBRIMIENTOS:	
- MURO CARA SECA	0.04 m
- MURO CARA HÚMEDA	0.05 m
- LOSA DE TECHO	0.05 m
- LOSA DE FONDO	0.04 m
REVESTIMIENTO PARA SUPERFICIES EN CONTACTO CON EL AGUA:	
- TARRAJE PROTACHADO	C.A. 1:4 e=25 mm
- TARRAJE CON IMPERMEABILIZADO	C.A. 1:3+SDIV. IMP. e=20 mm
CAPACIDAD PORTANTE:	
- Q o TERRENO	= 1.00 Kg/cm2

- NOTAS:**
- 1.- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN METROS, SALVO INDICADO.
 - 2.- LA ESCALA GRAFICA CORRESPONDE AL FORMATO A1
 - 3.- VER TRAZO Y REPLANTEO EN PLANO DE ARQUITECTURA
 - 4.- EL REFUERZO CONTINUA A TRAVES DE LAS JUNTAS DE CONSTRUCCION DEL TERRENO MEDIANTE EL ESTUDIO DE SUELOS.
 - 5.- PARA EL DISEÑO DEFINITIVO SE TIENE QUE VERIFICAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO MEDIANTE EL ESTUDIO DE SUELOS



CAPTACIÓN DE FONDO: CORTE A-A
ESC.: 1/20

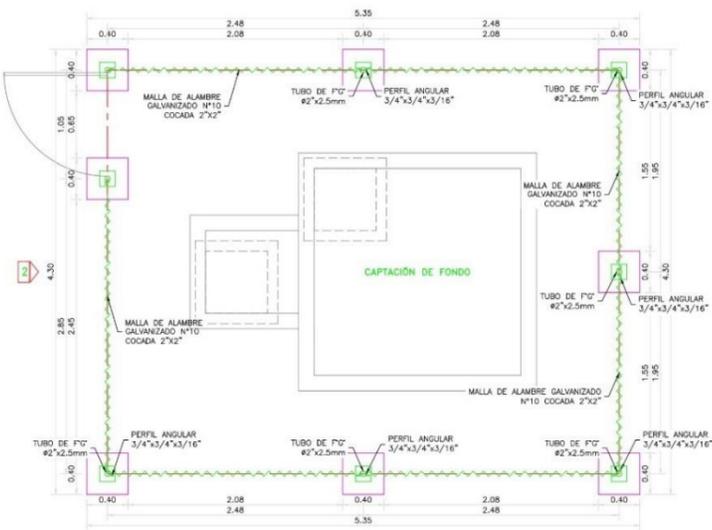


CAPTACIÓN DE FONDO: CORTE B-B
ESC.: 1/20

EMPALMES POR TRASLAPÉ	
Ø	L
3/8"	5.00 cm
1/2"	6.00 cm
5/8"	7.50 cm
3/4"	9.00 cm

NOTA: NO EMPALMAR MAS DEL 50% EN UNA MISMA SECCION

DETALLES TÍPICOS DE ESTRIBOS		
Ø	L	Rmin
6mm	10cm	1,5cm.
3/8"	15cm	2,0cm.



CERCO PERIMETRICO
ESC.: 1/25



DETALLE TIPO DE CERCO MALLA
ESC.: 1/25

- NOTAS:**
1. EL CONSULTOR DEBE CONSIDERAR ESTA INFORMACION COMO UNA GUIA, CUYOS CRITERIOS DE DISEÑO DEBEN SER VALIDADOS CON LAS CONDICIONES DEL AREA DEL PROYECTO A DESARROLLAR. EN EL CASO DE ENCONTRARSE CON SITUACIONES DIFERENTES EL CONSULTOR DEBERA EVALUAR Y PROPONER EL DISEÑO MAS CONVENIENTE.

1/2	0	40	80	120	160	200mm
1:20	0	400	800	1200	1600	2000mm
1:200	0	4000	8000	12000	16000	20000mm
1:2000	0	40000	80000	120000	160000	200000mm
1:20000	0	0,40	0,80	1,20	1,60	2,00km

ULADECH

UNIVERSIDAD DE LA GUAYANA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

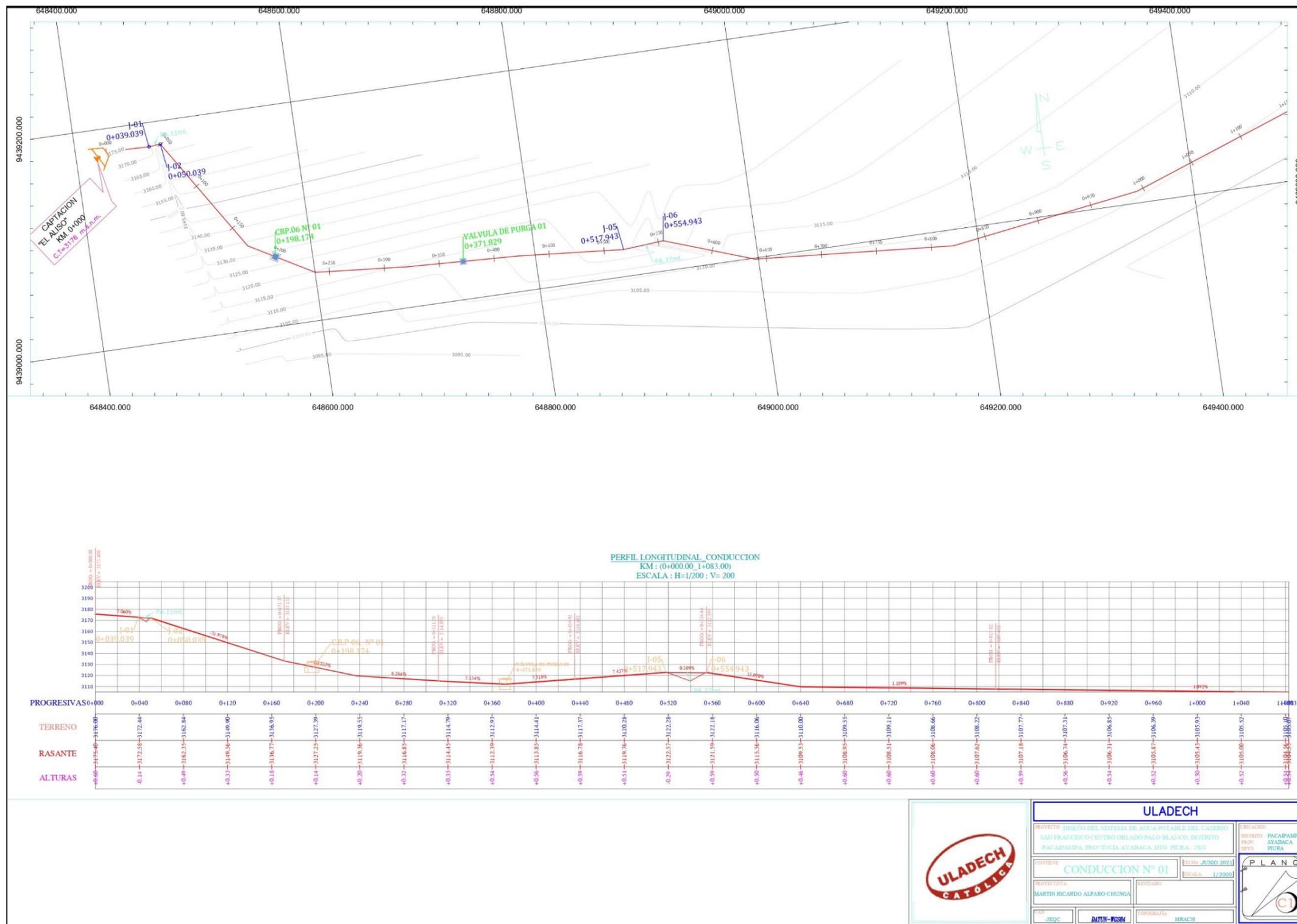
TÍTULO: PLAN DE CAPTACIÓN DE FONDO PERIMETRICO
AUTOR: MARTÍN RICARDO ALFARO CERRONA
FECHA: 1/2020

