



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ciencias Físicas
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos

“Diseño hidráulico del sistema de suministro para el sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío de Redención Nevati - Oxapampa”

MONOGRAFÍA TÉCNICA

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos

AUTOR

Carlos Enrique TEJEDA NUÑEZ

Lima, Perú

2018



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Tejeda, C. (2018). *Diseño hidráulico del sistema de suministro para el sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío de Redención Nevati - Oxapampa*. Monografía Técnica para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos. Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos, Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Hoja de metadatos complementarios

- **Código ORCID del autor:** No presenta
- **Código ORCID del asesor:** No presenta
- **DNI o pasaporte del autor:** 10161543
- **Grupo de investigación:** No presenta
- **Institución que financia la investigación:** No presenta
- **Ubicación geográfica donde se desarrolló la investigación:**
Caserío de Redención Nevati, Oxapampa, Perú
- **Año o rango de años que la investigación abarcó:**
31 octubre de 2017 a 31 julio de 2018



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA DE FLUIDOS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE MONOGRAFÍA TÉCNICA PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECANICO DE FLUIDOS POR LA MODALIDAD M3, SUFICIENCIA PROFESIONAL

Siendo las 21:00 horas del día martes 31 de julio del 2018 en el Auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos, bajo la presidencia del Ing. JOSÉ JUÁREZ CÉSPEDES y con la asistencia del Ing. REUTER ALIAGA DIAZ y del Ing. MIGUEL ARAMBULO MARIQUE miembros del Jurado Examinador de Monografía Técnica, de conformidad con la Resolución Rectoral N° 01934-R-02 que aprueba las diferentes modalidades de titulación profesional, se dio inicio a la Sesión Pública de Sustentación de Monografía Técnica en la que el Bachiller CARLOS ENRIQUE TEJEDA NUÑEZ puso a consideración del Jurado Examinador su trabajo de Monografía Técnica como parte de los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos por la Modalidad M3, Suficiencia Profesional.

El Presidente del Jurado Examinador dio lectura del Resumen del Expediente e invitó al Bachiller CARLOS ENRIQUE TEJEDA NUÑEZ, a realizar la exposición de su trabajo titulado "DISEÑO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO DE REDENCION NEVATI - OXAPAMPA" durante un tiempo de 30 minutos.

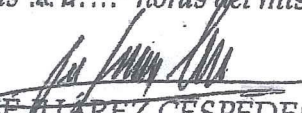
Concluida la exposición del candidato, y luego de las preguntas de rigor de parte del Jurado Examinador, el Presidente invitó al Bachiller a abandonar momentáneamente la sala de sesión para dar paso a la deliberación y calificación correspondiente. Se procedió a promediar la nota final obtenida en los cursos del Ciclo de Actualización Profesional (CAP), y el resultado se promedió a su vez con la nota de sustentación de la monografía para hallar el promedio final.


Al término de la deliberación del jurado, se invitó al candidato a regresar a la sala de sesión para dar lectura a la calificación final obtenida, la misma que fue:

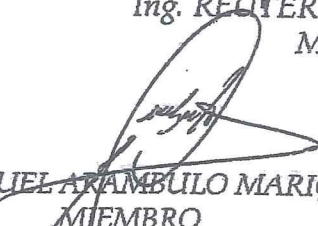
CATORCE (14)

El Presidente del Jurado Examinador, Ing. JOSÉ JUÁREZ CÉSPEDES, a nombre de la Nación y de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, declaró al Bachiller CARLOS ENRIQUE TEJEDA NUÑEZ Ingeniero Mecánico de Fluidos.

Siendo las 19:00 horas del mismo día, se levantó la sesión.


Ing. JOSÉ JUÁREZ CÉSPEDES
PRESIDENTE


Ing. REUTER ALIAGA DIAZ
MIEMBRO


Ing. MIGUEL ARAMBULO MARIQUE
MIEMBRO

Dedicatoria

Se lo dedico a mis padres por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

Agradecimientos

Agradezco a Dios porque me dio el don de la perseverancia para alcanzar mi meta.

A la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, por haberme abierto las puertas y ser una persona de bien y buen profesional.

A los catedráticos que con el pasar de los años se convirtieron en un ejemplo a seguir.

A mis compañeros ya que con ellos viví los buenos y malos momentos que solo se viven en la universidad decana de América.

Resumen

El diseño hidráulico para un sistema de abastecimiento de agua requiere un análisis completo y detallado, ya que el inadecuado dimensionamiento podría ocasionar el mal uso del recurso hídrico, produciéndose pérdidas económicas e insatisfacción en los usuarios del servicio. En la siguiente monografía técnica se detalla el diseño de un sistema de abastecimiento de agua, partiendo de un dato conocido que es el caudal máximo horario. En la presente, se diseñará una captación de manantial tipo ladera y concentrada, determinando las dimensiones de la cámara húmeda, punto de afloramiento, pantalla, canastilla y rebose; luego se calculará la tubería de conducción que unirá la salida de la captación con la Cisterna en donde se instalará un equipo de bombeo y una línea de impulsión que conducirán las aguas hacia un reservorio, desde donde se regulará la demanda de agua para la población.

Palabras clave: captación en manantial de ladera, línea de conducción, línea de impulsión, cisterna, abastecimiento de agua.

Tabla de Contenidos

CAPÍTULO 1 - INTRODUCCIÓN E INFORMACIÓN GENERAL	8
1.1. Introducción	8
1.2. Problemática y problema que solucionar	9
1.3. Objetivos de la monografía	10
1.3.1. Objetivo General	10
1.3.2. Objetivos específicos	10
1.4. Limitaciones del tema	10
1.5. Justificación	10
1.6. Antecedentes	11
CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTOS TEÓRICOS	12
2.1. Captación de manantial	12
2.1.1. Distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda	13
2.1.2. Ancho de la pantalla	14
2.1.3. Altura de la cámara húmeda	15
2.1.4. Canastilla	16
2.1.5. Tubería de rebose	17
2.2. Línea de conducción	18
2.2.1. Caudal de diseño	18
2.2.2. Diámetro de la tubería	18
2.3. Estación de bombeo	19
2.3.1. Cisterna	20
2.3.2. Línea de impulsión	20
2.3.3. Equipo de bombeo	23
CAPITULO 3 – DESARROLLO DEL TEMA	26
3.1. Condiciones iniciales	26
3.1.1. Descripción del área de estudio	26
3.1.2. Características básicas de la localidad	26
3.1.3. Estudios básicos en el área de estudio	27
3.2. Datos iniciales	28
3.2.1. Proyección poblacional	28
3.2.2. Caudales de diseño	28
3.3. Metodología de cálculo	28
3.4. Cálculos de ingeniería	29
3.4.1. Diseño de la captación	29
3.4.2. Diseño de la línea conducción	37
3.4.3. Diseño de la cisterna	38
3.4.4. Diseño de la línea de impulsión	40
3.5. Discusión de resultados	44
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46

Lista de tablas

Tabla 1 Coeficientes de fricción C	18
Tabla 2 Coeficientes de pérdida de carga K para singularidades	23
Tabla 3 Simulación horaria de la Cisterna.....	39
Tabla 4 Casos para elección del sistema de bombeo	45

Lista de figuras

Figura 1 Carga disponible y pérdida de carga	13
Figura 2 Distribución de los orificios de pantalla frontal	15
Figura 3 Altura total de la cámara húmeda.....	16
Figura 4 Canastilla de salida.....	17
Figura 5 Micro localización de la localidad	26
Figura 6 Vista en corte de la captación.....	36

CAPÍTULO 1 - INTRODUCCIÓN E INFORMACIÓN GENERAL

1.1. Introducción

En el diseño de sistemas de abastecimiento de agua, es importante seleccionar una adecuada fuente o una combinación de las mismas de tal manera que se pueda abastecer de agua a una población actual y futura, además el tipo de fuente y su ubicación respecto a la población implica en el diseño de las demás estructuras hidráulicas como son: líneas de conducción, cisternas, líneas de impulsión, etc. De acuerdo a la forma de abastecimiento se consideran tres tipos principales de fuentes: aguas de lluvia, aguas superficiales y aguas subterráneas.

Las captaciones en manantiales son una solución hacia los diversos problemas de abastecimiento de agua que existe en nuestro país, los manantiales se encuentran principalmente en terrenos montañosos o empinados, de difícil acceso muchas veces; en algunos casos es conveniente la captación en manantiales por su bajo costo respecto a otro tipo de fuente hídrica.

La presente Monografía técnica ilustra el diseño de una captación en manantial, una línea de conducción y una línea de impulsión con cisterna, cuyo objetivo es el de abastecer del recurso hídrico al caserío redención Nevati que está ubicado en la provincia de Oxapampa.

En la siguiente monografía se detallará el diseño de la captación en manantial específicamente de ladera, se especificará las tres partes con las que consta la captación, las cuales son: cámara húmeda, cámara seca y la protección del afloramiento, determinando las dimensiones adecuadas según los procedimientos planteados.

A su vez, en el presente trabajo, se detallará el dimensionamiento de la línea de conducción y la línea de impulsión, obteniendo el diámetro adecuado, las pérdidas de carga totales y la línea de gradiente hidráulica, asimismo se determinará las dimensiones de la cisterna.

1.2. Problemática y problema que solucionar.

La problemática fundamental en el caserío Redención Nevati es la falta de abastecimiento de agua en la población, que ocasiona aumento de enfermedades en la población más vulnerable y malestar en general.

Además, en abastecimientos de agua para poblaciones rurales es de suma importancia identificar la fuente principal del recurso hídrico de tal forma que se pueda aprovechar para el consumo de la población actual y futura, de ello depende el costo general del proyecto.

En la presente monografía se busca resolver el problema de abastecimiento de agua para la población Redención Nevati, utilizando para ello diseños de estructuras hidráulicas que sean viables, eficientes y económicas, sabiendo que la fuente principal del recurso hídrico a utilizarse se encuentra a aproximadamente 70m por debajo de la población.

1.3. Objetivos de la monografía

1.3.1. Objetivo General

Realizar el diseño de sistema de suministro para el sistema de abastecimiento de agua potable, que luego de su ejecución se logre mejorar el nivel de vida de la población del caserío Redención Nevati, Provincia De Oxapampa, Departamento De Pasco.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Realizar el diseño hidráulico de la captación.
2. Realizar el diseño hidráulico de la conducción.
3. Realizar el diseño hidráulico de la cisterna.
4. Realizar el diseño hidráulico de la línea de impulsión.

1.4. Limitaciones del tema

La presente monografía se limitará al diseño hidráulico de la captación, conducción y sistema de bombeo, se asumirá como valor conocido el caudal máximo diario para una población futura de 20 años, asimismo no se diseñará el reservorio ni la red de distribución.

1.5. Justificación

El desarrollo del presente trabajo busca optimizar el uso del recurso hídrico con diseños adecuados de estructuras hidráulicas que cumplan con los requerimientos técnicos mínimos. Para ello se detalla el diseño de cada estructura de tal forma que pueda servir como guía para futuros proyectos similares.

1.6. Antecedentes

El desarrollo de la presente monografía tiene como antecedentes a los siguientes documentos:

- Expediente técnico “Mejoramiento y Ampliación de los servicios de agua potable y saneamiento básico en el caserío Redención Nevati, distrito de Puerto Bermudez, Provincia de Oxapampa, Departamento de Pasco”, elaborado por Consorcio consultor Grupo N° 03, 2017
- Norma: Guía de opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural – Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017

CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Captación de manantial

Los manantiales se pueden definir como un lugar donde se produce el afloramiento natural de agua subterránea, se clasifican por su ubicación y su afloramiento; por su ubicación son de ladera o de fondo; y por su afloramiento son de tipo concentrado o difuso.

En los manantiales de ladera el agua aflora en forma horizontal, mientras que en los de fondo el agua aflora en forma ascendente hacia la superficie.

Una captación de manantial en ladera y concentrada consta de tres partes: la primera, corresponde a la protección del afloramiento; la segunda, a una cámara húmeda para regular el gasto a utilizarse; y la tercera, a una cámara seca que sirve para proteger la válvula de control. El compartimiento de protección de la fuente consta de una losa de concreto que cubre toda la extensión del área adyacente al afloramiento de modo que no exista contacto con el ambiente exterior, quedando así sellado para evitar la contaminación. Junto a la pared de la cámara existe una cantidad de material granular clasificado, que tiene por finalidad evitar el socavamiento del área adyacente a la cámara y de aquietamiento de algún material en suspensión. La cámara húmeda tiene una canastilla de salida para conducir el agua requerida y un cono de rebose para eliminar el exceso de producción de la fuente.

A continuación, se mencionan los criterios de diseño para dimensionar una captación en Manantial en ladera.

2.1.1. Distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda

Para determinar la distancia entre el 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), para ello se utilizarán las siguientes ecuaciones:

$$h_0 = 1.56 \frac{V_2^2}{C_d} \quad (2.1)$$

Donde h_0 es la carga necesaria sobre el orificio de entrada que permite producir la velocidad de pase, en m; V_2 es la velocidad de pase, en m/s; C_d es el coeficiente de descarga en el punto 1.

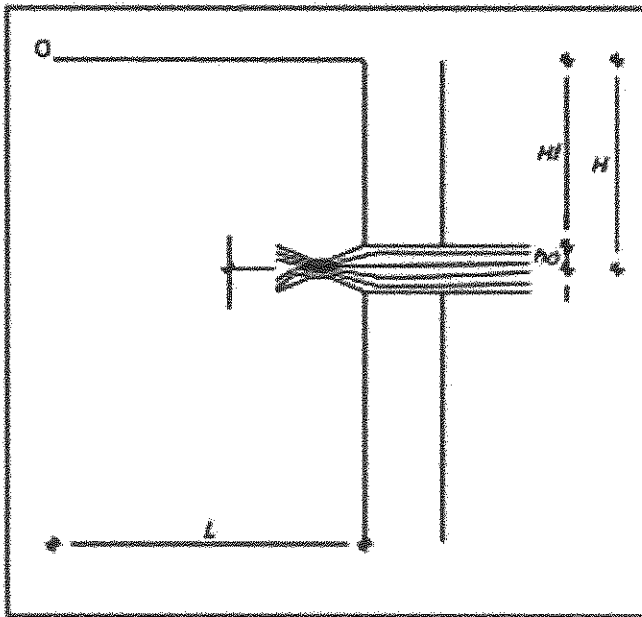


Figura 1 Carga disponible y pérdida de carga

Fuente: Guía para el diseño y construcción de captación de manantiales – OPS, Lima, 2004

Además de la Figura 1 se puede mencionar que:

$$H = H_f + h_0 \quad (2.2)$$

Donde H_f es la pérdida de carga que servirá para determinar la distancia entre el afloramiento y la caja de captación, en m.

Finalmente, la distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda (L) se obtiene de la siguiente expresión:

$$L = \frac{H_f}{0.30} \quad (2.3)$$

2.1.2. Ancho de la pantalla

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.

$$Q_{max} = V \times A \times C_d \quad (2.4)$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \quad (2.5)$$

Donde Q_{max} es el caudal máximo de la fuente, en l/s; V es la velocidad de paso, en m/s; A es el área de la tubería, en m²; C_d es el coeficiente de descarga; g es la aceleración de la gravedad, en m/s²; h es la carga sobre el centro del orificio, en m

Número de orificios

Se recomienda usar diámetros (D) menores o iguales a 2", para el caso de diámetros mayores, el número de orificios es:

$$NA = \frac{\text{Área del diámetro calculado}}{\text{Área del diámetro asumido}} + 1 \quad (2.6)$$

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 Figura 2

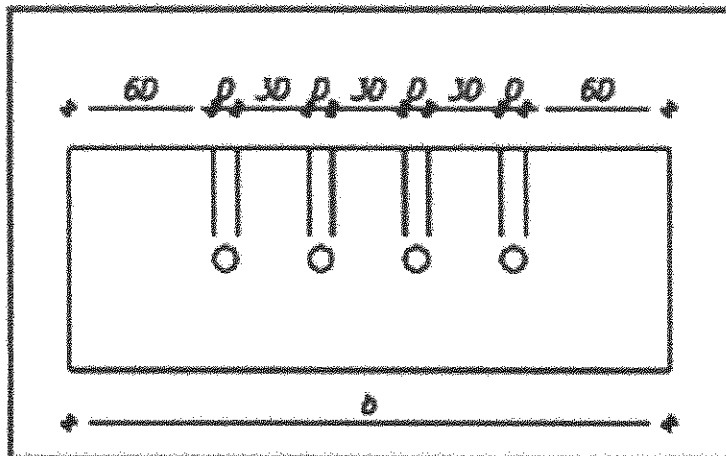


Figura 2 Distribución de los orificios de pantalla frontal

Fuente: Guía para el diseño y construcción de captación de manantiales – OPS, Lima, 2004

Finalmente, el ancho de la pantalla (b) se calcula con la expresión siguiente:

$$b = 9D + 4NA \times D \quad (2.7)$$

Donde D es el diámetro del orificio, en m; b el ancho de la pantalla, en m; NA es el número de orificios.