PROYECTO: PLAN DE CAPTACIÓN DE FONDO PERIMETRICO

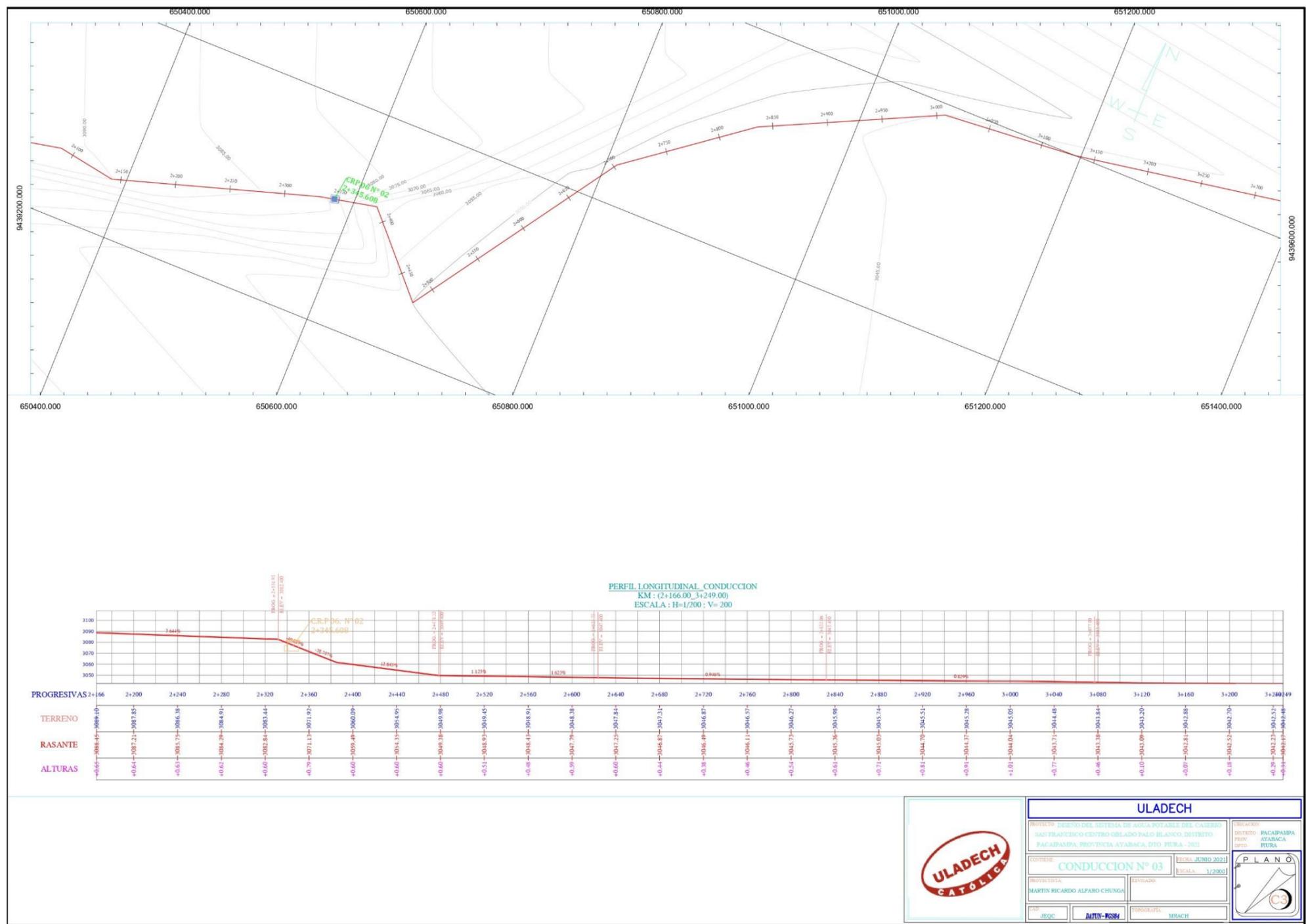
Escala: 1/20

P L A N O

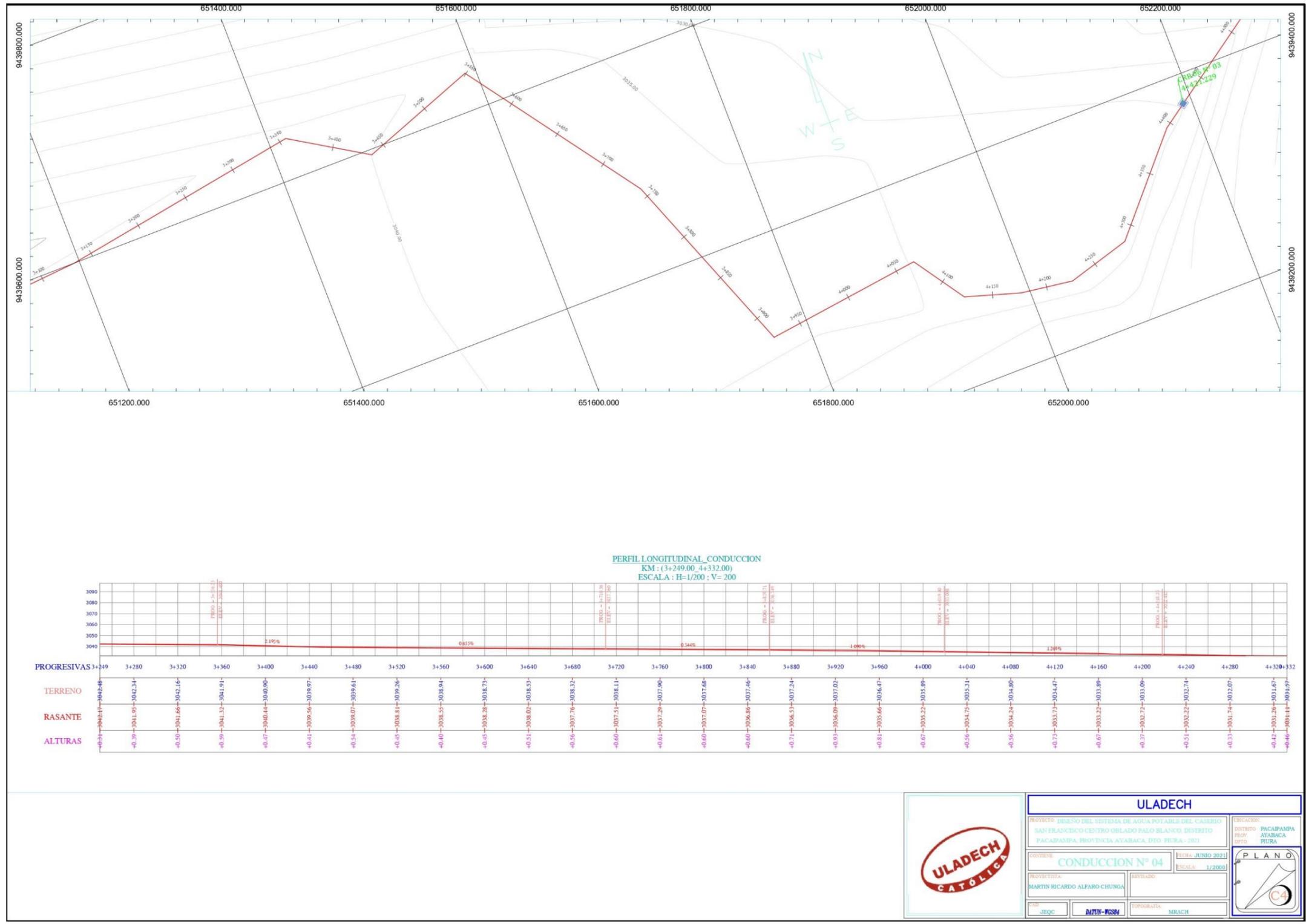
MAPA 3.Plano de Captacion de Fondo- Estructura.



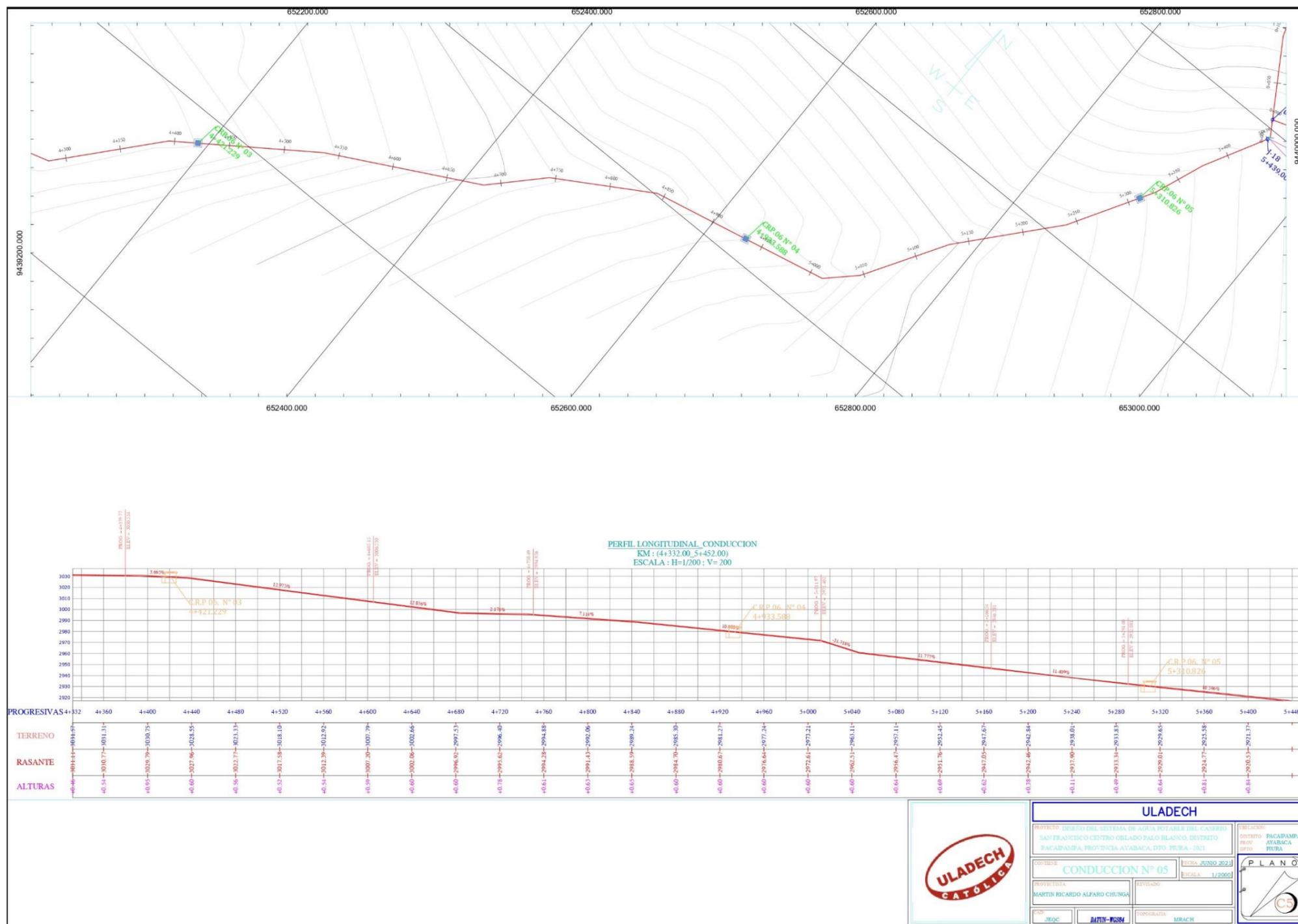
MAPA 4.Plano de Conducción.
Fuente: Elaboración Propia.



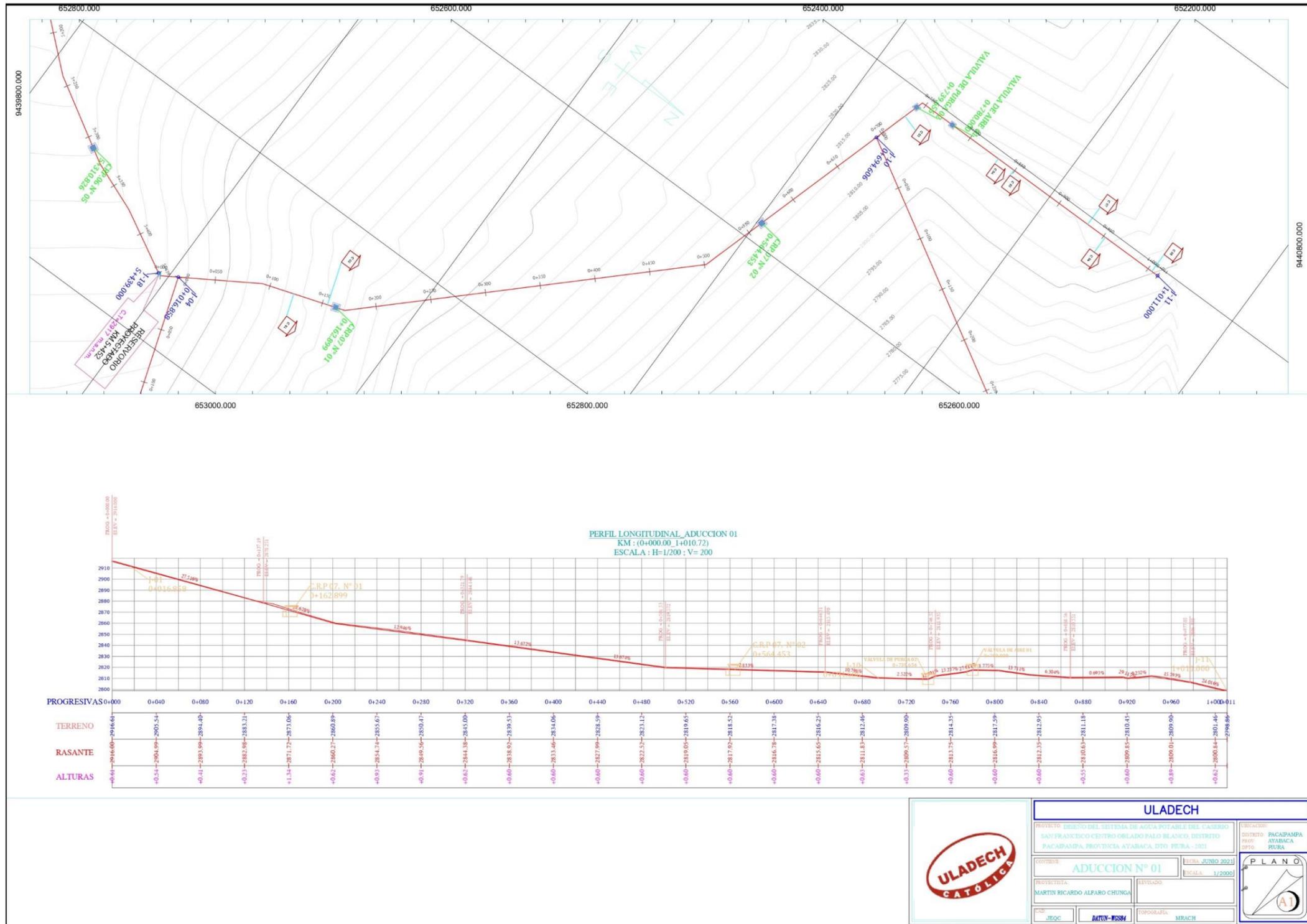
MAPA 5.Plano de Conduccion.
 Fuente: Elaboracion propia.



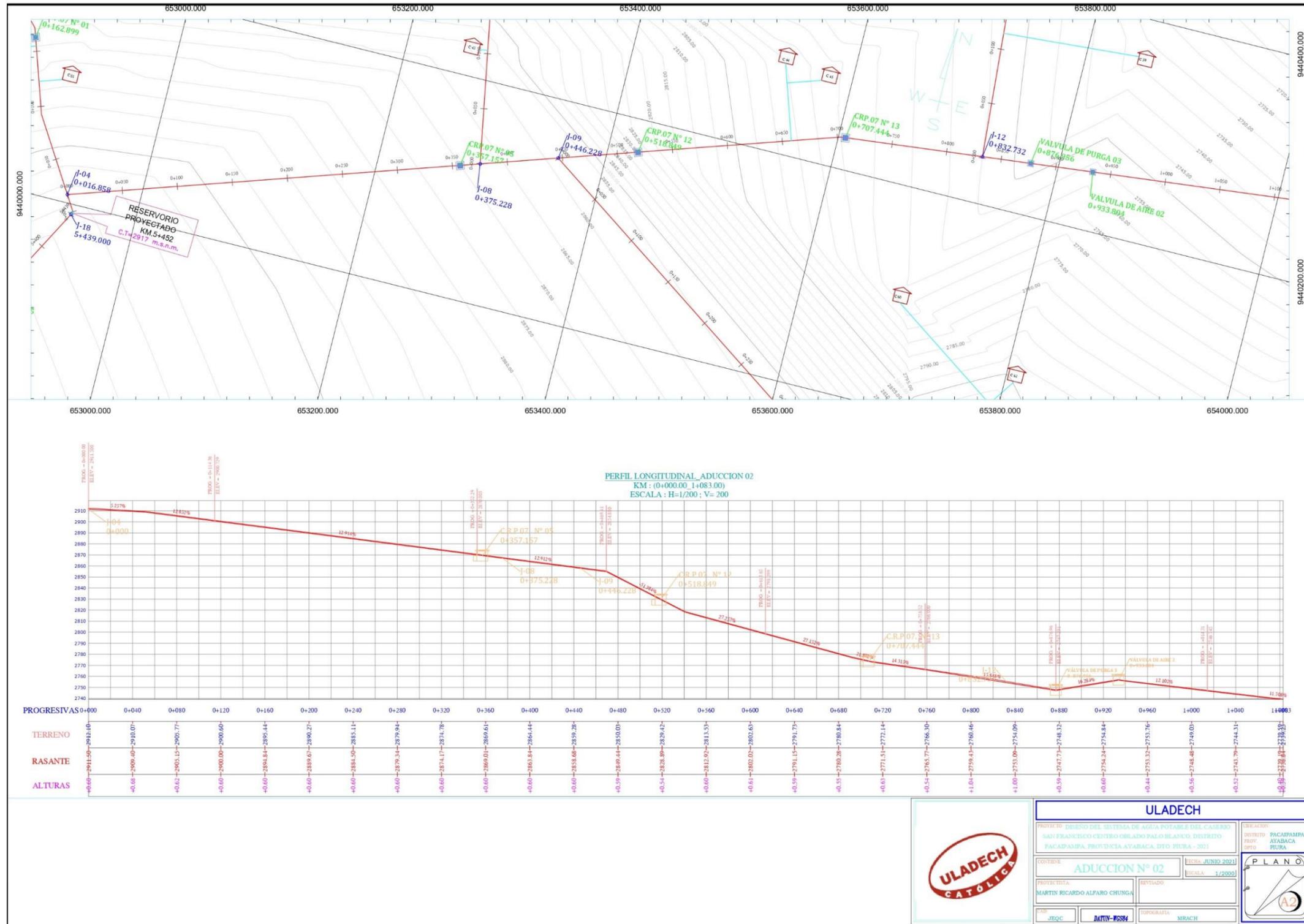
MAPA 6. Mapa de conducción.
 Fuente: elaboración propia.



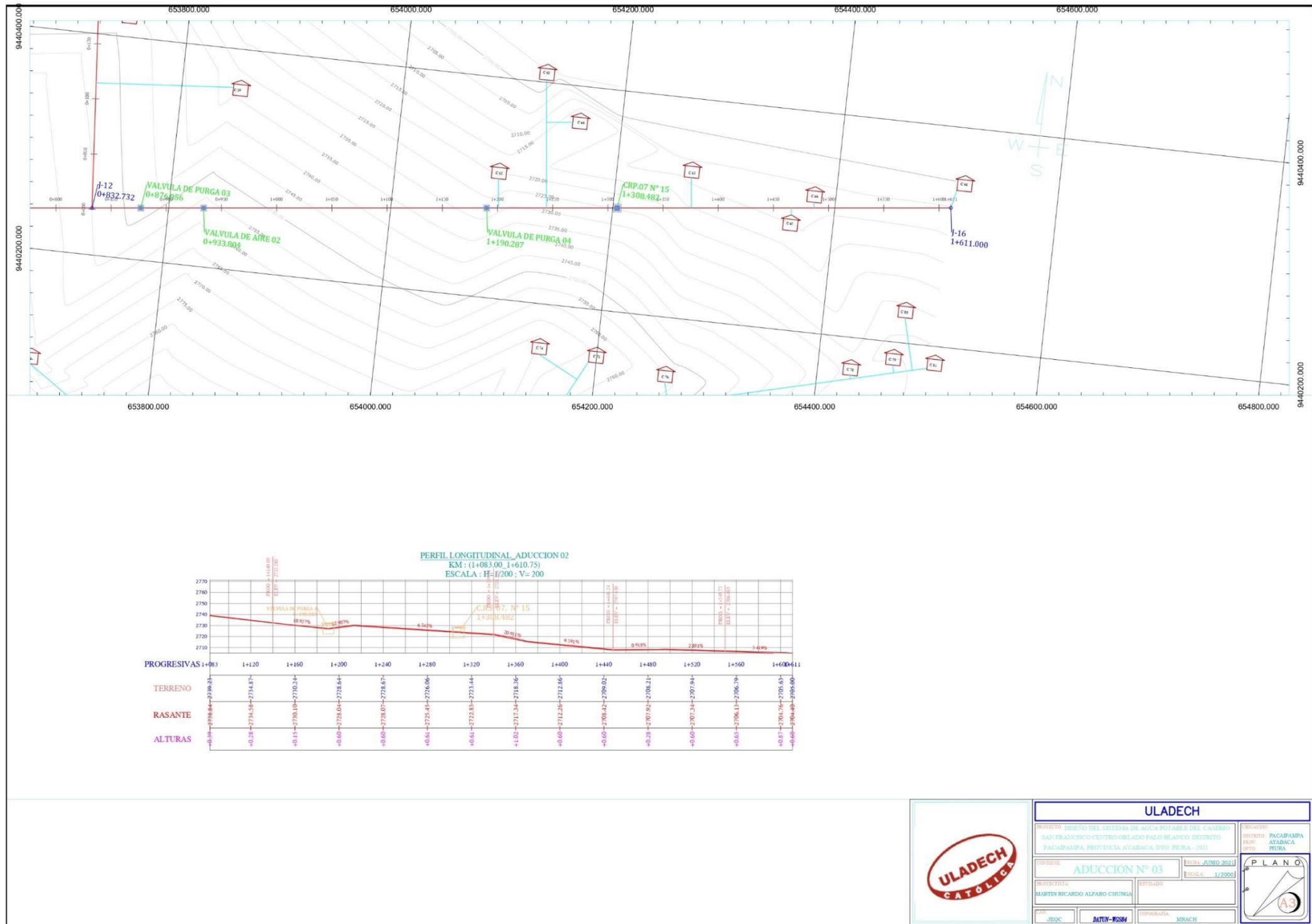
MAPA 7.Plano de Conducción.
 Fuente: elaboración propia.