2.1.3. Altura de la cámara húmeda

La altura total de la cámara húmeda (ver Figura 3) se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$H_t = A + B + H + D + E \quad (2.8)$$

Donde A se considera una altura mínima permite la sedimentación de la arena, en m; B es el diámetro de salida, en m; H es la altura de agua sobre la canastilla, en m; D es el desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua del afloramiento y el nivel del agua de la cámara húmeda, en m; E es el borde libre, en m.

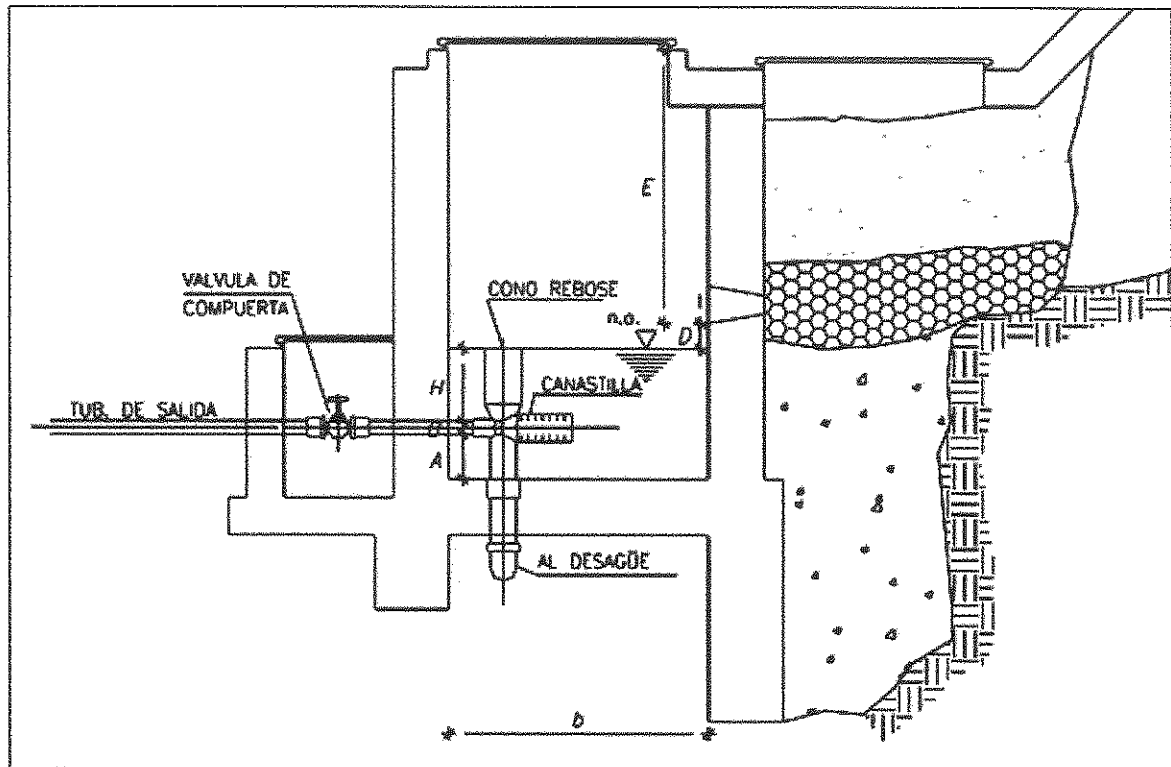


Figura 3 Altura total de la cámara húmeda

Fuente: Guía para el diseño y construcción de captación de manantiales – OPS, Lima, 2004

La carga requerida para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción se determina mediante la siguiente ecuación:

$$H = 1.56 \frac{V^2}{2g} \quad (2.9)$$

Donde H es la carga requerida, en m; V es la velocidad promedio en la salida de la tubería de la línea de conducción, en m/s; g es la aceleración de la gravedad, en m/s².

Se recomienda una altura mínima de $H = 30 \text{ cm}$

2.1.4. Canastilla

El dimensionamiento se realiza con las consideraciones siguientes:

- El diámetro de la canastilla debe ser dos veces el diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción (D_c).
- El área total de ranuras (A_t) sea el doble del área de la tubería de la línea de conducción.
- La longitud de la canastilla (L) sea mayor a $3D_c$ y menor de $6D_c$.

$$A_t = 2A_c \quad (2.10)$$

$$A_t = \frac{\pi D_c^2}{4} \quad (2.11)$$

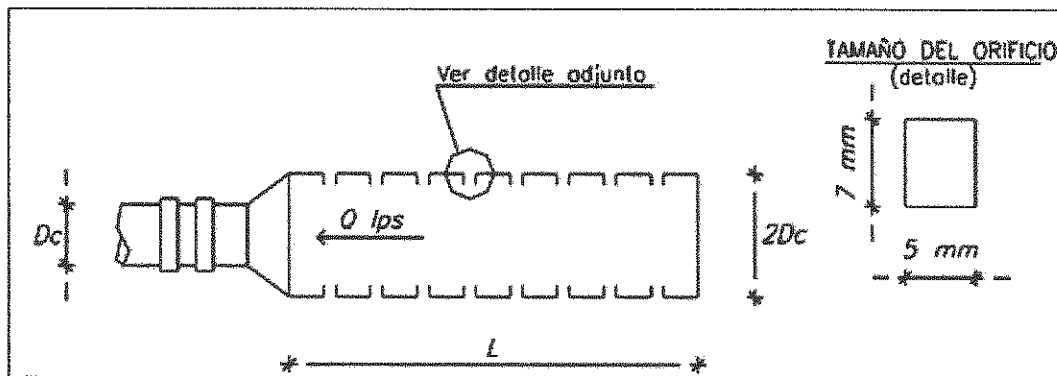


Figura 4 Canastilla de salida

Fuente: Guía para el diseño y construcción de captación de manantiales – OPS, Lima, 2004

El número de ranuras se determina con la expresión siguiente:

$$N^{\circ} \text{ ranuras} = \frac{\text{Área total de ranuras}}{\text{Área de ranuras}} + 1 \quad (2.12)$$

2.1.5. Tubería de rebose

El diámetro de la tubería se calcula mediante la ecuación de Hazen y Williams (para $C=140$), considerando pendientes de 1 y 1.5%

$$D = \frac{0.71 Q^{0.38}}{S^{0.21}} \quad (2.13)$$

Donde D es el diámetro de la tubería, en pulgadas; Q es el caudal máximo de la fuente, en l/s; S es la pérdida de carga unitaria, en m/m

2.2. Línea de conducción

Para este caso en particular, la línea de conducción funcionará a presión. Se trata de utilizar al máximo la energía disponible para conducir el caudal deseado, para determinar la selección del diámetro mínimo que permita presiones iguales o menores a la resistencia física que el material de la tubería soporte.

2.2.1. Caudal de diseño

Para este caso en particular, el sistema de suministro de agua se diseñará para conducir el volumen de agua requerido en un día máximo de consumo, es decir, Q_{md} (caudal máximo diario).

2.2.2. Diámetro de la tubería

Para el cálculo del diámetro de la tubería se utilizará la fórmula de Hazen y Williams, ésta es válida para tuberías con comportamiento hidráulico rugoso.

La ecuación de Hazen y Williams viene dada como:

$$Q = 0.0004264CD^{2.64}hf^{0.54} \quad (2.14)$$

Donde Q es el caudal, en l/s; C es el coeficiente de Hazen-Williams, en $(\text{pie})^{1/2}/\text{seg}$; D es el diámetro de la tubería, en pulg; hf es la pérdida de carga unitaria, en m/Km.

Según el tipo de material de tubería a utilizar en una línea de conducción, los valores del coeficiente C se muestran en la Tabla 1

Tabla 1 Coeficientes de fricción C para diversos tipos de tuberías

<i>Tipo de tubería</i>	<i>C</i>
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
Polietileno, Asbesto Cemento	140
Policloruro de vinilo (PVC)	150

Fuente: Agua potable para poblaciones rurales, Rogier Agüero Pittman

2.3. Estación de bombeo

Son un conjunto de estructuras civiles, equipos electromecánicos, tuberías y accesorios, que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsan a un reservorio de almacenamiento.

Su ubicación será en zonas estables, seguras y protegidas contra peligros de inundaciones y deslizamientos, asimismo debe tener una ventilación que permita la renovación constante del aire, así como contar con iluminación natural o artificial de mediana intensidad.

En general una estación de bombeo tendrá forma en planta rectangular. Todos los comportamientos deberán ser accesibles, debiendo tener capacidad para poder extraer o introducir los equipos instalados en caso de avería o sustitución.

Los componentes principales a ser diseñados son la potencia del equipo de bombeo y el volumen de la cisterna, todo ello en base a caudales de diseño.

Para el diseño de las estaciones de bombeo, deben determinarse dos caudales:

- Caudal de ingreso desde la fuente de agua.

- Caudal de bombeo: el equipo de bombeo y tubería de impulsión deben ser calculados con base en el caudal máximo diario y el número de horas de bombeo.

2.3.1. Cisterna

Si el rendimiento de la fuente no es suficiente para suministrar el caudal de bombeo, debe diseñarse la cámara de bombeo para paliar este déficit, realizando un balance o diagrama de masas considerando el caudal mínimo de la fuente de agua o el caudal de bombeo, o bien, considerando el volumen que se requiere para almacenar el caudal máximo diario, para el periodo más largo de descanso de las bombas, mediante la siguiente relación:

$$Va = Q_{md}T \quad (2.15)$$

Donde Va es el volumen de almacenamiento para bombeo, en m^3 ; Q_{md} es el caudal máximo diario, en m^3/s ; T es el tiempo más largo de descanso de las bombas, en s.

2.3.2. Línea de impulsión

En un sistema por bombeo, en donde la tubería que conduce el agua lo hace desde una cota inferior hasta una cota superior.

2.3.2.1 Diámetro de la tubería

Un primer paso en la determinación del diseño de la línea de impulsión es la elección del diámetro de la tubería, para esto se utiliza una fórmula empírica conocida como la fórmula de Bresse para bombes discontinuos:

$$D = 0.5873N^{0.25}\sqrt{Q_b} \quad (2.16)$$

Donde D es el diámetro interior aproximado, en m; N es el número de horas de bombeo al día; Q_b es el caudal de bombeo, en m³/s.

2.3.2.2 Velocidad media del flujo

Establecido el diámetro de diseño, si este no es comercial se determina la velocidad media del flujo en la tubería escogiendo para esto el diámetro inmediato superior comercial y utilizando la ecuación de continuidad tenemos:

$$V = \frac{4Q_b}{\pi D_c^2} \quad (2.17)$$

Donde D_c es el diámetro interior comercial de la sección transversal de la tubería, en m; Q_b es el caudal de bombeo igual al caudal de diseño, en m³/s.

Si la velocidad no se encuentra dentro de los rangos permitidos para líneas de impulsión (1.2 m/s < V < 2 m/s) que son definidos en la sección de criterios y parámetros de diseño, el diámetro se cambia a uno en el cual se cumpla estas exigencias.

2.3.2.3 Pérdida de carga en tuberías

Las pérdidas de carga que se presentan en las líneas de Impulsión se dividen básicamente en dos tipos: pérdidas de carga por fricción y pérdida de carga local.

2.3.2.3.1 Pérdida de carga por fricción

Obtenido la velocidad de flujo se procede al cálculo de la pérdida de carga por fricción en la línea utilizando para esto la ecuación de Hazen-Williams expresada como sigue:

$$Q_b = 0.2785 \cdot C \cdot D_c^{2.63} S^{0.54} \quad (2.18)$$

$$S = \left(\frac{Q_b}{0.2785 \cdot C \cdot D_c^{2.63}} \right)^{1.85} \quad (2.19)$$

$$H_f = S \times L \quad (2.20)$$

Dónde Q_b es el caudal de bombeo, en m^3/s ; C es el coeficiente de Hazen-Williams; S es la pendiente de la línea de energía o gradiente Hidráulico, en m/m ; H_f es la pérdida de carga por fricción, en m ; L : es la longitud de tubería con diámetro constante, en m .

Estas ecuaciones permitirán determinar la velocidad media y la pérdida de carga por fricción nos dan la posibilidad de identificar, para un diámetro determinado con una clase de tubería seleccionada, si estamos dentro de los intervalos establecidos según los criterios y parámetros de diseño estandarizados para flujo en tuberías. Estos criterios están relacionados a la velocidad del flujo y a la capacidad de carga que la tubería puede soportar incluyendo la sobrepresión que resulta de un fenómeno denominado golpe de ariete el cual está condicionado al tiempo de cierre de las válvulas de control de flujo a la salida de la bomba por corte súbito de la energía. Lo anterior nos sirve como un instrumento de decisión para descartar o confirmar que el diámetro determinado para el caudal de bombeo sea el adecuado según los criterios de diseño para las condiciones de trabajo optimas en la tubería evitando que se originen pérdidas de carga superiores a las que se requerirían para la conducción del flujo.

2.3.2.3.2 Pérdida de carga local

Además de la pérdida de carga por fricción también se presenta en la línea de impulsión pérdidas de carga denominadas locales producto del paso de flujo a través de los accesorios instalados en la línea y/o al cambio de dirección y/o sección en sus tramos. La determinación de las pérdidas locales es evaluada, sólo en el caso de ser necesarias por la cantidad de accesorios o velocidades altas en la línea.

Para esta evaluación se utiliza el teorema de Borde-Belanger.

$$H_i = \sum k \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (2.21)$$

Donde k depende del accesorio por donde transita el flujo, así como se observa en la Tabla 2 (codos, válvulas, entradas, salidas, reducciones, tees, yes, uniones, etc.)

Tabla 2 Coeficientes de pérdida de carga K para singularidades

Accesorio	Coefficiente K
Codo 90°	0.9
Válvula de pie	2.5
Llave de compuerta abierta 50%	5.6
Llave de compuerta abierta 75%	1.15
Llave de compuerta abierta 100%	0.19
Válvula de globo abierta	10
Válvula de no retorno	2.5
Contracción brusca	0.42
Expansión brusca	0.92
Tee	1.8
Codo 45°	0.42
Codo cuadrado	1.8

Fuente: Hidráulica de tuberías – Juan Saldarriaga, 1998

2.3.2.4 Altura dinámica total

Se define como la suma de la Altura Estática, que es la diferencia de cotas que existe entre el inicio y el final del bombeo, y las pérdidas totales.

$$\text{Altura dinámica total (HDT)} = \text{Altura estática} + \text{Pérdidas totales} \quad (2.22)$$

2.3.3. Equipo de bombeo

Establecidas las pérdidas se procede a calcular la potencia necesaria para impulsar la columna de agua desde la cisterna al reservorio.

Para esto es necesario conocer ciertos parámetros como:

Caudal de bombeo (Qb): Es aquel caudal requerido para abastecer al reservorio y que es producido por el pozo con un cierto descenso en el nivel de agua respecto del nivel estático cuando se realiza la extracción del acuífero. A este nivel de descenso se le denomina nivel dinámico y se obtiene de las pruebas de bombeo que se realiza al pozo antes de la puesta en operación.

Altura de impulsión: Se obtiene por la diferencia de niveles entre la llegada de las aguas en el reservorio y el eje de la bomba más las pérdidas de carga (fricción y locales) de dicho tramo.