MAPA 8.Plano de Aducción.
 Fuente: elaboración propia.

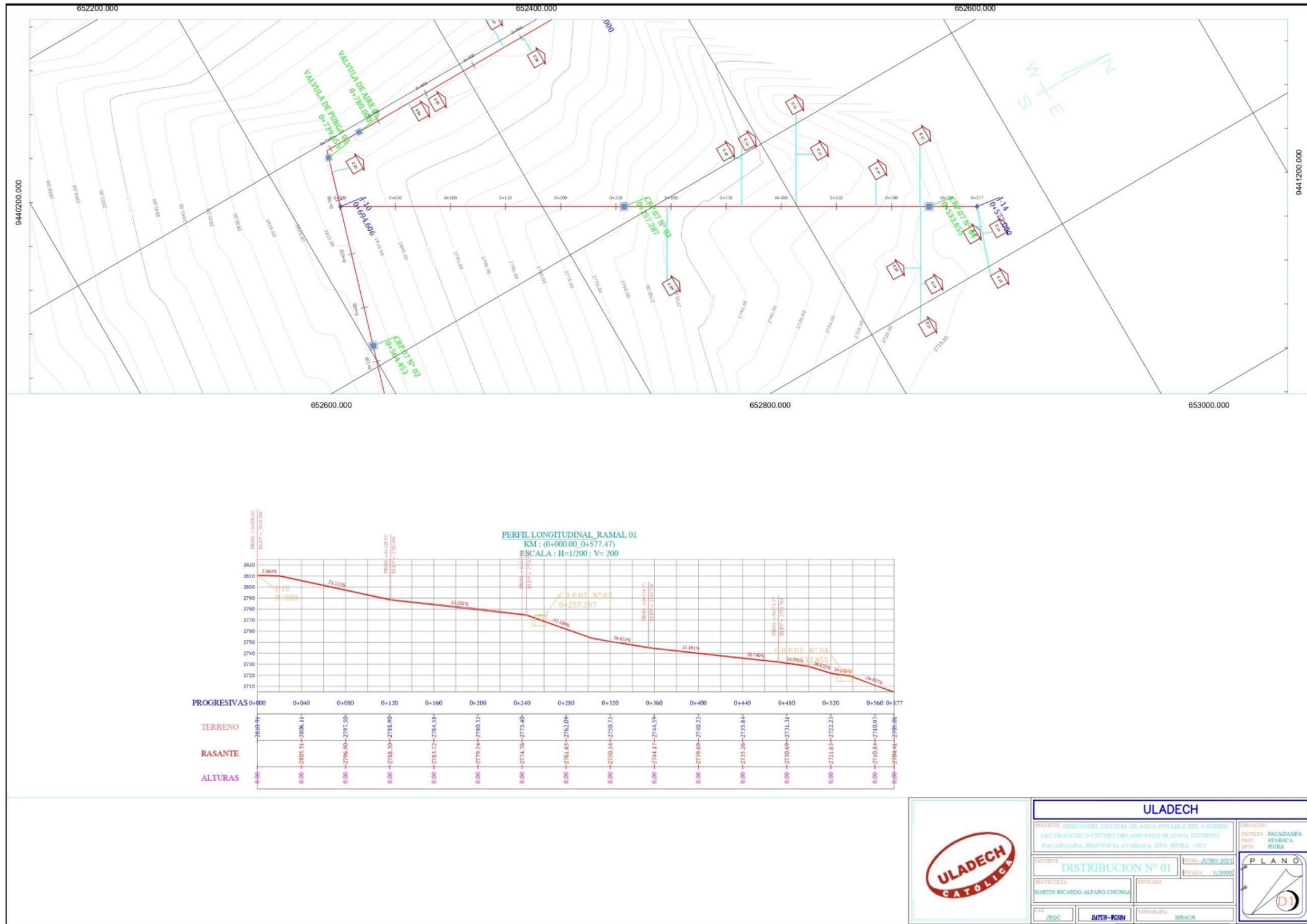


MAPA 9.Plano de Aduccion.
 Fuente: Elaboración Propia.

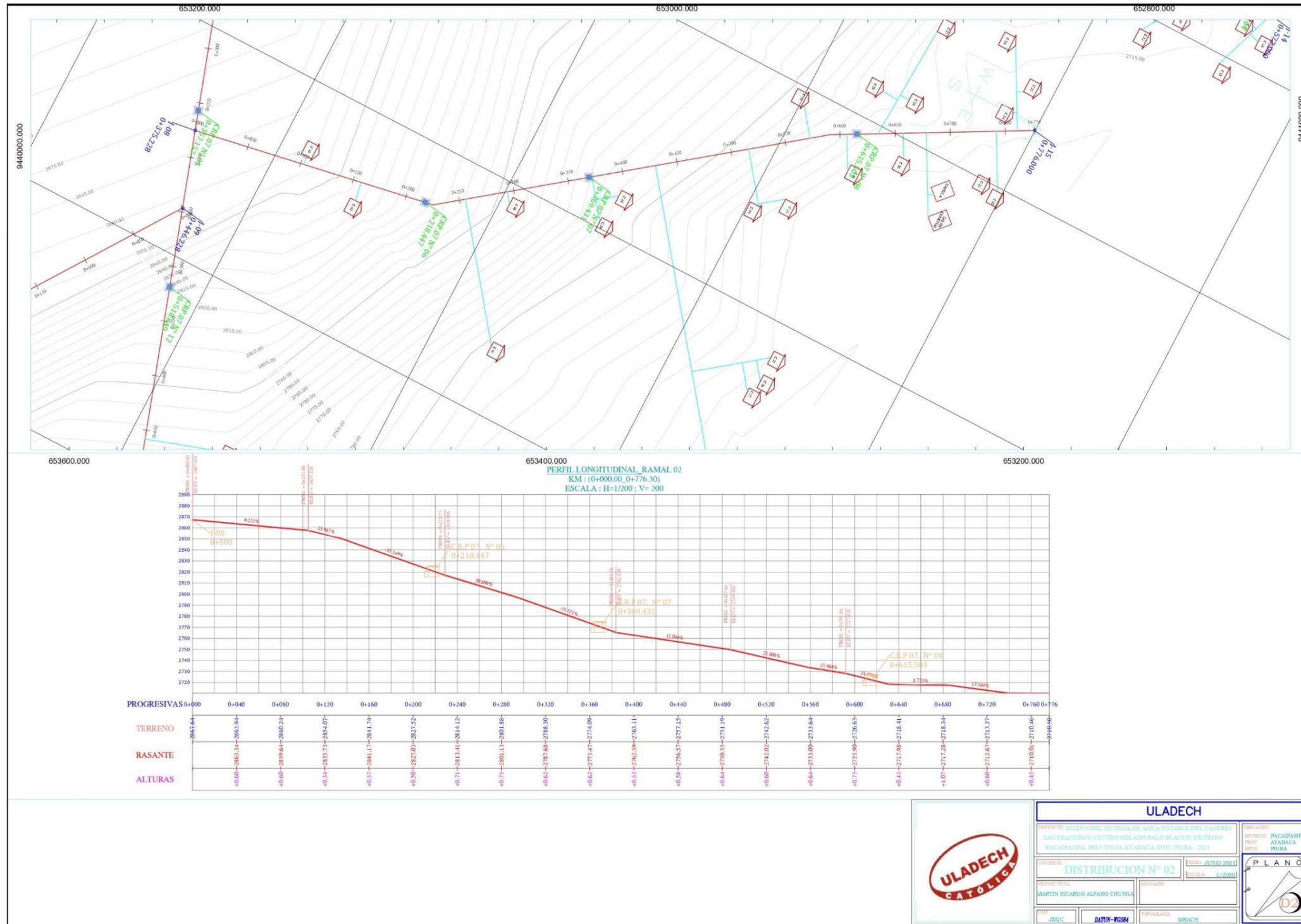


MAPA 10. Plano de Aduccion.

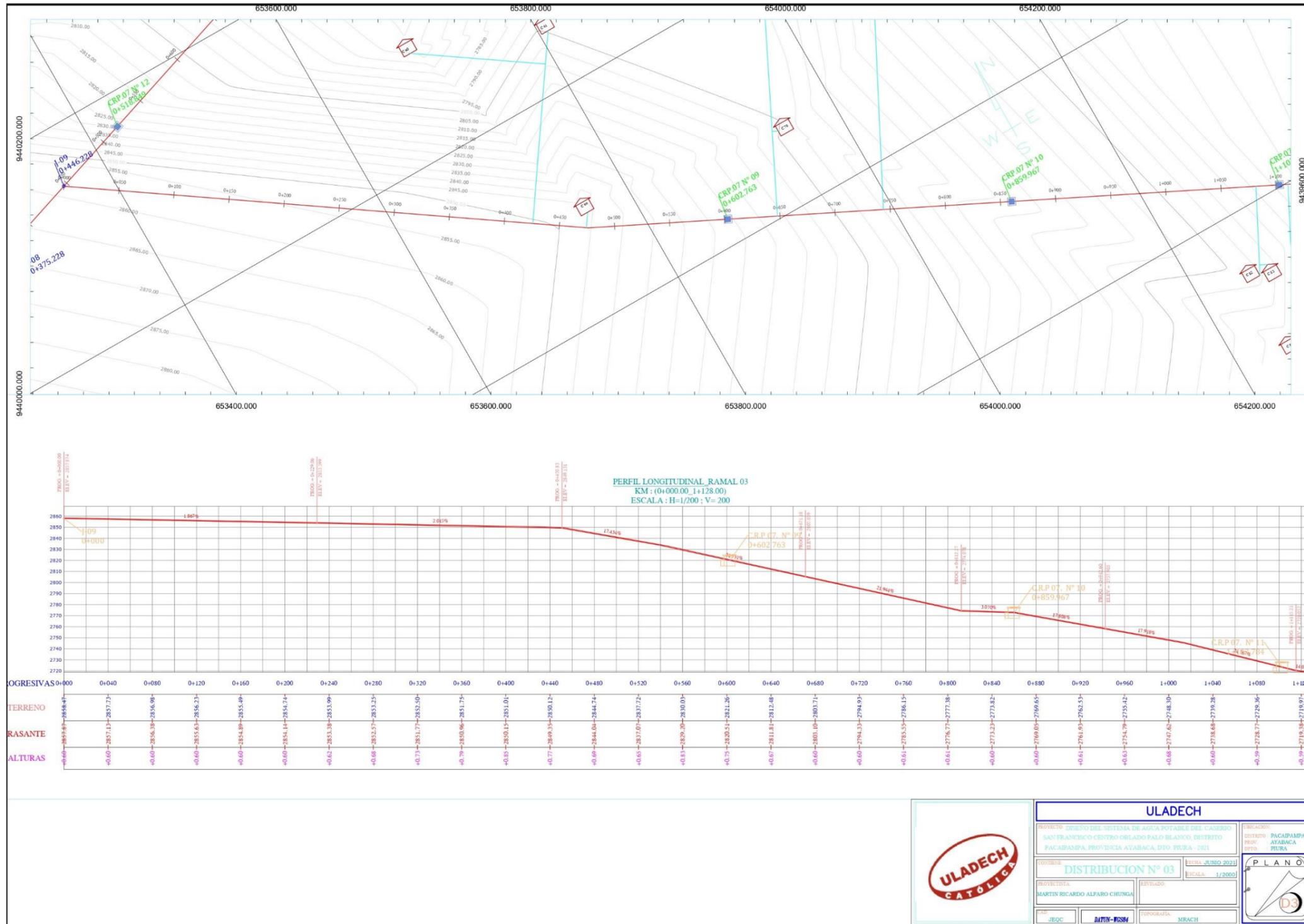
Fuente: elaboración Propia.



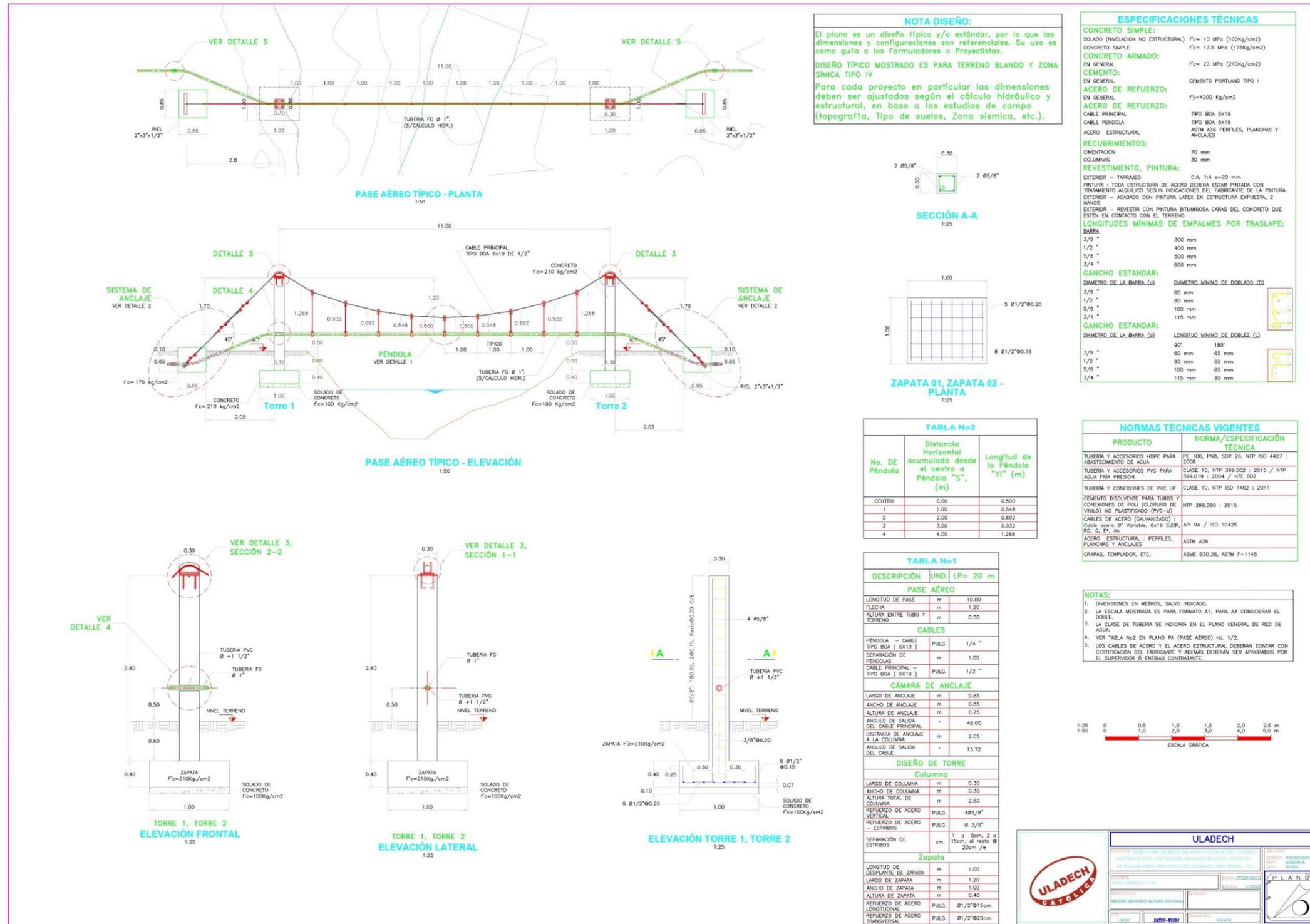
MAPA 11. Plano de distribución.
 Fuente : elaboración propia.



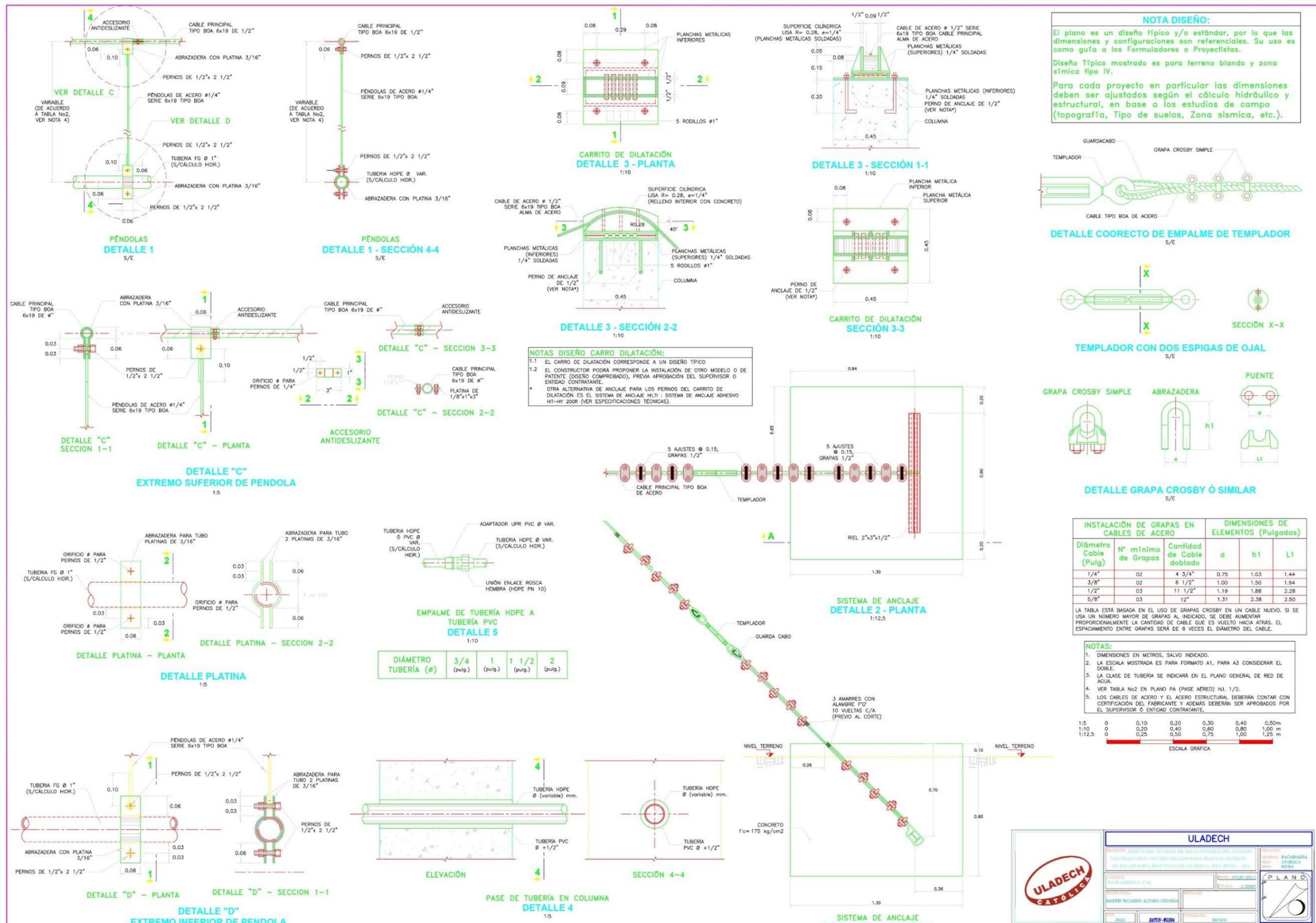
MAPA 12.Plano de distribución.
 Fuente: elaboración propia.