Altura de succión: Se obtiene por la diferencia de niveles entre el eje de la bomba y el nivel mínimo del agua en la fuente (nivel dinámico del pozo) más las pérdidas de carga del tramo (fricción y locales). La altura de succión está condicionada por el valor de la presión barométrica en el lugar de instalación del equipo y de la presión que se origina en la entrada del impulsor el cual debe ser mayor a la presión de evaporación del agua para que no se produzca el fenómeno de cavitación, que causa en los alabes del impulsor impactos que pueden provocar su destrucción en las zonas donde ello ocurre.

2.3.3.1 Potencia de consumo

La Energía que requiere la bomba para su normal funcionamiento es conocida como Potencia de Consumo (Pc) y es calculada por la expresión:

$$P_c(HP) = \frac{100 \cdot Q_b \cdot HDT}{75 \cdot \eta_b} \quad (2.23)$$

Donde HDT: Altura dinámica total, en m; Qb es el caudal de bombeo, en l/s; η_b es la eficiencia de la bomba, en %

2.3.3.2 Potencia instalada

El motor que se acopla a la bomba para su funcionamiento necesita una energía denominada potencia Instalada (P_i) y es calculada por la expresión:

$$P_i(HP) = \frac{100 \cdot Q_b \cdot HDT}{75 \cdot \eta_c} \quad (2.24)$$

$$\eta_c(\%) = \eta_b \cdot \eta_m \cdot 100 \quad (2.25)$$

Donde η_c es la eficiencia del sistema en conjunto bomba-motor, en %.

CAPITULO 3 – DESARROLLO DEL TEMA

3.1. Condiciones iniciales

3.1.1. Descripción del área de estudio

El caserío de Redención Nevati, se encuentra ubicado en el Distrito de Puerto Bermúdez, provincia de Oxapampa, ubicada en zona de Selva Alta, a 263.83 m.s.n.m. en promedio, en las coordenadas UTM E 516227.00 y N 8853712.00, pertenece al distrito de Puerto Bermúdez, Región Pasco.

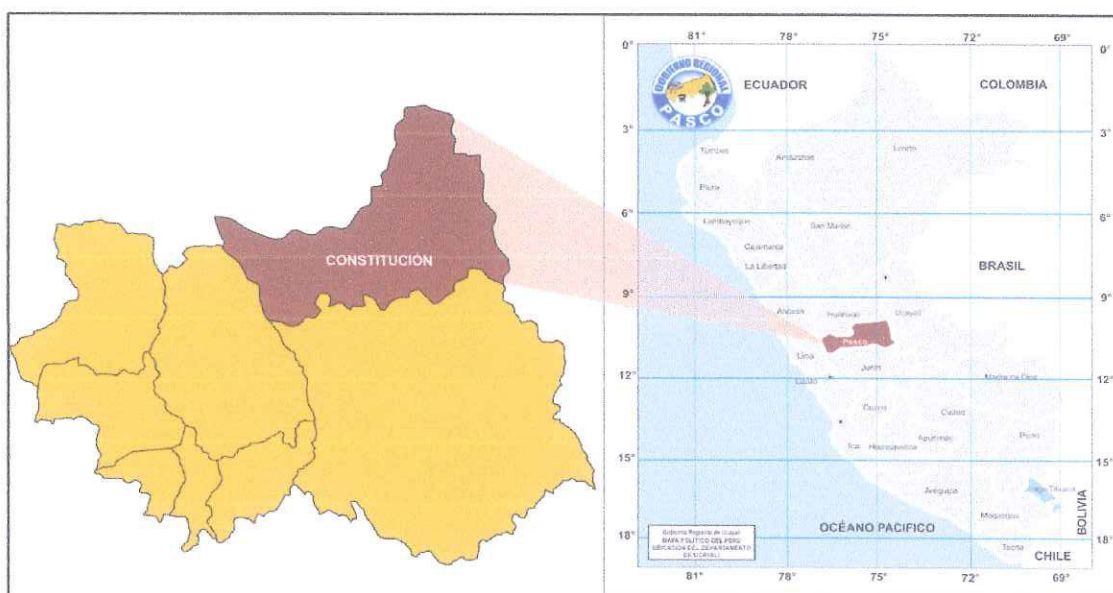


Figura 5 Micro localización de la localidad
Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Características básicas de la localidad

3.1.2.1 Clima

En lo que respecta a la climatología, el área de estudio se encuentra ubicada en una zona de tipo tropical húmedo.

3.1.2.2 Temperatura

La temperatura varía entre 10°C y 38°C, de acuerdo a las estaciones climatológicas bien definidas: verano e invierno.

3.1.2.3 Vías de acceso y medios de transporte

Desde la ciudad de Lima hasta la ciudad de La Merced la distancia es 304 km mediante vía terrestre, Desde la Ciudad de la Merced solo se cuenta con vías de acceso terrestre para llegar al caserío de Redención Nevati. Se recorre la ruta PE-22A hasta la repartición PE-5N, luego se continúa por esta ruta 55.5 Km hasta llegar a Villa Rica; desde Villa Rica hasta Puerto Bermúdez se recorre 111 km en una trocha carrozable; en esta ciudad se toman botes (peque – peques) que llegan hasta el caserío de Redención Nevati a través del río Pichis – Río Neguache.

3.1.3. Estudios básicos en el área de estudio

3.1.3.1 Topografía

El caserío Redención Nevati, se caracteriza por presentar una topografía plana, con pendiente de aspecto suave. La distribución del poblado tiene una altura que oscila entre los 9 m y 14 m sobre el nivel del río Neguachi.

3.1.3.2 Suelo

El tipo de suelo en el caserío Redención Nevati está conformado mayormente por una cobertura de terreno limo arcilloso, limo arenoso, arcillo arenosos y suelos semicompactos. Presenta material de formación aluvial en las riberas y muestra suelo normal en las zonas planas conformado por suelos finos.

3.2. Datos iniciales

Los siguientes datos fueron extraídos del estudio: “Mejoramiento y Ampliación del servicio de agua potable y Saneamiento básico en el caserío Redención Nevati, Distrito de Puerto Bermudez, Provincia de Oxapamap, Departamento de Pasco” elaborado por Consorcio Consultor N° 3.

3.2.1. Proyección poblacional

La población para el año base es de 205 pobladores y para un año futuro de 20 años resulta 270 pobladores.

3.2.2. Caudales de diseño

Para el desarrollo de la presente monografía se utilizará el caudal máximo diario = 0.69 l/s y el máximo horario = 1.06 l/s.

Además, se sabe que los caudales en el manantial Yumpiri resultan como:

- Caudal máximo = 3 l/s
- Caudal mínimo = 1.8 l/s

3.3. Metodología de cálculo

Los diseños de las estructuras hidráulicas están completamente relacionados, ya que los niveles de salida de una dependen de las condiciones iniciales de la otra, a continuación, se detalla la metodología para el adecuado diseño:

1. Diseño de la captación, identificando la cota de entrada y de salida, asimismo, sus dimensiones y capacidad para cubrir las necesidades del proyecto.

2. Diseño de la conducción, teniendo en cuenta la cota de salida de la captación y la probable ubicación de la Cisterna de bombeo.
3. Diseño de la Cisterna, considerando el caudal de ingreso, el caudal de bombeo y el tiempo de operación y descanso del sistema.
4. Diseño de la línea de impulsión, verificando la cota de salida y llegada para determinar la potencia necesaria del equipo de bombeo y el diámetro adecuado de la línea.

3.4. Cálculos de ingeniería

3.4.1. Diseño de la captación

A continuación, se detalla el proceso de cálculo, los detalles se pueden observar en los planos P-01 y P-02.

3.4.1.1 Consideraciones

Para el diseño de la captación en el manantial Yumpiri que es del tipo ladera y concentrada, se considerará la velocidad de paso y el coeficiente de descarga recomendado, asimismo los caudales mencionados a continuación:

- Caudal máximo: $Q_{max} = 3 \text{ l/s}$
- Caudal mínimo: $Q_{min} = 1.8 \text{ l/s}$
- Caudal máximo diario: $Q_{md} = 0.69 \text{ l/s}$
- Velocidad de paso: $V = 0.5 \text{ m/s}$
- Coeficiente de descarga: $C_d = 0.8$

- Aceleración de la gravedad: $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

3.4.1.2 Cálculo del ancho de la pantalla

- El cálculo del diámetro de la tubería de entrada con las ecuaciones (2.4) y (2.5).

$$\frac{Q_{max}}{C_d \times V} = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$D = \sqrt[2]{\frac{4Q_{max}}{\pi C_d V}} = \sqrt[2]{\frac{4 \times 3}{\pi \times 0.8 \times 0.5}} = 3.85''$$

Se recomienda que el diámetro de la tubería de entrada no sea mayor de 2'', por lo tanto, se asumirá

$$D_2 = 2''$$

- El cálculo del número de orificios se determina mediante la ecuación (2.6)

Se considerará el número de filas de orificios igual a 2, por lo tanto:

$$NA = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 + 1 = \left(\frac{3.85}{2}\right)^2 + 1/2$$

$$NA = 3 \text{ orificios}$$

Entonces, existirán 2 filas con 3 orificios en cada una de ellas.

- El ancho de la pantalla se calcula con la expresión (2.7)

$$b = 9 \times D + 4 \times NA \times D$$

$$b = (9 \times 2 + 4 \times 3 \times 2) \times 2.54/100$$

$$b = 1.06 \text{ m}$$

Donde:

b : Ancho de la pantalla

D : Diámetro del orificio (D2)

NA : Número de orificios por fila

El valor de b queda definido como:

$$b = 1.10 \text{ m}$$

iv. La separación entre los ejes de los orificios está dada por la fórmula:

$$a = 3D + D$$

$$a = (3 \times 2 + 2) \times \frac{2.54}{100} = 0.20 \text{ m}$$

v. La distancia de la pared al primer orificio.

$$a1 = \left(\frac{b - a(NA - 1)}{2} \right)$$

$$a1 = \left(\frac{1.1 - 0.20 \times (3 - 1)}{2} \right) = 0.35 \text{ m}$$

vi. La altura de separación entre capas de orificios resulta:

$$h = 3D$$

$$h = 3 \times 2 \times 0.0254 = 0.15 \text{ m}$$

3.4.1.3 Cálculo de la altura de la cámara húmeda

La altura total de la cámara húmeda se calcula con la expresión (2.8):

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

Cálculo de A:

Se considerará el valor mínimo recomendado que permita la sedimentación de la arena, por lo tanto:

$$A = 0.1 \text{ m}$$

Cálculo de B:

Se conoce que B, es el valor del diámetro de salida, luego, consideramos una tubería de diámetro 1/2 “

$$B = 0.04 \text{ m}$$

Cálculo de H:

Es la altura de agua sobre la canastilla, se determina con la expresión (2.9)

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

Con una velocidad promedio a la salida de la conducción:

$$V = 0.5 \text{ m/s}$$

Luego, el valor de H resulta:

$$H = 1.56 \frac{0.5^2}{2 \times 9.81} = 0.020 \text{ m}$$

Se recomienda utilizar un valor mínimo de 0.30 m, en este caso se asume el valor de 0.50 m por experiencias en diseños similares:

$$H = 0.50 \text{ m}$$

Cálculo de D:

Es el nivel de ingreso del agua del afloramiento y el nivel del agua de la cámara húmeda, se considera el valor mínimo recomendado:

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

Cálculo de E:

El valor del borde libre como mínimo será:

$$E = 0.30 \text{ m}$$

Entonces, reemplazando los valores obtenidos en la expresión (2.8) resulta:

$$H_t = 2.05 \text{ m}$$

3.4.1.4 Cálculo de la canastilla

Para el dimensionamiento del diámetro de la canastilla se considera que el diámetro de la canastilla es dos veces el diámetro de la tubería de salida, por lo tanto:

Se sabe que:

$$\text{Diámetro tubería conducción} = 1 \frac{1}{2}''$$

Por lo tanto:

$$\text{Diámetro canastilla} = 3''$$

El valor de D_c queda como:

$$D_c = 3'' = 0.076 \text{ m}$$

Además, se sabe que, el valor de la longitud de la canastilla "L" está en el rango:

$$3D_c < L < 6D_c$$

Entonces:

$$0.23 \text{ m} < L < 0.46 \text{ m}$$

Luego, asumimos el valor de L como:

$$L = 0.25 \text{ m}$$

El número de ranuras que tendrá la canastilla se determina mediante el procedimiento siguiente:

El área total de ranuras (A_t) sea el doble del área de la tubería de la línea de conducción, expresión (21)

$$A_t = \frac{\pi D_c^2}{4} = \frac{\pi \times 1.5^2}{4}$$

$$A_t = 0.002 \text{ m}^2$$

Cálculo del área de ranuras:

Siendo el tamaño del orificio en forma rectangular de 7 x 5 mm de sección, el área de ranuras resulta:

$$\text{Área de ranuras} = 0.00004 \text{ m}^2$$

El número total de ranuras se calcula con la expresión (22)

$$N^{\circ} \text{ ranuras} = \frac{\text{Área total de ranuras}}{\text{Área de ranuras}} + 1$$

$$N^{\circ} \text{ ranuras} = \frac{0.002}{0.00004} + 1$$

$$N^{\circ} \text{ ranuras} = 65$$

3.4.1.5 Cálculo de la tubería de rebose

El cálculo del diámetro de la tubería de rebose se realiza con la expresión (2.13)

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

Considerando una pendiente de 1.5 % se obtiene una pérdida de:

Luego, reemplazando los datos se obtiene:

$$D = 2.28''$$

Asumimos el valor del diámetro comercial próximo

$$D = 3''$$

3.4.1.6 Cálculo de la distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda

La altura del afloramiento al orificio de entrada debe ser de 0.40 a 0.50 m, por lo que se asumirá:

$$h = 0.40 \text{ m}$$

Conocidos los valores de la velocidad = 0.5 m/s, la pérdida de carga en el orificio es:

$$h_0 = \frac{1.56 V^2}{2g} = \frac{1.56 \times 0.5^2}{2 \times 9.81}$$

$$h_0 = 0.02 \text{ m}$$

Luego, la pérdida de carga entre el afloramiento y el orificio de entrada (H_f) es:

$$H_f = h - h_0$$

$$H_f = 0.40 - 0.02 = 0.38 \text{ m}$$

Por lo tanto, la distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda se obtiene con la expresión (9):

$$L = \frac{H_f}{0.30} = \frac{0.38}{0.30}$$

$$L = 1.27 \text{ m}$$

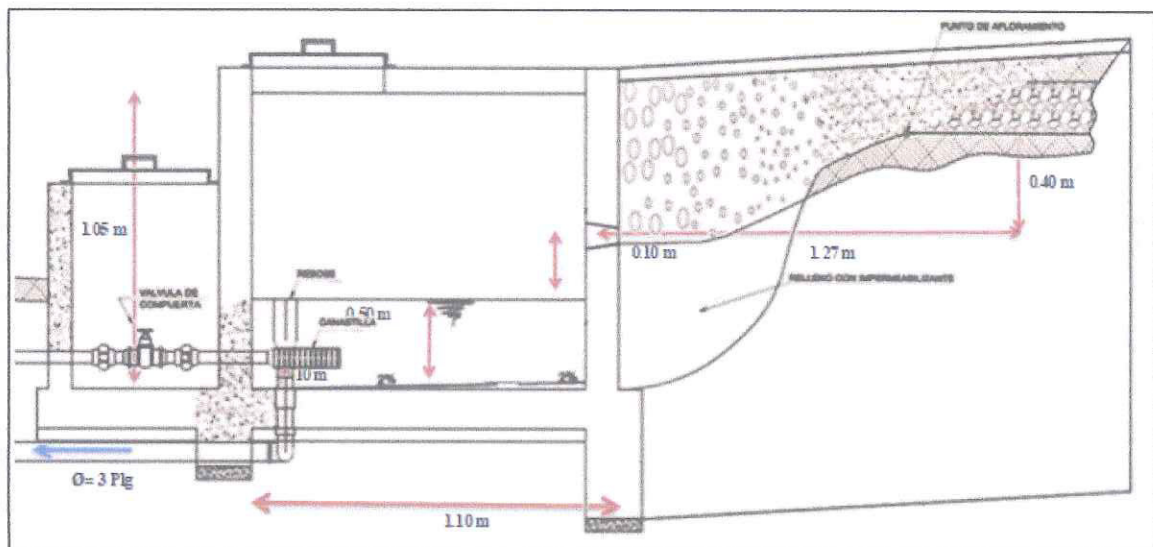


Figura 6 Vista en perfil de la captación
Fuente: Elaboración propia

3.4.2. Diseño de la línea conducción

La conducción unirá la salida de la Captación y la Cisterna, el diámetro de la tubería se calculará utilizando la fórmula de Hazen y Williams (2.14), para ello se tienen los siguientes datos de entrada.