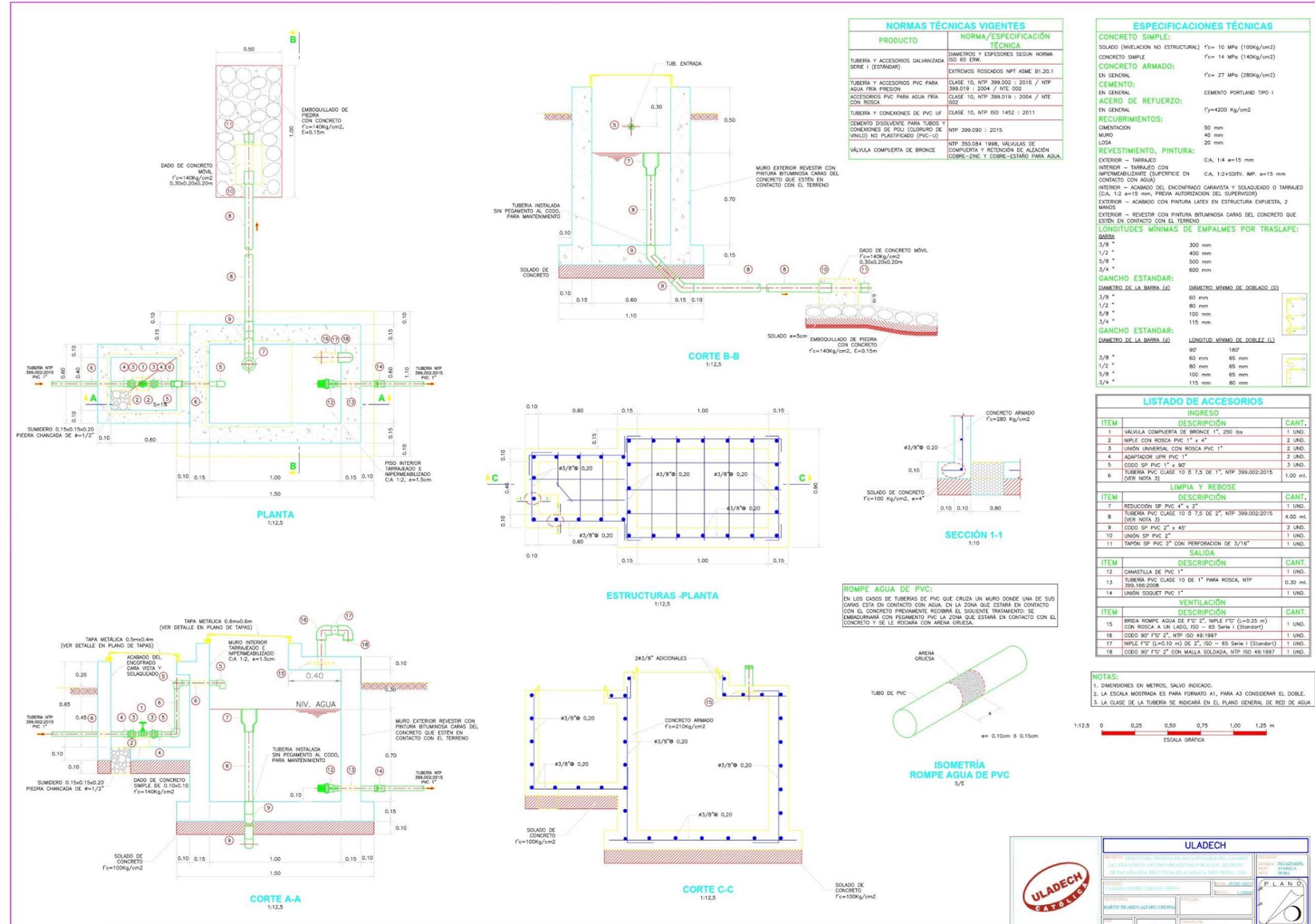
MAPA 13. Plano de distribución.
 Fuente: elaboración propia.



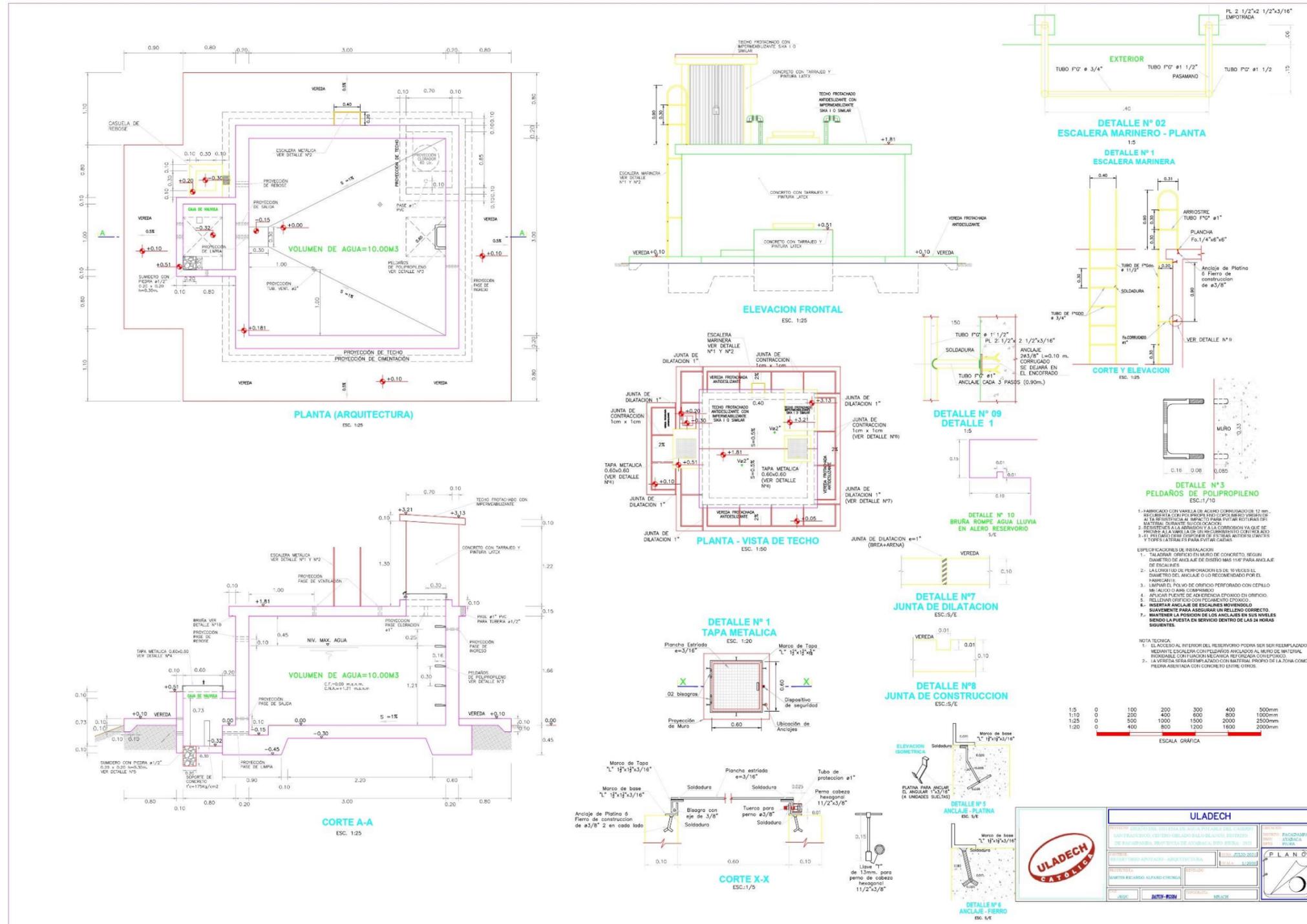
MAPA 14.Plano de pase aereo l = 11m
Fuente:elaboración propia.



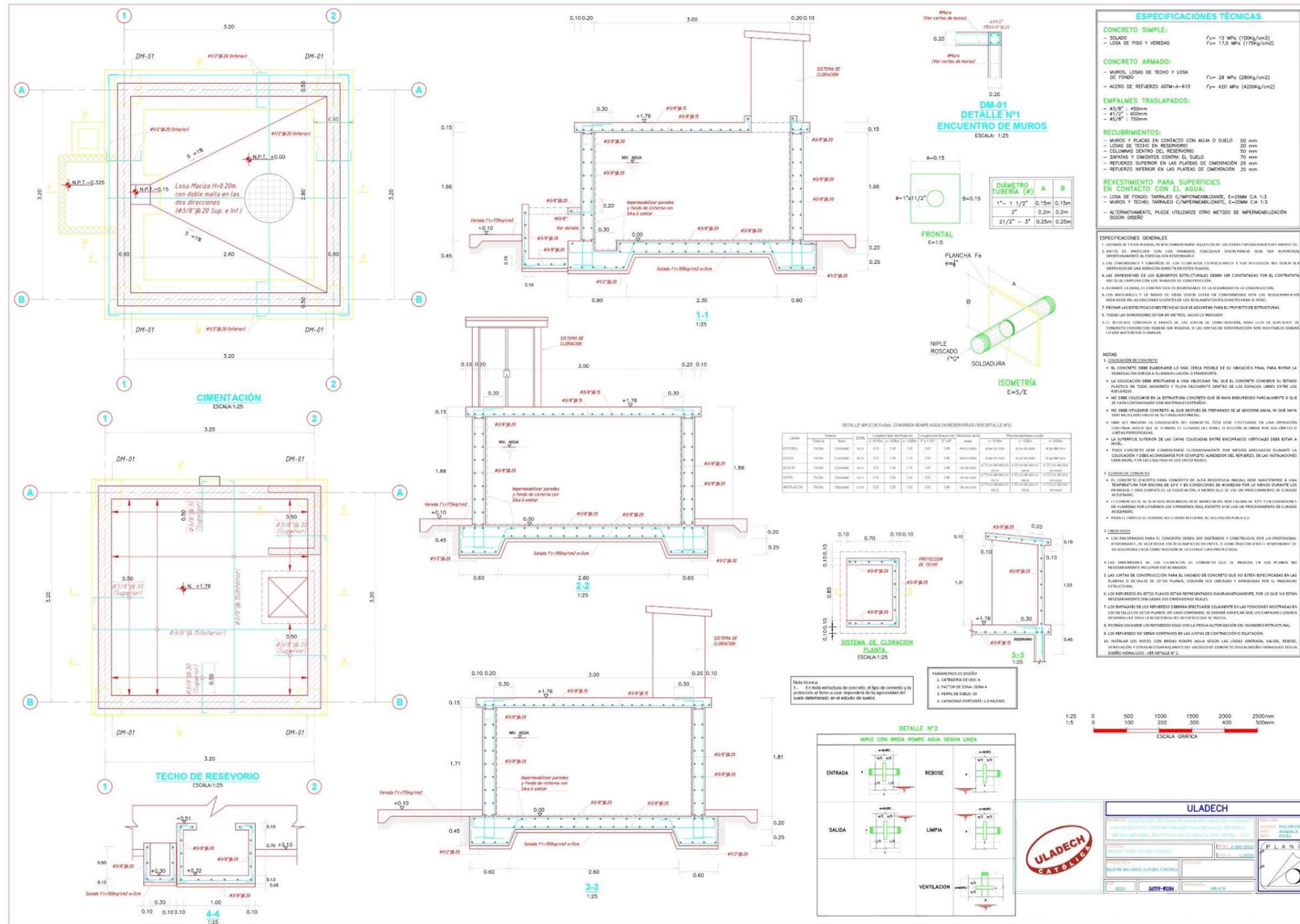
MAPA 15. Plano de Pase aereo l=37m
 Fuente:elaboración propia.