Caudal de diseño:	$Q_{dis} = 0.69 \text{ l/s}$
Cota inicial (Ci):	272.1 msnm
Cota final (Cf):	271.1 msnm
Coefficiente C:	140
Longitud de la tubería:	8 m

Cálculos

- Cálculo de la carga disponible

$$\text{Carga disponible} = Ci - Cf = 272.6 - 271.1 = 1 \text{ m}$$

- Cálculo de la pérdida de carga unitaria

$$hf = \frac{\text{Carga Disponible}}{L} = \frac{1.0}{8} = 0.125 \frac{\text{m}}{\text{m}} = 125 \text{ m/Km}$$

- Cálculo del diámetro de la tubería:

Conocido la pérdida de carga unitaria y los datos iniciales, se reemplazan en la ecuación de Hazen y Williams, expresión (2.14).

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

$$D = \left(\frac{Q}{0.0004264Chf^{0.54}} \right)^{\frac{1}{2.64}} = \left(\frac{0.69}{0.0004264 \times 140 \times 187.5^{0.54}} \right)^{\frac{1}{2.64}} = 0.94 \text{ ''}$$

Por lo tanto, se utilizará un diámetro de 1 1/2''

- Cálculo de la velocidad en la tubería:

Utilizando la ecuación de continuidad, sabiendo que el diámetro nominal de la tubería de 1 1/2" es 48.3 mm.

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 \times 0.69}{1000 \times \pi \times 0.0483^2} = 0.4 \text{ m/s}$$

- Re-cálculo de la pérdida de carga unitaria

Utilizando el diámetro comercial obtenido, los datos iniciales y la ecuación de Hazen y Williams, se obtiene:

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

$$hf = \left(\frac{Q}{0.0004264CD^{2.64}} \right)^{\frac{1}{0.54}} = \left(\frac{14}{0.0004264 \times 140 \times 1.5^{2.64}} \right)^{\frac{1}{0.54}} / 1000$$

$$= 0.0128 \text{ m/m}$$

- Cálculo de la pérdida de carga

Conocido la pérdida de carga unitaria y la longitud de la tubería se obtiene la pérdida de carga total de la línea de conducción.

$$Hf = hf \times L = 0.0128 \times 8 = 0.10 \text{ m}$$

3.4.3. Diseño de la cisterna

El dimensionamiento requiere realizar las siguientes consideraciones:

- El bombeo se realizará de forma alternada durante todo el día, 2 horas de funcionamiento y 4 horas de descanso.
- El caudal de bombeo será el triple del caudal máximo diario.

3.4.3.1 Cálculo del volumen de la cisterna

El volumen de la cisterna se obtiene de la expresión (2.15)

$$V_{cis} = Q_{md} T = 0.689 \times 14400$$

$$V_{cis} = 9921.6 \text{ litros}$$

$$V_{cis} = 9.92 \text{ m}^3$$

3.4.3.2 Balance de masas horario de la cisterna

En la Tabla 3 se muestra la capacidad de la Cisterna, de forma horaria utilizando el equipo de bombeo con un caudal de 3 veces el caudal máximo diario, en donde se observa que el Volumen de la Cisterna máximo es 9.92 m³, y también el funcionamiento del equipo de bombeo a lo largo de todo un día.

Tabla 3 Simulación horaria de la Cisterna

T	Hora	Q1 en l/s (Oferta)	Q1 en m ³ /h (Oferta)	O en m ³ /h	V (m ³)	Q2 en l/s (demanda)	Q2 en m ³ /h (demanda)	D en m ³ /h
0	07:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	08:00	0.69	2.48	2.48	2.48	0.00	0.00	0.00
2	09:00	0.69	2.48	4.96	4.96	0.00	0.00	0.00
3	10:00	0.69	2.48	7.44	7.44	0.00	0.00	0.00
4	11:00	0.69	2.48	9.92	9.92	2.07	7.44	7.44
5	12:00	0.69	2.48	12.40	4.96	2.07	7.44	14.88
6	13:00	0.69	2.48	14.88	0.00	0.00	0.00	14.88
7	14:00	0.69	2.48	17.36	2.48	0.00	0.00	14.88
8	15:00	0.69	2.48	19.84	4.96	0.00	0.00	14.88
9	16:00	0.69	2.48	22.32	7.44	0.00	0.00	14.88
10	17:00	0.69	2.48	24.80	9.92	2.07	7.44	22.32
11	18:00	0.69	2.48	27.28	4.96	2.07	7.44	29.76
12	19:00	0.69	2.48	29.76	0.00	0.00	0.00	29.76
13	20:00	0.69	2.48	32.25	2.48	0.00	0.00	29.76
14	21:00	0.69	2.48	34.73	4.96	0.00	0.00	29.76
15	22:00	0.69	2.48	37.21	7.44	0.00	0.00	29.76
16	23:00	0.69	2.48	39.69	9.92	2.07	7.44	37.21
17	00:00	0.69	2.48	42.17	4.96	2.07	7.44	44.65

18	01:00	0.69	2.48	44.65	0.00	0.00	0.00	44.65
19	02:00	0.69	2.48	47.13	2.48	0.00	0.00	44.65
20	03:00	0.69	2.48	49.61	4.96	0.00	0.00	44.65
21	04:00	0.69	2.48	52.09	7.44	0.00	0.00	44.65
22	05:00	0.69	2.48	54.57	9.92	2.07	7.44	52.09
23	06:00	0.69	2.48	57.05	4.96	2.07	7.44	59.53
24	07:00	0.69	2.48	59.53	0.00	0.00	0.00	59.53
				Vol. max	9.92			

T: tiempo; Q1: Caudal de conducción; O: oferta acumulada; V: volumen de la cisterna; Q2: caudal de bombeo; D: demanda acumulada
Fuente: Elaboración propia

3.4.3.2 Pre-dimensionamiento de la cisterna

Con la capacidad calculada de la cisterna se puede decir definir las dimensiones de la estructura considerando área que se tiene disponible en campo, para la cisterna se tiene:

Largo = 3.2 m

Ancho = 2.2 m

Altura = 1.5 m

Volumen = 10.56 m³

El diseño geométrico de la Cisterna se puede ver en los planos P-03, 04 y 05.

3.4.4. Diseño de la línea de impulsión

3.4.4.1 Consideraciones

- Caudal de diseño = 2.07 l/s
- Cota de inicio (cisterna) = 272 msnm
- Cota final (reservorio) = 302.74 msnm
- Longitud total = 81 m

- Número de horas de bombeo al día = 8
- Coeficiente de Hazen y Williams para Tubería HDPE = 140

3.4.4.2 Cálculo del diámetro de la tubería y sistema de bombeo

Se aproximará el valor del diámetro de la tubería utilizando la fórmula de Bresse, expresión (2.16)

$$D = 0.5873 N^{0.25} \sqrt{Q_b}$$

$$D = 0.5873 \times 8^{0.25} \sqrt{0.00207}$$

$$D = 0.045 \text{ m}$$

El valor obtenido se aproxima hacia un valor comercial de diámetro de tubería teniendo en cuenta el tipo, diámetro nominal y diámetro interno, además considerando que la velocidad del flujo se encuentre entre los límites permisibles recomendados.

Luego el valor del diámetro de tubería resulta:

$$D = 48.3 \text{ mm} = 1.5''$$

El espesor de la tubería HDPE SDR 26, para el diámetro mencionado es:

$$e = 2.0 \text{ mm}$$

Por lo tanto, el diámetro interno de la tubería resulta como:

$$D_c = 0.044 \text{ m}$$

3.4.4.3 Cálculo de la velocidad media del flujo

La velocidad del flujo se obtiene aplicando la ecuación de continuidad (ecuación 2.17)

$$V = \frac{4Q_b}{\pi D_c^2}$$

$$V = \frac{4 \times 0.00207}{\pi \times 0.044}$$

$$V = 1.34 \text{ m/s}$$

El valor de la velocidad se encuentra entre los límites recomendados, mayor a 1.2 m/s y menor a 2 m/s.

3.4.4.4 Cálculo de la pérdida de carga en tuberías

3.4.4.4.1 Cálculo de la pérdida de carga por fricción

Estas pérdidas se calculan utilizando la ecuación de Hazen-Williams (2.18, 2.19 y 2.20)

$$S = \left(\frac{Q_b}{0.2785 \cdot C \cdot D_c^{2.63}} \right)^{1.85} = \left(\frac{0.00207}{0.2785 \times 140 \times 0.044^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$S = 0.0476 \text{ m/m}$$

$$H_f = S \times L = 0.0476 \times 81$$

$$H_f = 3.85 \text{ m}$$

3.4.4.4.2 Cálculo de pérdidas de carga local

Se considerará como el 10% de la pérdida de carga por fricción.

$$H_i = 10\% H_f$$

$$H_i = 0.39 \text{ m}$$

3.4.4.4.3 Cálculo de pérdidas de carga total

La pérdida de carga total es igual a la suma de la pérdida por fricción y la pérdida de carga local, por lo tanto:

$$\text{Pérdida carga total} = 3.85 + 0.39 = 4.24 \text{ m}$$

3.4.4.5 Cálculo de la altura dinámica total

Utilizando la expresión (2.22)

$$\text{Altura dinámica total (HDT)} = \text{Altura estática} + \text{Pérdidas totales}$$

Además, la altura estática es igual a la diferencia de la cota inicial y la cota final mencionados en las consideraciones iniciales, por lo tanto, se obtiene:

$$HDT = 302.74 - 272 + 4.24 = 34.98 \text{ m}$$

3.4.4.6. Equipo de bombeo

3.4.4.6.1. Cálculo de la potencia de consumo

Energía entregada por la bomba se calculará con la expresión (2.23), para ello se asume como eficiencia de la bomba un 70%.

$$P_c(HP) = \frac{100 \cdot Q_b \cdot HDT}{75 \cdot \eta_b}$$

$$P_c(HP) = \frac{100 \times 2.07 \times 34.98}{75.70}$$

$$P_c = 1.38 \text{ HP}$$

3.4.4.6.2. Cálculo de la potencia instalada

Es la energía entregada por la bomba se calculará con la expresión (2.24), asumiendo la eficiencia del motor 70%.

$$P_i(HP) = \frac{100 \cdot Q_b \cdot HDT}{75 \cdot \eta_c}$$

Cálculo de la eficiencia del sistema en conjunto bomba-motor con la expresión (2.25)

$$\eta_c(\%) = 0.70 \times 0.70 \times 100 = 49$$

$$P_i(HP) = \frac{100 \times 2.07 \times 34.98}{75 \times 49}$$

$$P_i = 1.97 \text{ HP}$$

Para ver a detalle las dimensiones y cotas mencionadas, ver planos P-06 y 07

La bomba seleccionada se muestra en el Anexo 2.

3.5. Discusión de resultados

Uno de los temas resaltantes en este tipo de sistemas de abastecimiento de agua es el uso del sistema de bombeo y cisterna, es por lo que para la elección del volumen de la cisterna se realizó un comparativo de las probables alternativas para bombeo y almacenamiento, variando el tiempo de descanso del bombeo.

Se analizaron 3 casos para 2, 4 y 6 horas como máximo de descanso del bombeo, obteniendo los resultados del volumen de Cisterna para cada caso, además se utilizó la simulación descrita en el ítem 3.4.3.2 para obtener los caudales de bombeo y finalmente se calcularon los diámetros de tubería y las potencias requeridas de las bombas como se observa en la Tabla 4

Tabla 4 Casos para elección del sistema de bombeo

Descripción	Tiempo descanso bomba (h)	Vol. Cisterna (m³)	Caudal de bombeo (l/s)	Diámetro tubería (Pulg)	Potencia bomba (HP)
Caso 1	2	5.0	1.38	1	1.7
Caso 2	4	9.9	2.07	1 1/2	2
Caso 3	6	14.9	2.76	1 1/2	2.9

Fuente: Elaboración propia

De los tres casos analizados, se observa que el caso 1 en donde el tiempo de descanso de la bomba es de 2 horas, es la alternativa que mejores resultados arroja respecto a volumen menor de la cisterna, diámetro de la tubería y potencia requerida, pero no es recomendable utilizar esta alternativa ya que el caudal de bombeo resultante es cercano al caudal máximo horario, además en el caso que se requiriera mayor caudal, la cisterna no podría almacenar por el corto periodo de descanso de las bombas.

Al comparar los casos 2 y 3, se observa que la alternativa 3 obtiene un volumen superior de cisterna y una potencia más alta, ambas alternativas soportarían un incremento en el caudal por poseer mayores volúmenes de cisterna que el caso 1.

Para la presente monografía se utilizó el caso 2, en donde el tiempo máximo de descanso del sistema de bombeo es 4 horas, debido a que luego del análisis es el que mejores resultados proporciona.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se realizó el diseño de la captación de manantial tipo ladera considerando un caudal de 0.69 l/s, que está compuesta por una cámara húmeda y una seca. La cámara húmeda tendrá una sección cuadrada de 1.10 m de lado y 0.90 m de altura de muro, el espesor del muro terminado de 0.15 m. La cámara seca tiene 0.40 x 0.40 m con un espesor de muro terminado de 0.10m, la cámara húmeda contará con una tubería de rebose de PVC SAP 3''. Dentro de la cámara seca irán las válvulas que dan salida a la tubería de conducción de 1 ½'' de diámetro.
- La línea de conducción es la tubería que se dirige desde la captación hasta la Cisterna, su diseño se realizó considerando que trabajará a presión (tubo lleno). El diámetro de la tubería será de 1 1/2'' del tipo PVC con una longitud de 8 m.
- El diseño de la cisterna se realizó considerando el caudal máximo diario y el tiempo de detención del equipo de bombeo, asimismo se realizó un balance de masas en donde se observan las entradas y salidas el flujo por cada hora en un día de funcionamiento. La cisterna calculada tiene una capacidad de 10 m³, tiene una longitud de 3.2 m, un ancho de 2.2 m y una altura de 1.5 m.
- Al realizar el diseño hidráulico de la línea de impulsión se obtuvo una tubería 2'' de diámetro del tipo HDPE SDR 21 con una longitud total de 81m, la altura estática que tiene que vencer es 30.7 m, la altura dinámica total que resulta es 35 m y la potencia instalada de la bomba a utilizar resultó 2 HP.