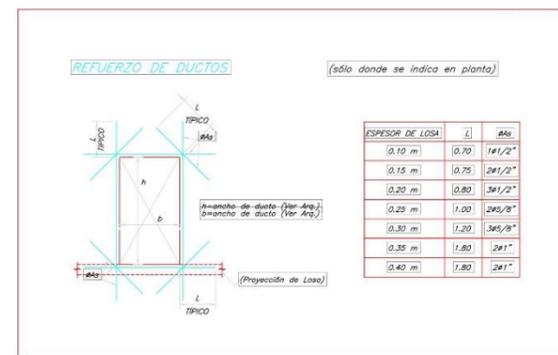
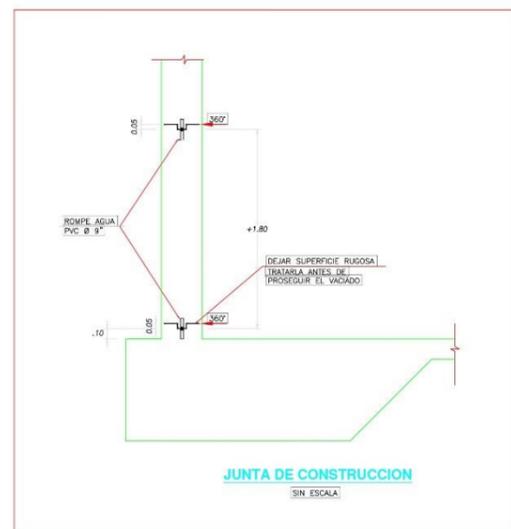
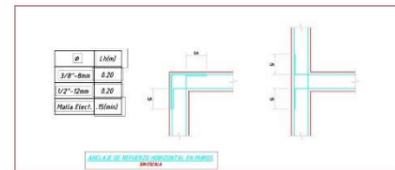
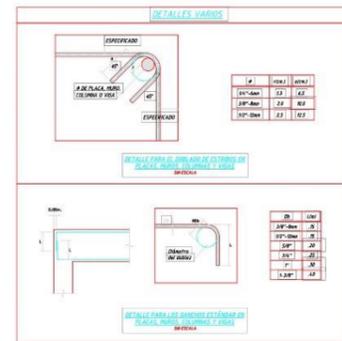
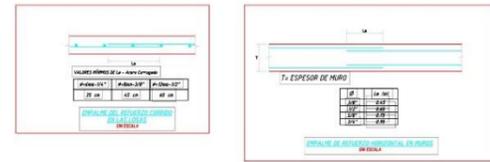
MAPA 16.Plano de Camara Rompe Presión.
 Fuente: elaboración propia.



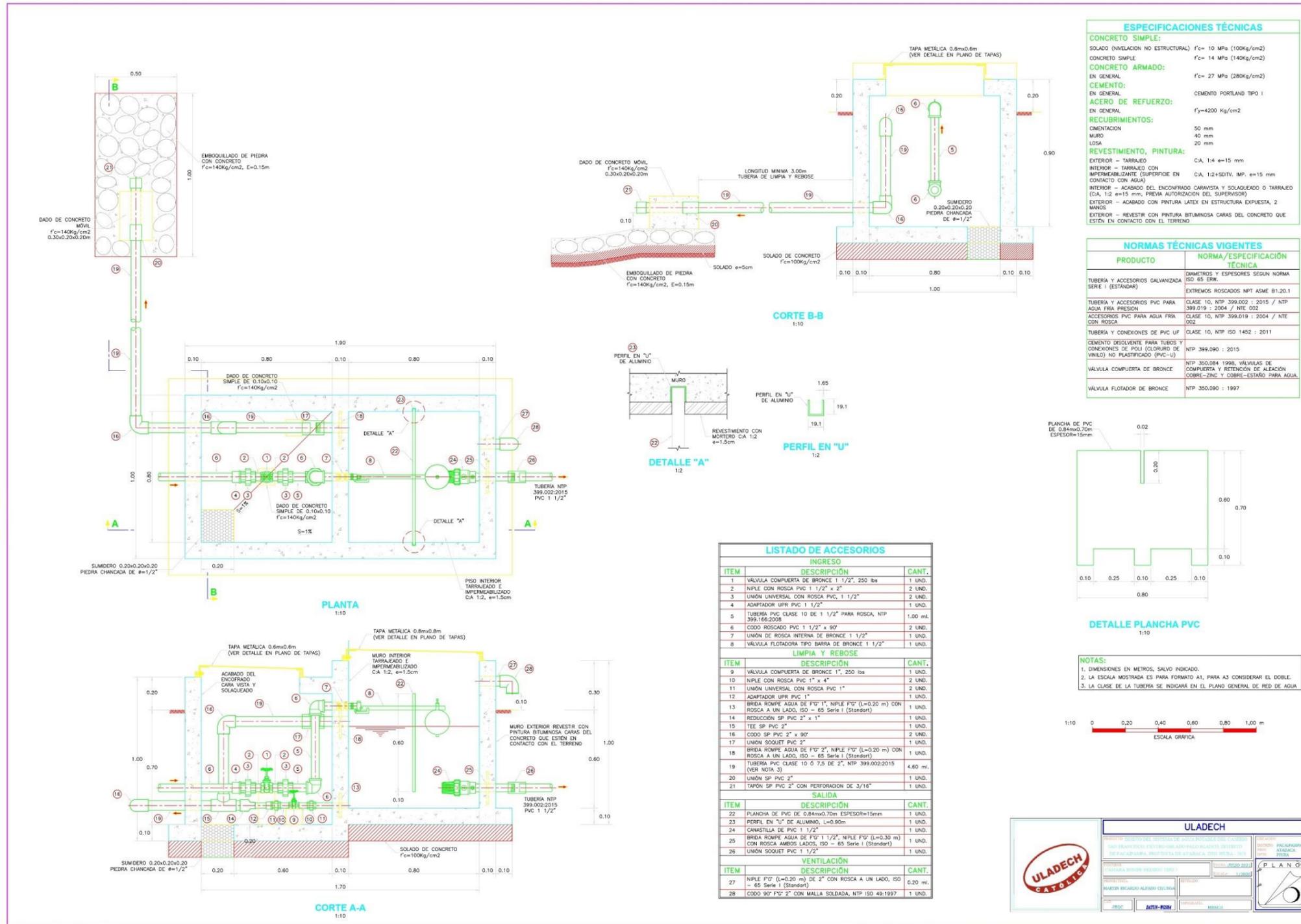
MAPA 17.Plano de Reservorio - Arquitectura.
Fuente: elaboración propia



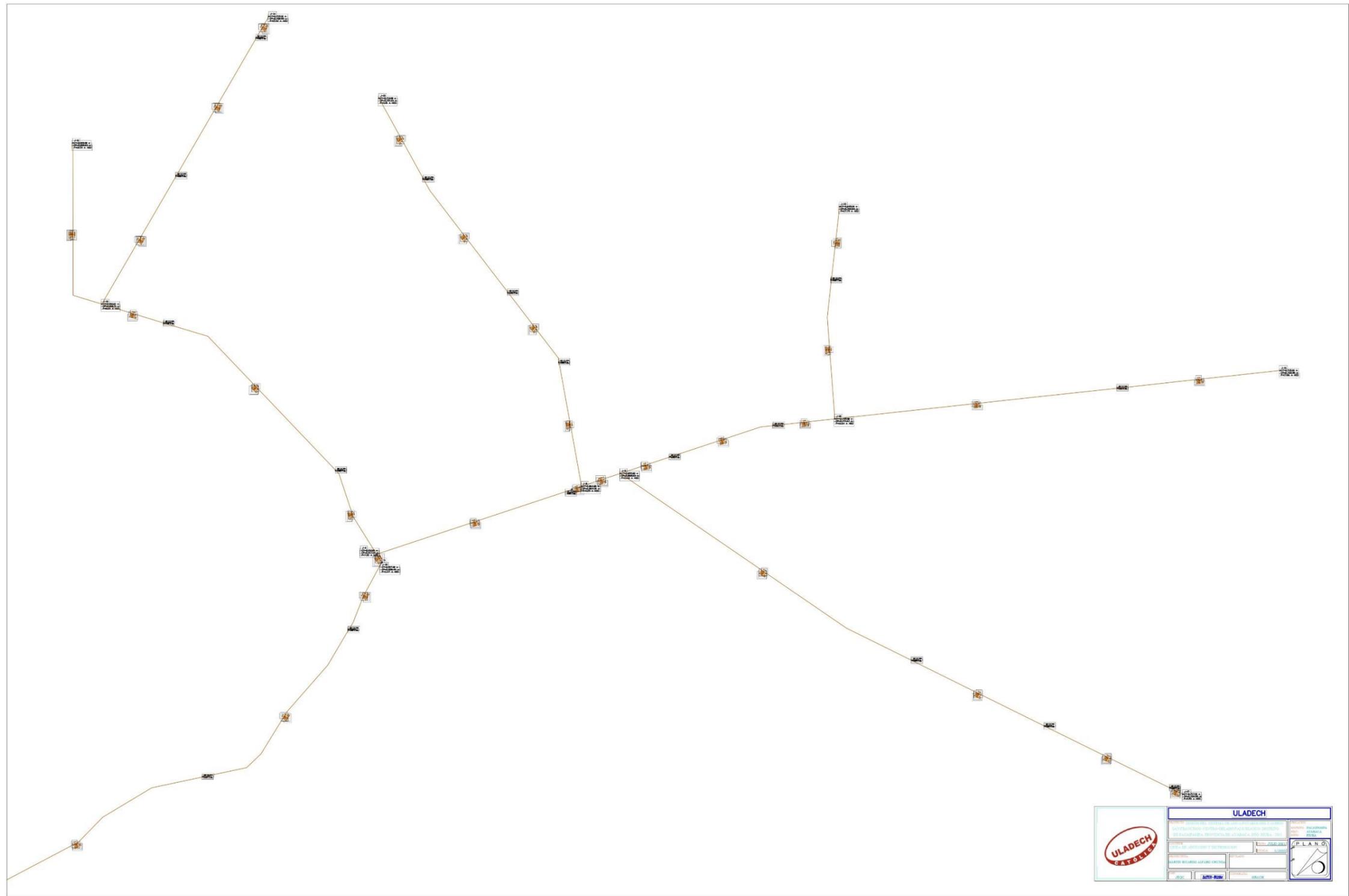
MAPA 18.Plano de Reservorio - Estructuras.
Fuente: elaboración propia.