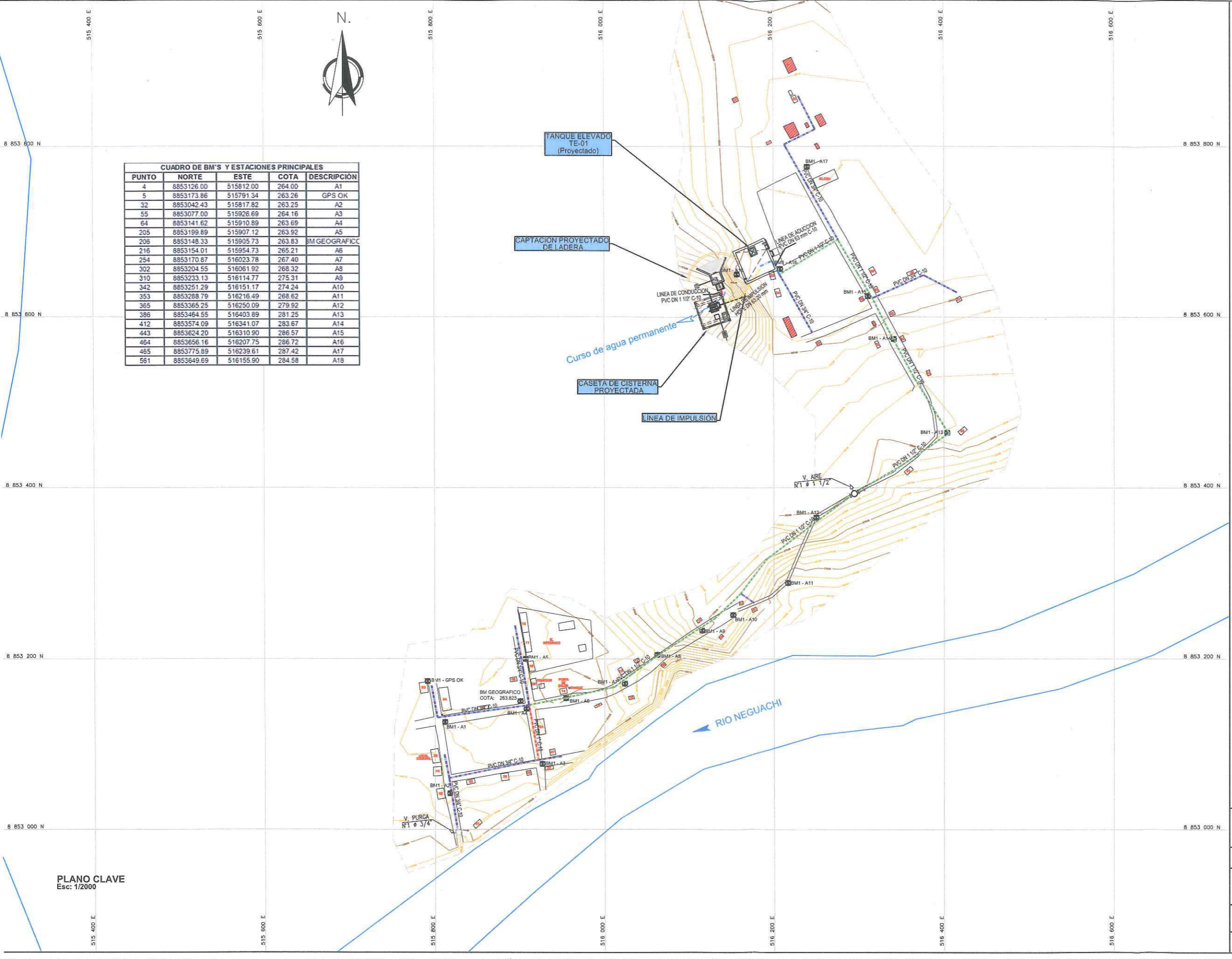
RECOMENDACIONES

- Para futuros diseños, considerar el uso de otro tipo de energía para el sistema de bombeo (paneles solares, energía eólica, etc), esto podría modificar el funcionamiento del sistema de bombeo planteado en la presente monografía.
- Se recomienda comparar el uso de tuberías HDPE y PVC respecto a la durabilidad y economía.

Bibliografía

- Agüero Pittman R, (1997). Agua potable para poblaciones rurales, sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento. Asociación educativos Rurales, Lima - Perú.
- Organización panamericana de la Salud, (2004). Guía para el diseño y construcción de captación de manantiales.
- Consorcio Consultor N° 3 (2017). Expediente técnico: Mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable y Saneamiento básico en el caserío Redención Nevati, Distrito de Puerto Bermudez, Provincia de Oxapampa, Departamento de Pasco.
- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (2017). Guía de opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural.
- Celi Suarez B.A, Fabian Esteban P.I, (2012). Cálculo y diseño del Sistema de agua y alcantarillado y agua potable para la lotización Finca Municipal en el Cantón el Chaco, Provincia de Napo. Tesis Bach. Ecuador, Escuela Politécnica del ejército, Facultad de Ingeniería Civil.
- Juan Saldarriaga V, (1998). Hidráulica de tuberías. MacGraw-Hill Interamericana S.A, Bogota- Colombia.
- Rocha Felices, Arturo (2007). Hidráulica de Tuberías y Canales. Editorial UNI.
- Reglamento nacional de Edificaciones. Instituto de la construcción y Gerencia, (2017)
- Salvador Tixe, (2004). Guía de diseño para líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural.
- Catálogo tuberías Lisas HDPE Cidelsa. www.Cidelsa.com
- Pronasar, Lima (2005). Parámetros de diseño de infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados rurales,
- Mataix, Claudio (1982). Mecánica de Fluidos y Maquinas Hidráulicas. 2da Edición, ediciones Del Castillo S.A, Madrid
- Ven Te Chow. "Hidráulica de los Canales Abiertos" Edit. Diana. México, 1982, 1ra Edición. 633 págs.

Anexo 1 – Planos

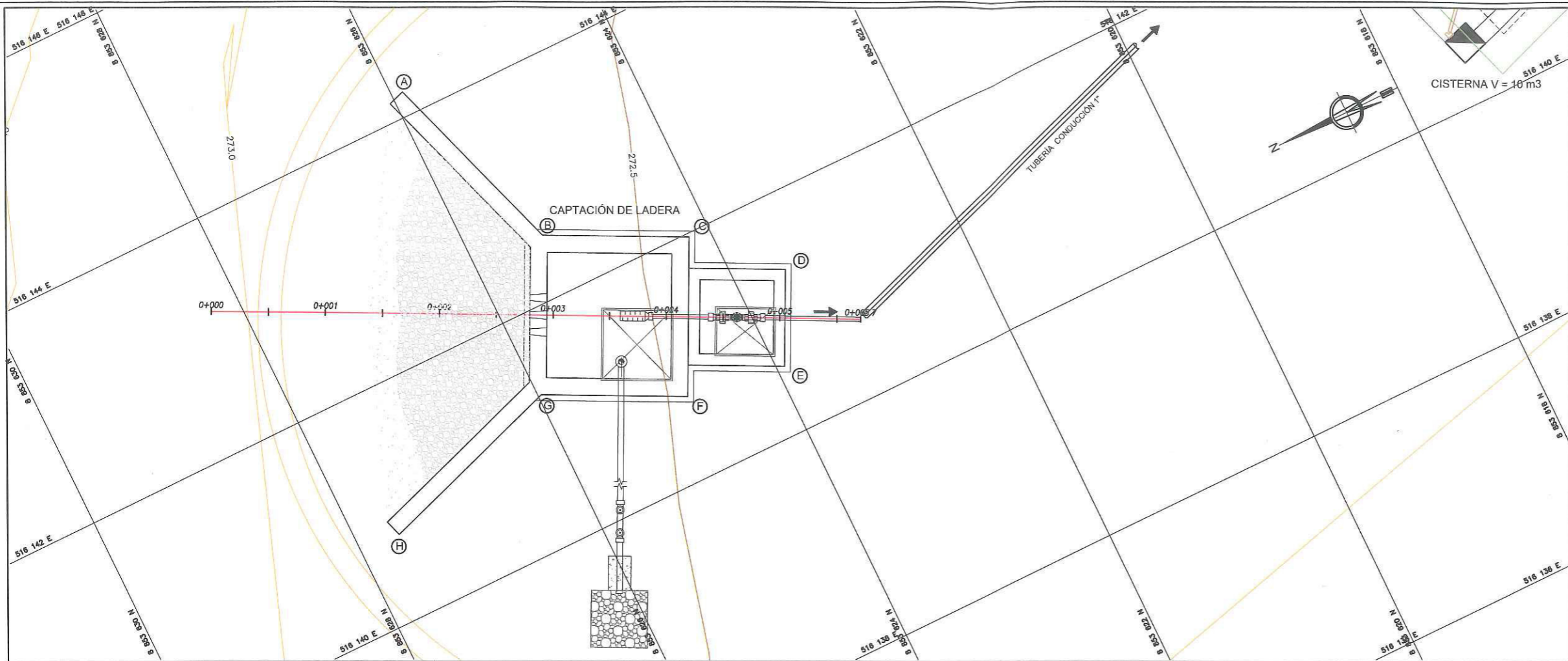


CUADRO DE BM'S Y ESTACIONES PRINCIPALES				
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
4	8853126.00	515812.00	264.00	A1
5	8853173.86	515791.34	263.26	GPS OK
32	8853042.43	515817.82	263.25	A2
55	8853077.00	515926.69	264.16	A3
64	8853141.62	515910.89	263.69	A4
205	8853199.89	515907.12	263.92	A5
206	8853148.33	515905.73	263.83	BM GEOGRAFIC
216	8853154.01	515954.73	265.21	A6
254	8853170.87	516023.78	267.40	A7
302	8853204.55	516061.92	268.32	A8
310	8853233.13	516114.77	275.31	A9
342	8853251.29	516151.17	274.24	A10
353	8853288.79	516216.49	268.62	A11
365	8853365.25	516250.09	279.92	A12
386	8853464.55	516403.89	281.25	A13
412	8853574.09	516341.07	283.67	A14
443	8853624.20	516310.90	286.57	A15
464	8853656.16	516207.75	286.72	A16
465	8853775.89	516239.61	287.42	A17
561	8853649.69	516155.90	284.58	A18

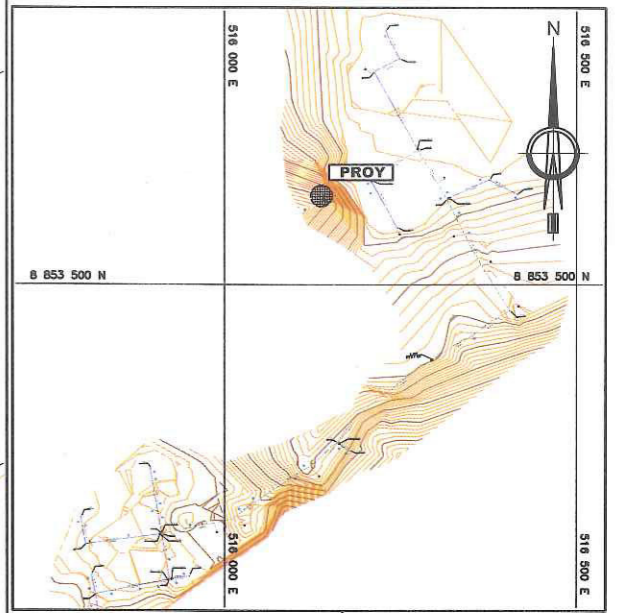
LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	NORTE MAGNETICO
	CAPTACION DE LADERA DE MANTIAL PROYECTADO
	CASETA - CISTERNA PROYECTADA
	TANQUE ELEVADO PROYECTADO
	VALVULA DE PURGA
	VALVULA DE AIRE
	LINEA DE CONDUCCION PVC DN 1 1/2" (PROYECTADO)
	LINEA DE IMPULSION HDPE DN 63/20mm (PROYECTADO)
	LINEA DE ADUCCION PVC DN 3" (PROYECTADO)
	RED DE DISTRIBUCION PVC DN 1 1/2" (PROYECTADO)
	RED DE DISTRIBUCION PVC DN 1" (PROYECTADO)
	RED DE DISTRIBUCION PVC DN 3/4" (PROYECTADO)
	CASAS EXISTENTES
	CAMINO
	RD
	BM
	CURVAS DE NWL
	LMITE DE ESTUDIO

PLANO CLAVE
Esc: 1/2000

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS Decana de América FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS EAP: INGENIERÍA MECÁNICA DE FLUIDOS MONOGRAFÍA TÉCNICA PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO DE FLUIDOS		
TÍTULO DE LA MONOGRAFÍA: DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO RENDENCIÓN NEVATI - OXAPAMPA		
PLANO: PLANO GENERAL	COD. PLANO: P-00	ESCALA: INDICADA
ALUMNO: CARLOS TEJEDA NOREZ		

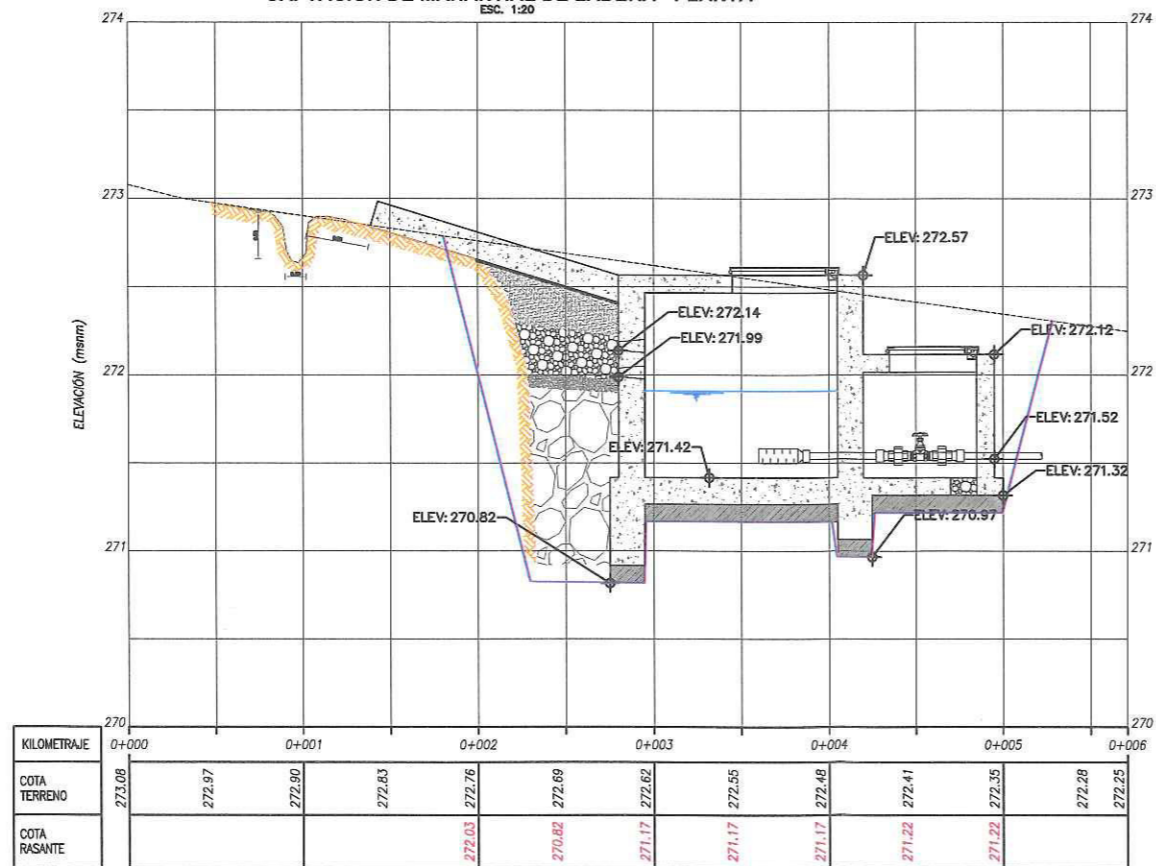


CAPTACIÓN DE MANANTIAL DE LADERA - PLANTA
ESC. 1:20



UBICACIÓN
Esc: 1 / 5 000

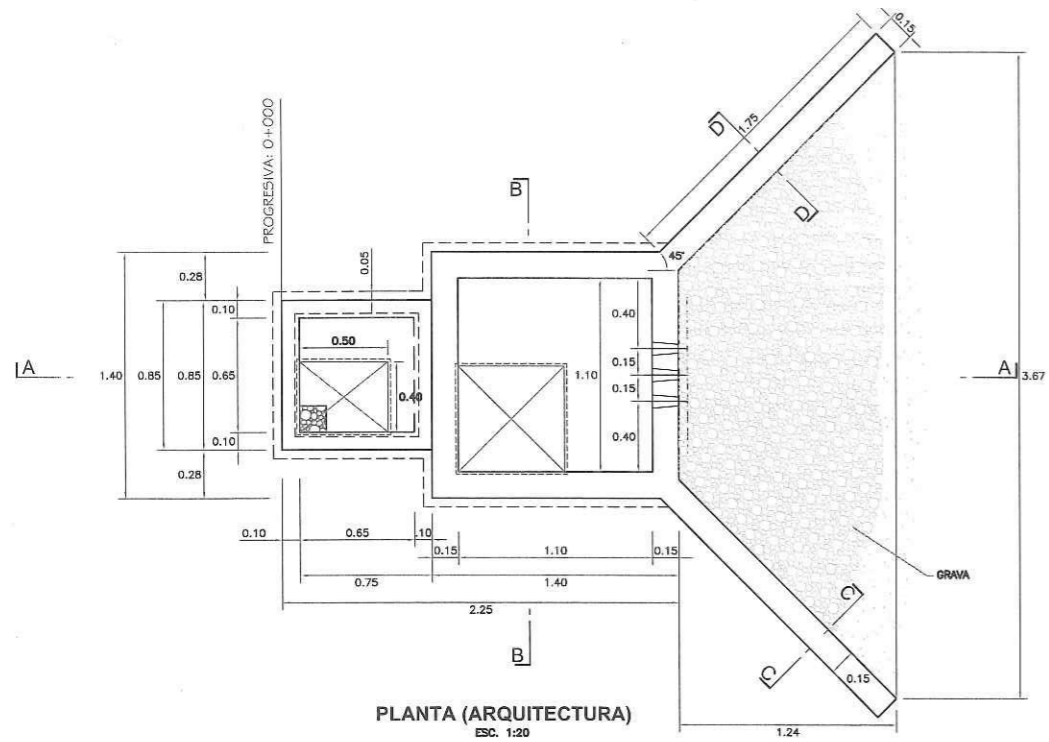
LEYENDA	
	CURVAS DE NIVEL
	CURVAS DE NIVEL MOVIMIENTO DE TIERRAS
	CAPTACION
	VÉRTICE
	QUEBRADA
	SENTIDO DEL FLUJO