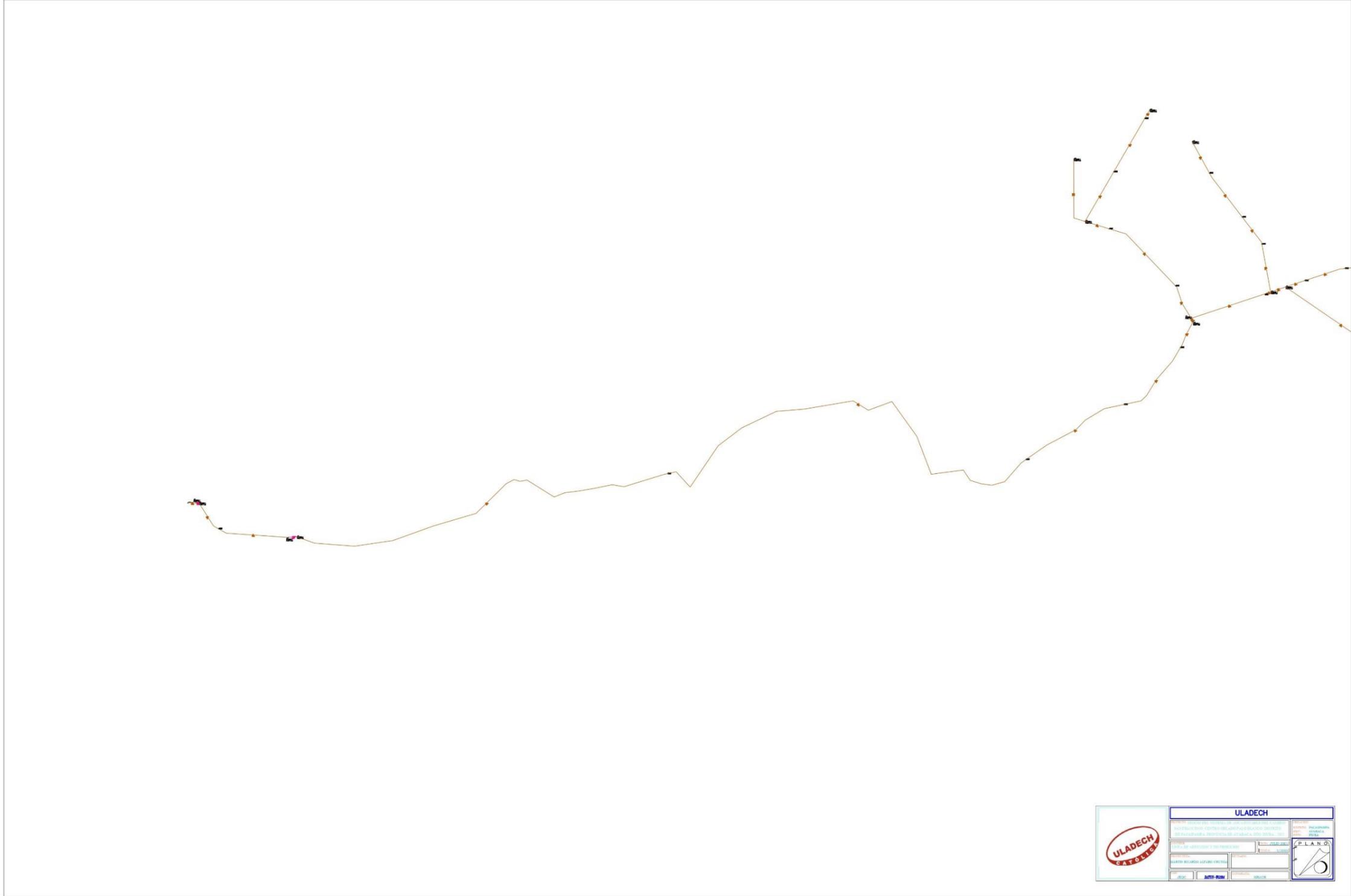
MAPA 19.Plano de Reservorio-Detalles.
Fuente: Elaboración Propia.



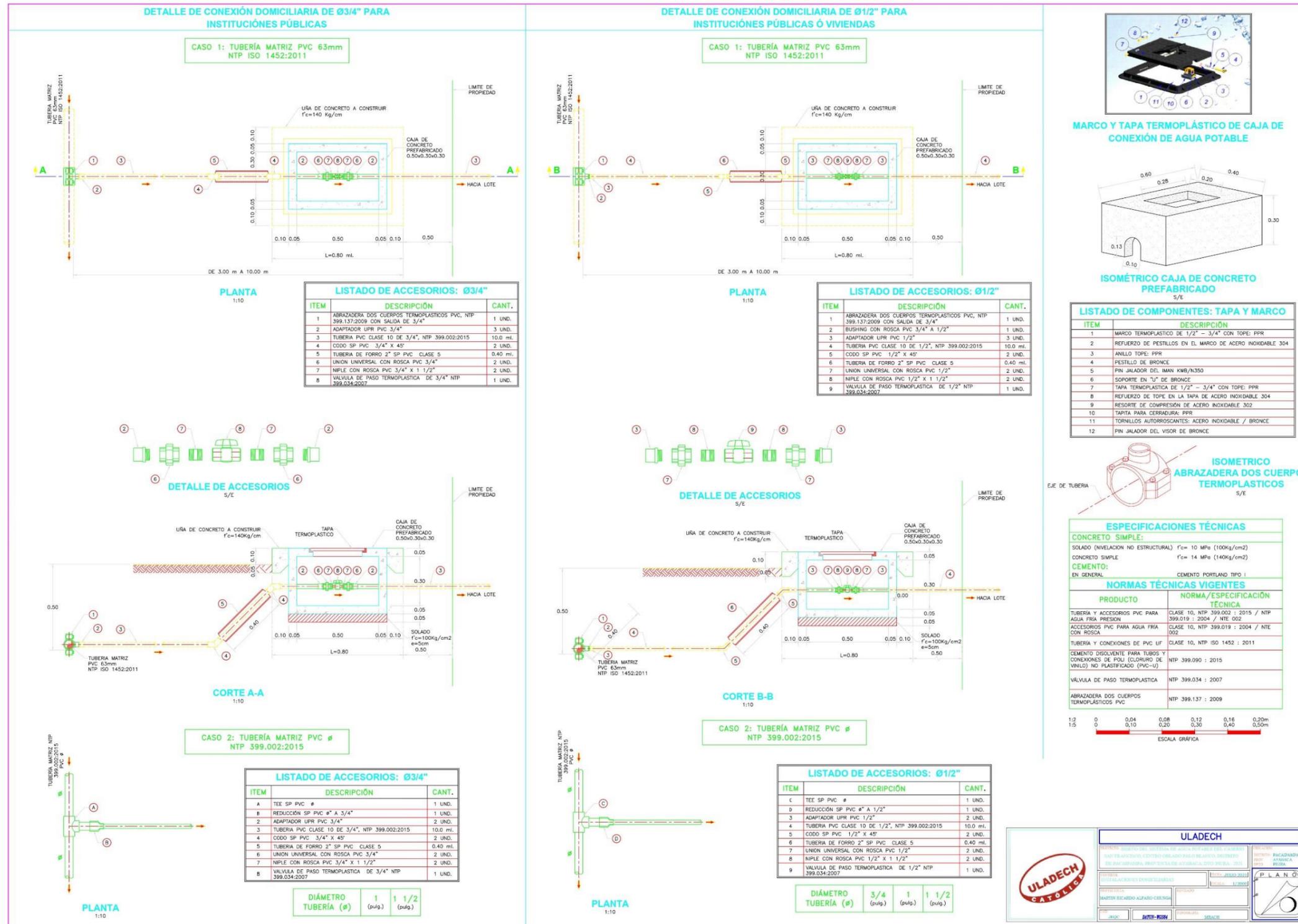
MAPA 20.Mapa de Camara Rompe Presion Tipo



MAPA 21. Plano de Aduccion y Distribucion WaterCad .
 Fuente: elaboración propia



MAPA 22.Mapa de Linea de conduccion WaterCad
 Fuente:elaboración propia.



ULADECH

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PERÚ

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TUBERÍA PARA INSTITUCIONES PÚBLICAS

AUTOR: RICARDO ALFARO CUBRILLO

FECHA: 11/09/2015

TÍTULO: PLAN 6

MAPA 23. Conexiones Domiciliarias.
Fuente: Elaboración propia.