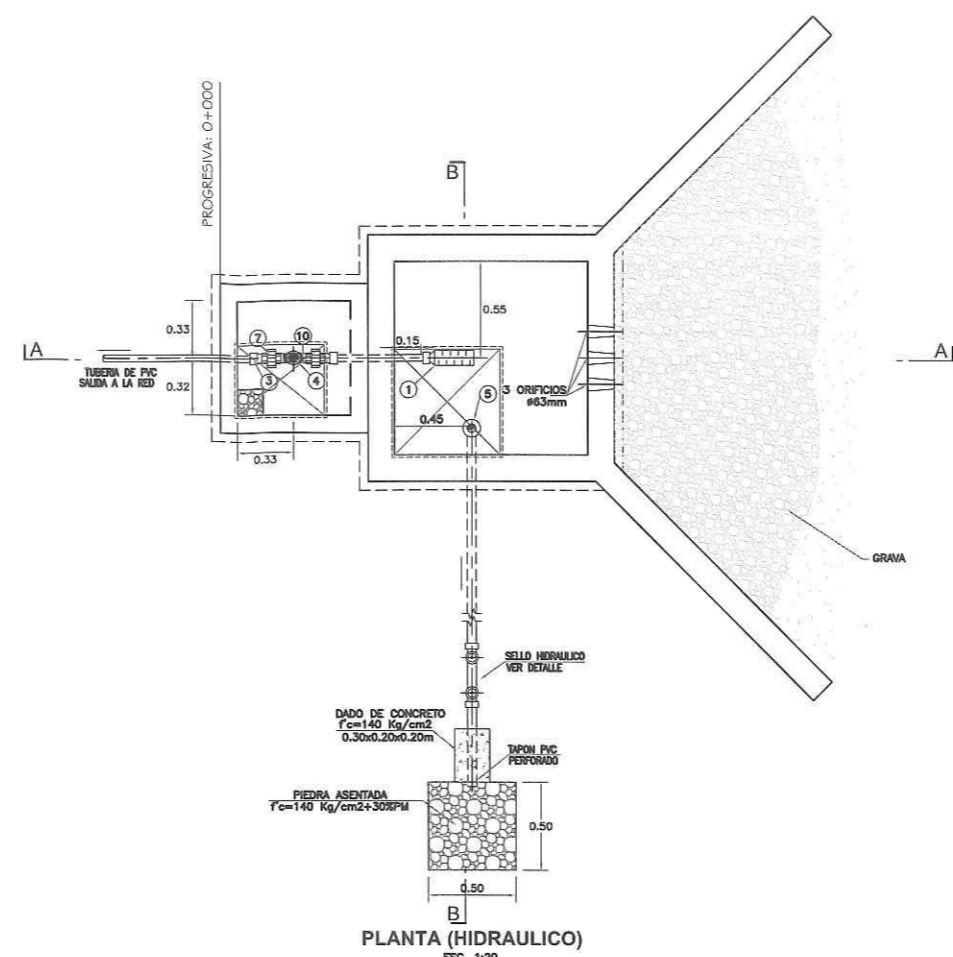
CAPTACIÓN DE MANANTIAL DE FLADERA - PERFIL
ESC. 1:20

VERTICE	COORDENADAS UTM WGS 84	
	NORTE	ESTE
A	8 853 625.9	516 144.2
B	8 853 625.3	516 142.5
C	8 853 624.1	516 142.0
D	8 853 623.5	516 141.4
E	8 853 623.9	516 140.5
F	8 853 624.8	516 140.7
G	8 853 626.0	516 141.3
H	8 853 627.6	516 140.7

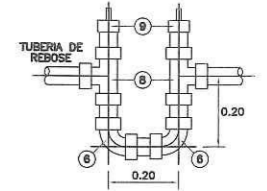
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS Decana de América FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS EAP: INGENIERÍA MECÁNICA DE FLUIDOS		
MONOGRAFÍA TÉCNICA PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO DE FLUIDOS		
TÍTULO DE LA MONOGRAFÍA: DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO RENDENCIÓN NEVATI - OXAPAMPA		
PLANO: CAPTACIÓN DE MANANTIAL DE LADERA PLANTA Y PERFIL	COD. PLANO: P-01	ESCALA: INDICADA
ALUMNO: CARLOS TEJEDA NOÑEZ		



PLANTA (ARQUITECTURA)
ESC. 1:20



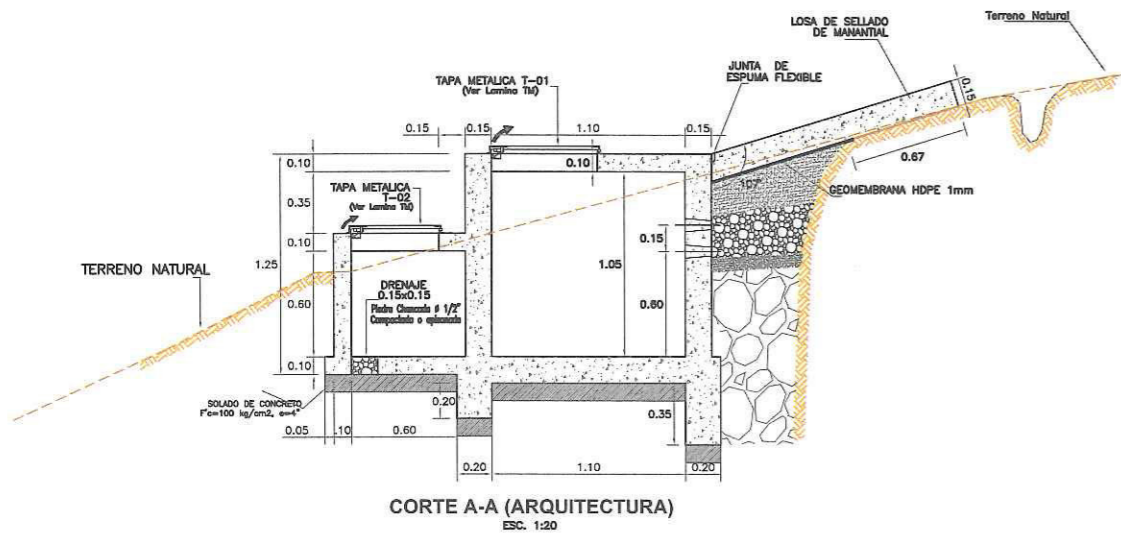
PLANTA (HIDRAULICO)
ESC. 1:20



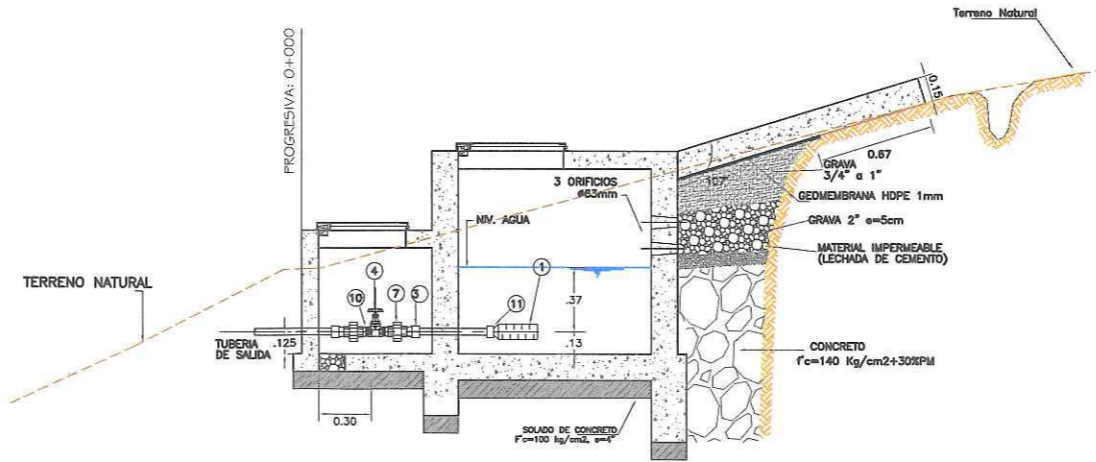
DETALLE DE SELLO HIDRAULICO
ESC. 1:10

ACCESORIOS		
ITEM	DESCRIPCION	CANT. DIAM.
1	CAÑASTILLA PVC	1 90mm
2	UNION SP PVC SAL	3 90mm
3	ADAPTADOR PR PVC SAP	2 1 1/2"
4	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE	1 1 1/2"
5	CONO DE REBOSE PVC SAL	1 110mm
6	CODO 90° SP PVC SAL	3 90mm
7	UNION UNIVERSAL DE PVC	2 1 1/2"
8	TEE SP PVC SAL	2 90mm
9	TAPON MACHO SP PVC	2 90mm
10	NIPLE DE PVC	2 1 1/2"
11	UNION SP PVC SAP	1 1 1/2"

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CONCRETO ARMADO:	$f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ EN GENERAL (MAYOR RELACION $e/c=0.50$)
CONCRETO SIMPLE:	$f_c=140 \text{ kg/cm}^2$ $f_c=100 \text{ kg/cm}^2$
RECOBRIMIENTOS:	LOSA SUPERIOR=2cm LOSA DE FONDO=4cm MUROS=2cm
TRASLAPES:	#3/8" = 0.40cm #1/2" = 0.50cm
REVOQUES:	-INTERIOR CAMARA HUMEDA: TARRAJEAR LAS SUPERFICIES EN CONTACTO CON EL AGUA CON MEZCLA 1:2 C/A DE 2cm DE ESPESOR, ACABADO PROTACHADO FINO. UTILIZAR IMPERMEABILIZANTE DE ACERDO A LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE. -INTERIOR CAMARA SECA: TARRAJEAR CON MORTERO 1:4 C/A $e=1.5\text{cm}$. -EXTERIOR: SE TARRAJEAR EXTERIORMENTE CON MEZCLA 1:4 C/A DE UN 1.5cm DE ESPESOR, ACABADO PROTACHADO Y PINTADO CON EMALTE.
CEMENTO:	PORTLAND TIPO I
ACERO:	$f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$
SUELO:	$\phi=0.80 \text{ kg/cm}^2$

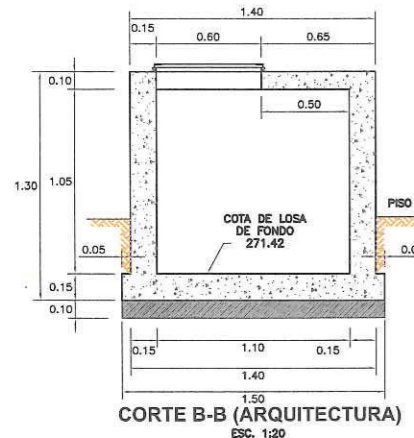


CORTE A-A (ARQUITECTURA)
ESC. 1:20

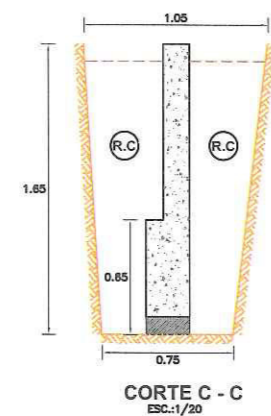


CORTE A-A (HIDRAULICO)
ESC. 1:20

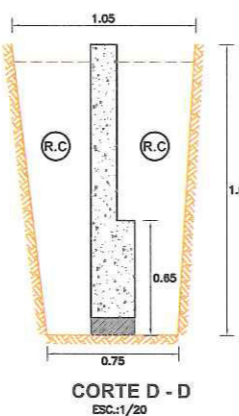
CUADRO DE RELACIONES DE NORMAS TECNICAS	
DIAMETRO NOMINAL DE TUBERIAS	
N.T.P.-ISO1452	N.T.P.-INTENEC N° 399.002-399.003
-	$\phi 1/2"$
-	$\phi 3/4"$
-	$\phi 1"$
-	$\phi 1 1/2"$
$\phi 63\text{mm}$	-
$\phi 75\text{mm}$	-
$\phi 90\text{mm}$	-
$\phi 110\text{mm}$	-



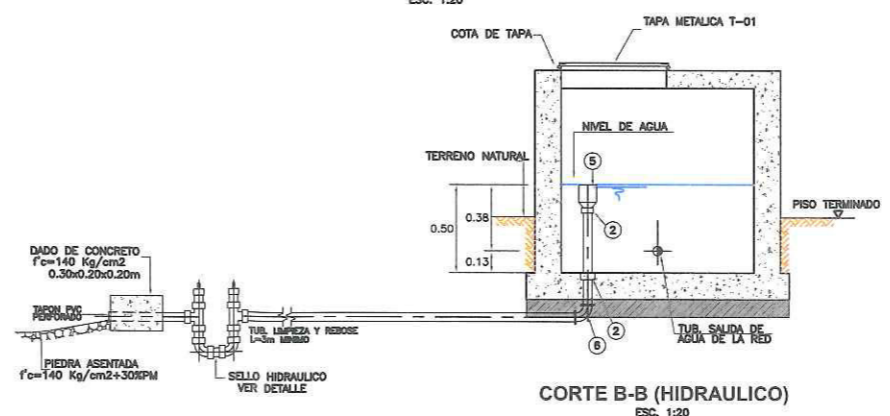
CORTE B-B (ARQUITECTURA)
ESC. 1:20



CORTE C - C
ESC.1:20

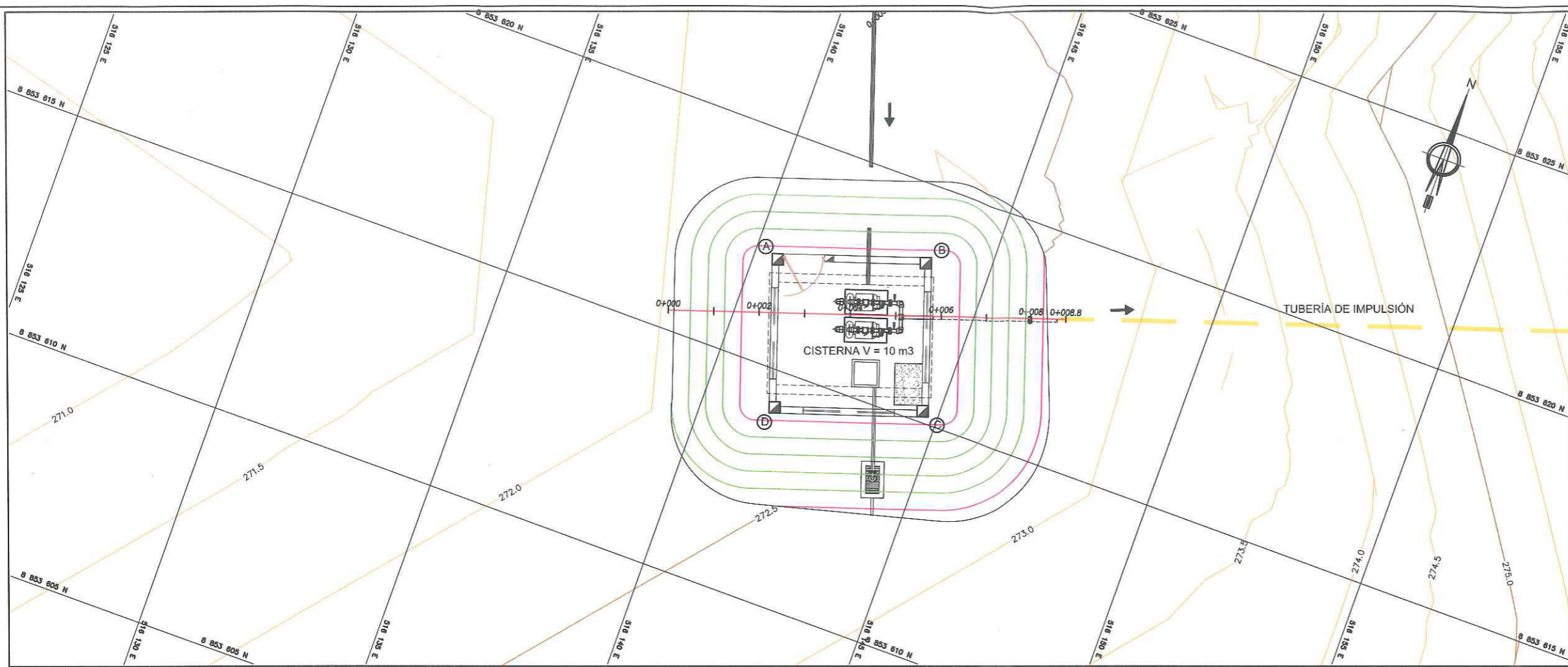


CORTE D - D
ESC.1:20

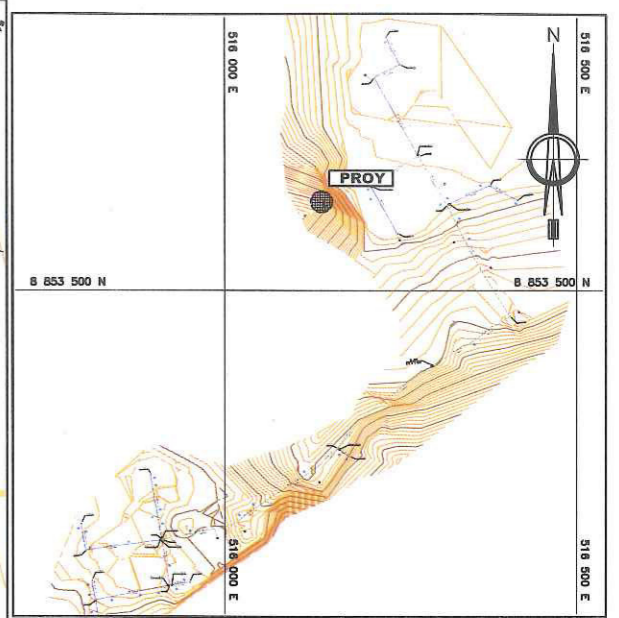


CORTE B-B (HIDRAULICO)
ESC. 1:20

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS Decana de América FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS EAP: INGENIERÍA MECÁNICA DE FLUIDOS		
MONOGRAFÍA TÉCNICA PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO DE FLUIDOS		
TÍTULO DE LA MONOGRAFÍA: DISEÑO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO RENDIENCIA NEVATI - OKAPAMPA		
PLANO: CAPTACIÓN DE MANANTIAL DE LADERA PLANTA, CORTES Y ELEVACIONES	COD. PLANO: P-02	ESCALA: INDICADA
ALUMNO: CARLOS TEJEDA NÓREZ		



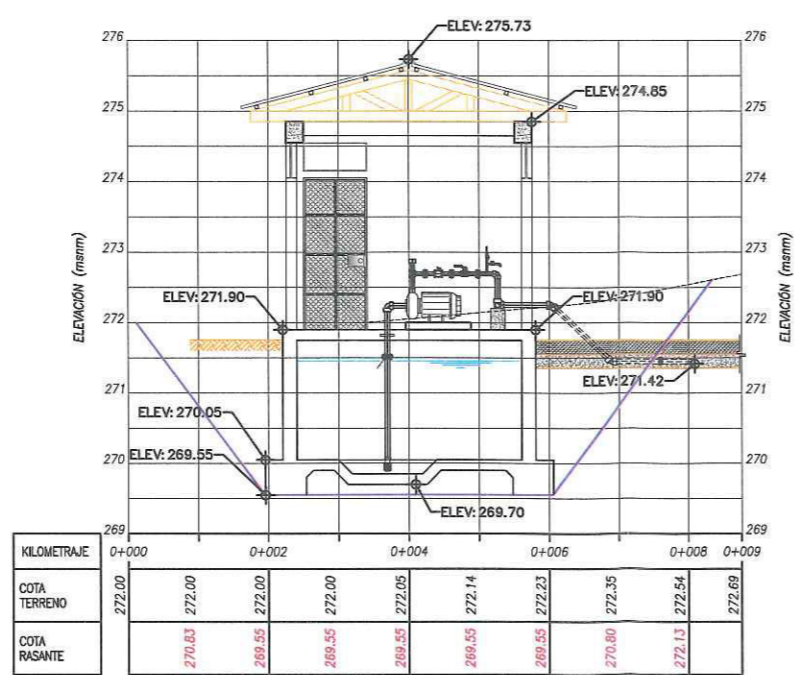
CASETA DE BOMBEO Y CISTERNA - PLANTA
ESC. 1:50



LEYENDA	
	CURVAS DE NIVEL
	CURVAS DE NIVEL MOVIMIENTO DE TIERRAS
	CISTERNA
	VÉRTICE
	QUEBRADA
	SENTIDO DEL FLUJO

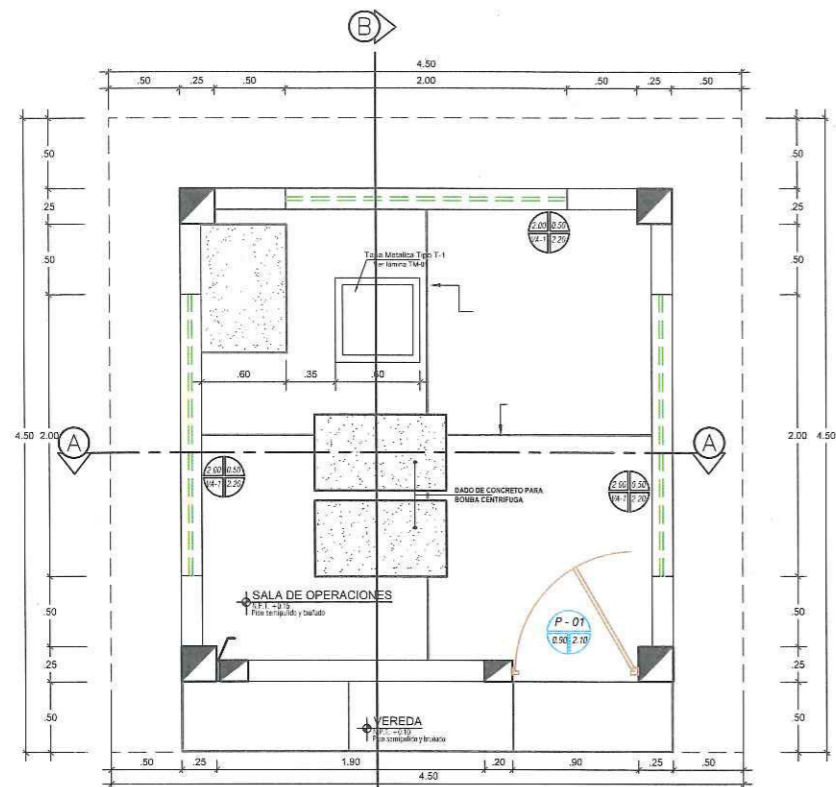
CUADRO TECNICO		
VERTICE	COORDENADAS UTM WGS 84	
	NORTE	ESTE
A	8 853 617.4	518 140.4
B	8 853 618.5	518 143.7
C	8 853 615.2	518 144.8
D	8 853 614.1	518 141.5

MOVIMIENTO DE TIERRAS	
CORTE	RELLENO
85.21 m3	0 m3

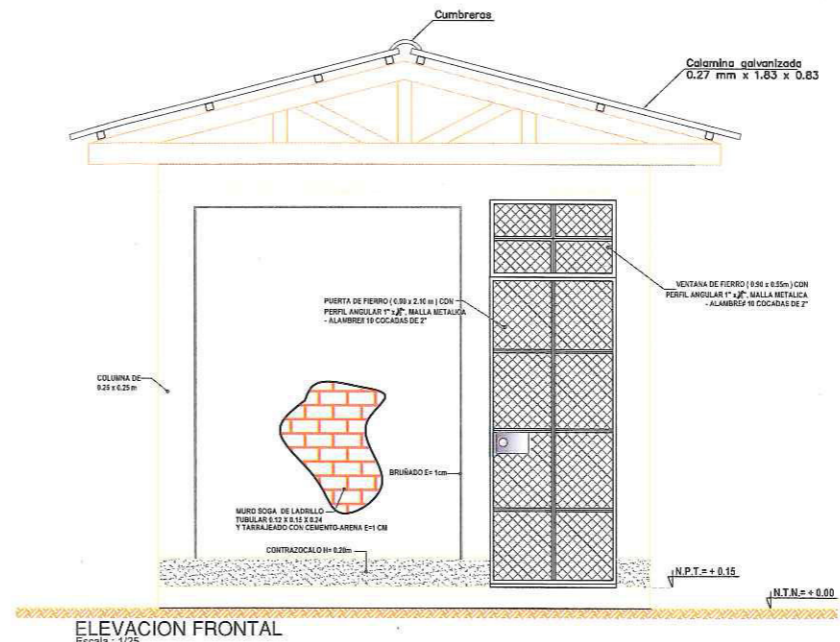


CASETA DE BOMBEO Y CISTERNA - PERFIL
ESC. 1:50

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS Decana de América FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS EAP: INGENIERÍA MECÁNICA DE FLUIDOS		
MONOGRAFÍA TÉCNICA PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO DE FLUIDOS		
TÍTULO DE LA MONOGRAFÍA: DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO RENDENCIÓN NEYATI - OXAPAMPA		
PLANO: CASETA DE BOMBEO Y CISTERNA PLANTA Y PERFIL	COD. PLANO: P-03	ESCALA: INDICADA
ALUMNO: CARLOS TEJEDA NÓREZ		

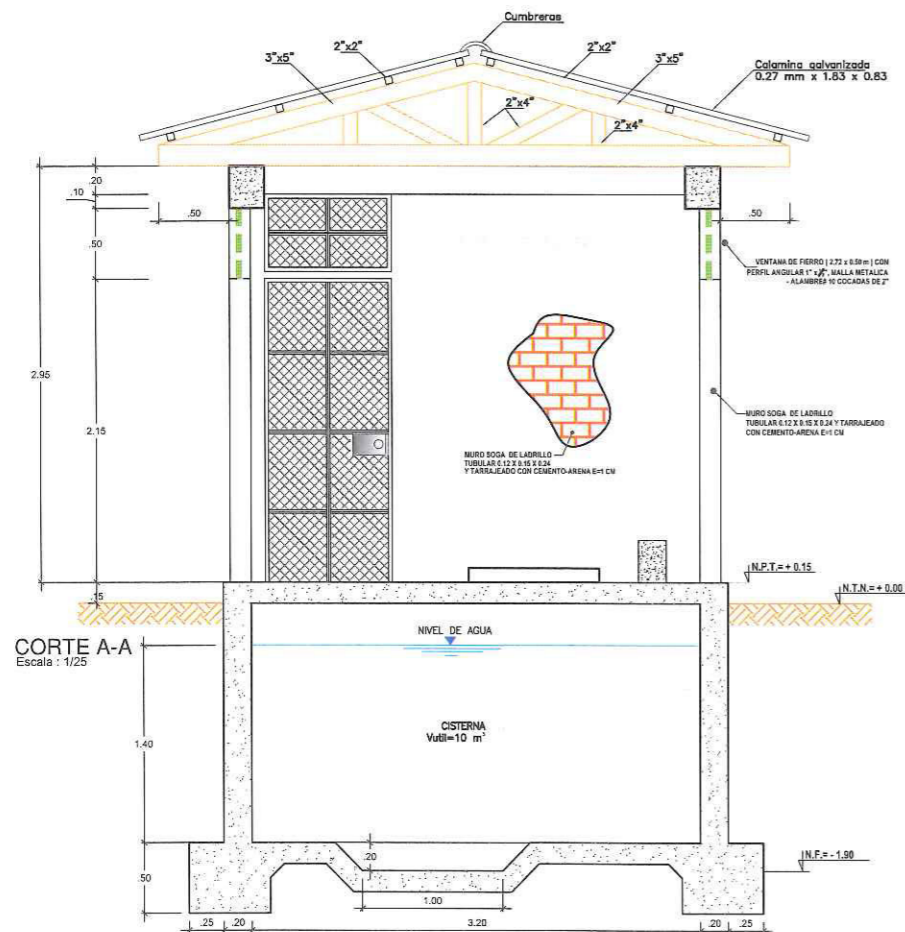


PLANTA DE CASETA DE CISTERNA - ARQUITECTURA
Escala : 1/25

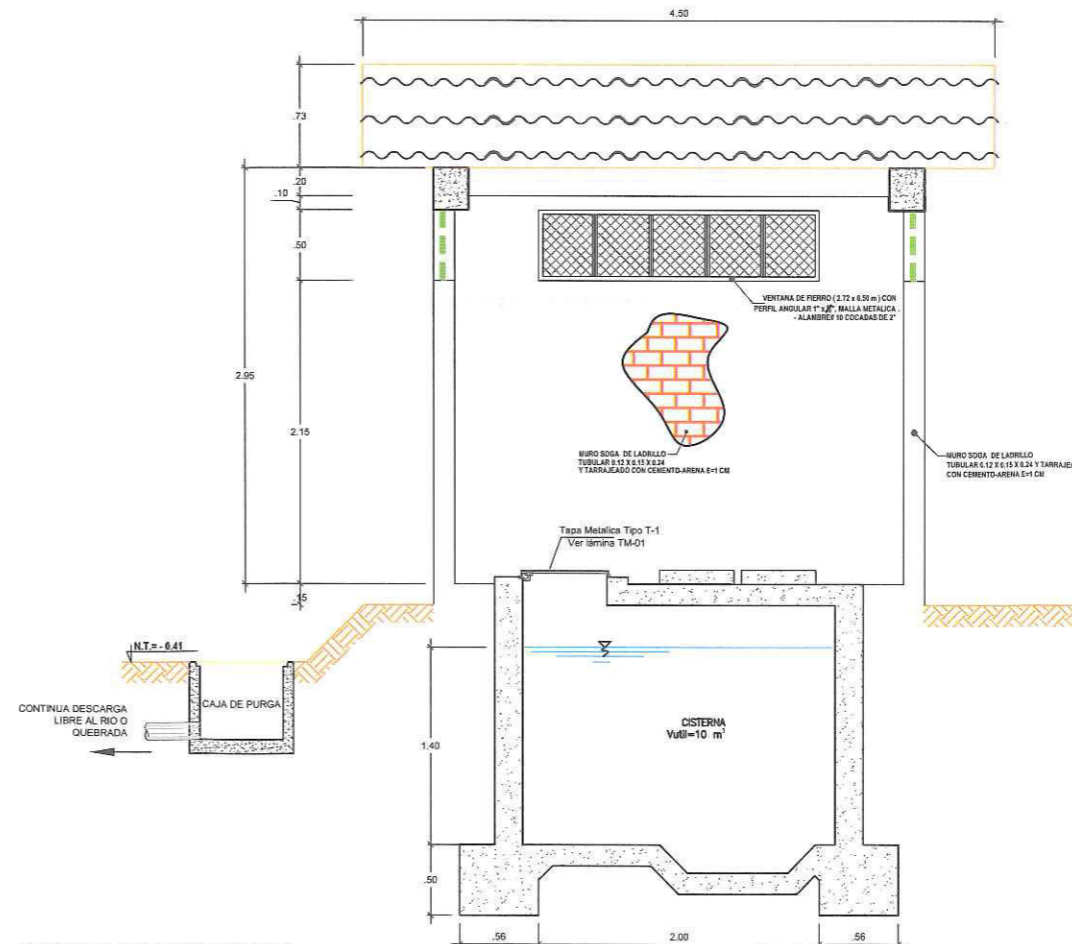


ELEVACION FRONTAL
Escala : 1/25

CUADRO DE VANOS : VENTANAS					
CODIGO	ALFEIZAR	ALTO	ANCHO	UND	MATERIAL
VA-1	2.50	0.50	2.00	03	PERFILES METALICOS Y MALLA METALICA
P-01	---	2.10	0.90	01	PERFILES METALICOS Y MALLA METALICA

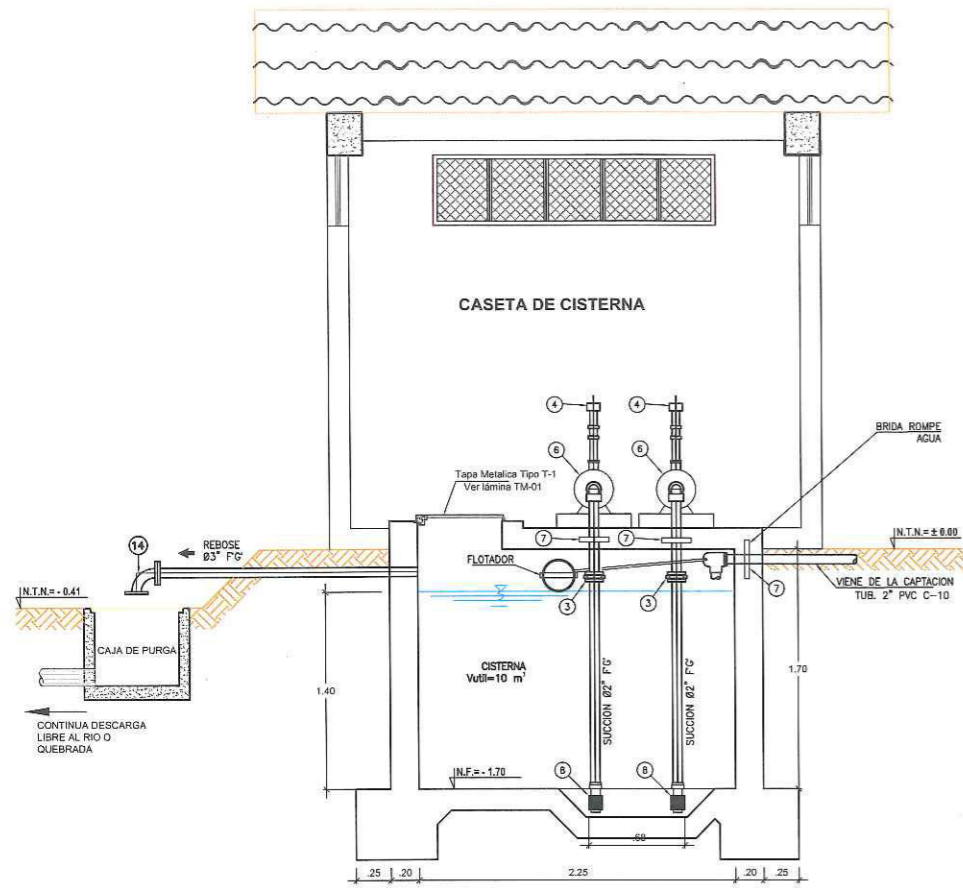


SECCION A-A: ARQUITECTURA
ESCALA: 1/25

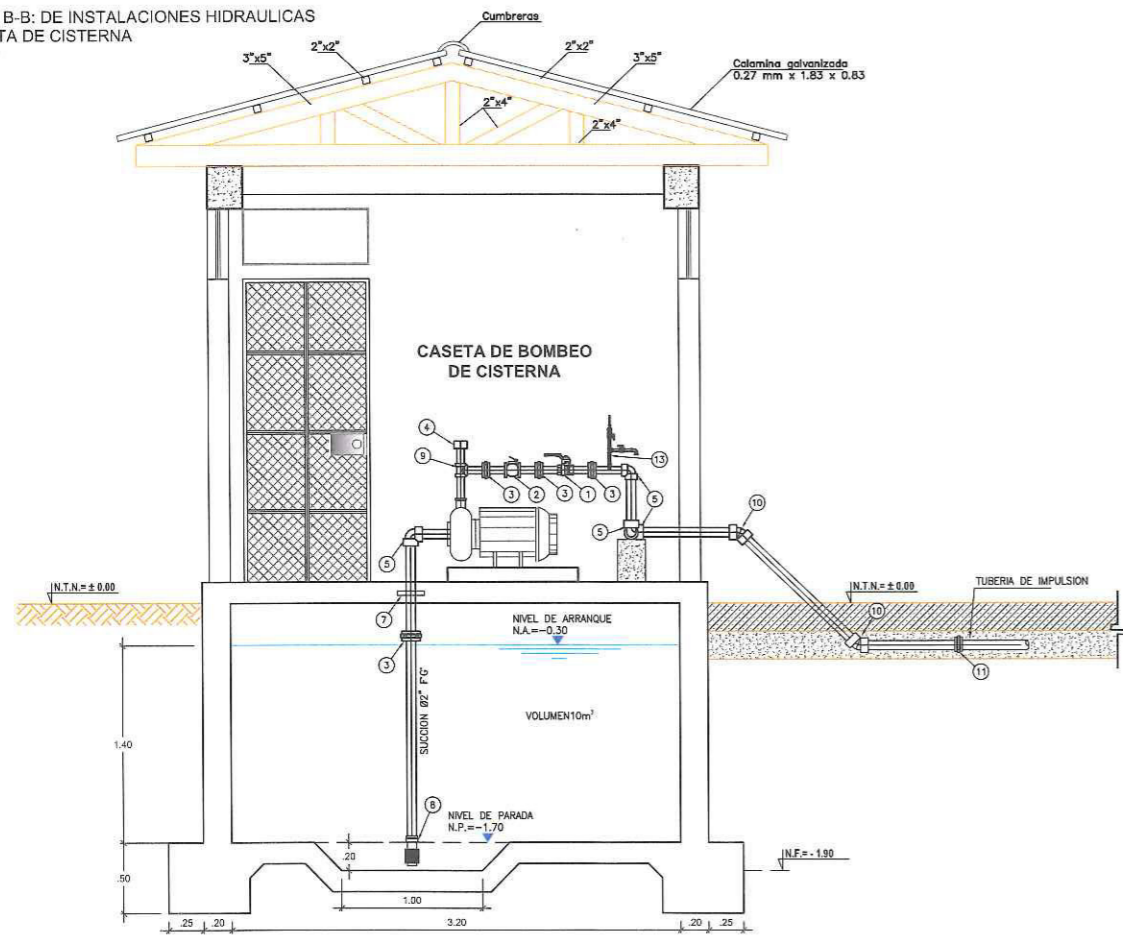


SECCION B-B: DE ARQUITECTURA
ESCALA: 1/25

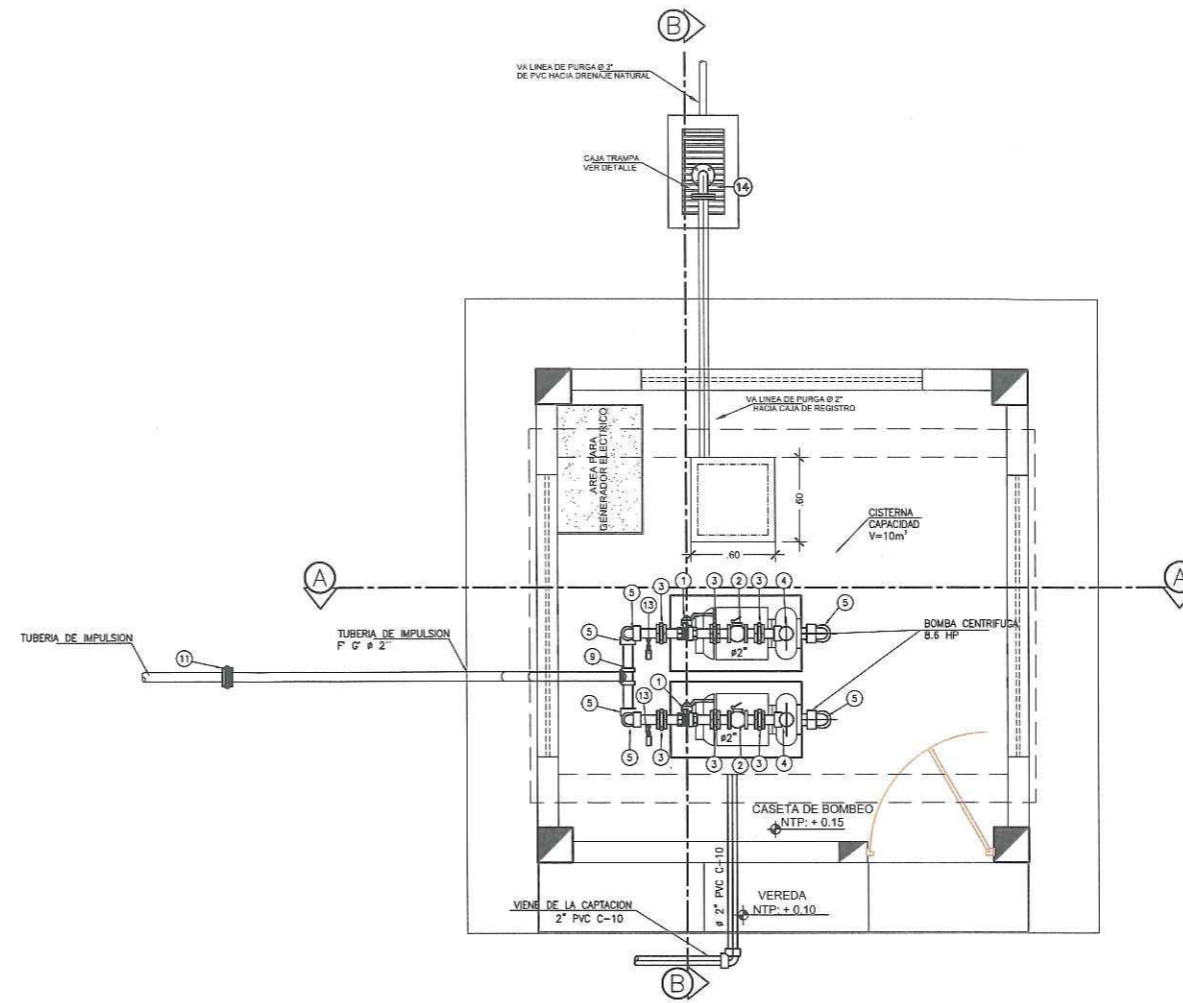
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS Decana de América FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS EAP: INGENIERÍA MECÁNICA DE FLUIDOS MONOGRAFÍA TÉCNICA PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO DE FLUIDOS		
TÍTULO DE LA MONOGRAFÍA: DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO RENDENCIÓN NEVATI - OXAPAMPA		
PLANO: CASETA DE BOMBEO Y CISTERNA DETALLES	COD. PLANO: P-04	
ALUMNO: CARLOS TEJEDA NÓREZ	ESCALA: INDICADA	



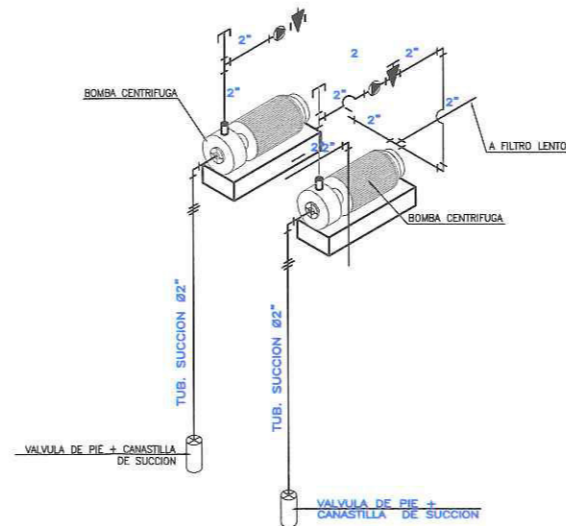
SECCION B-B: DE INSTALACIONES HIDRAULICAS DE CASETA DE CISTERNA
ESCALA: 1/25



SECCION A-A: DE INSTALACIONES HIDRAULICAS DE CISTERNA
ESCALA: 1/25



PLANTA: INSTALACIONES HIDRAULICAS DE CISTERNA
ESCALA: 1/25



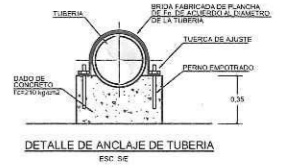
DETALLE ISOMETRICO DE ELECTROBOMBAS
S/E

N°	DESCRIPCION	CANT.
01	VALVULA DE PISO Ø 2"	2
02	VALVULA CHECK Ø 2"	2
03	UNION UNIVERSAL Ø 2"	9
04	TAPON DE CEBADO Ø 2"	2
05	CODO DE 90° Ø 2"	11
06	BOMBA CENTRIFUGA HP=8.6	2
07	BRIDA ROMPE AGUA Ø 2"	3
08	VALVULA DE PIE + CANASTILLA DE SUCCION Ø 2"	2
09	TEE Ø 2"	1
10	CODO DE 45° Ø 2"	2
11	ACOPLE DE AMPLIO RANGO Ø 2"	1
12	TUBERIA F'G Ø 2"	15 m
13	MANOMETRO DE PRESION	2
14	CODO DE 90° Ø 3"	11

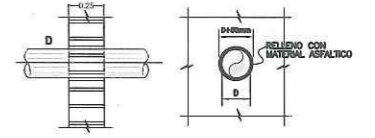
NOTA:
1.- Los accesorios y tubería de impulsión serán de hierro galvanizado
2.- Los accesorios y tubería de conducción de la captación hacia la cisterna serán de PVC C-10

N°	CODIGO DE CISTERNA	VOLUMEN TOTAL (m³)	NIVEL DE FONDO (mms)	NIVEL DE AGUA (mms)	LLEGA IMPULSION LLEGA DE	DIAMETRO TUBERIAS (mm)
1	CP	10.00			CAPTACION 2 PULG. 3 PULG.	

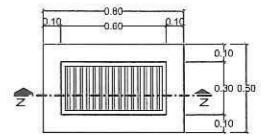
CARACTERISTICAS TECNICAS REBOMBEO CP-02							
N°	BOMBEO DE A	Qb (lps)	H.D.T. (m)	NUMERO DE BOMBAS FUNCIONANDO	TIPO DE EQUIPO RESERVA	DIAMETRO DE TUBERIAS POR EQUIPO Øb (pulg) HP	EFICIENCIA MINIMA (%)
1	CP-02	2.63	47.13	1	1 CENTRIF.	2.63 8.60 2 PULG 2 PULG.	82.6



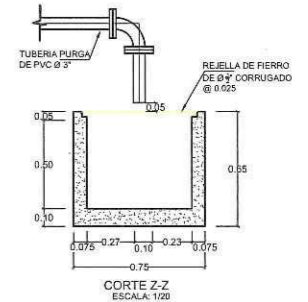
DETALLE DE ANLAJE DE TUBERIA
ESC. 25



DETALLE: PASE DE TUBERIA DE IMPULSION EN PARED
ESC: 1/25



PLANTA CAJA DE PURGA
ESCALA: 1/20

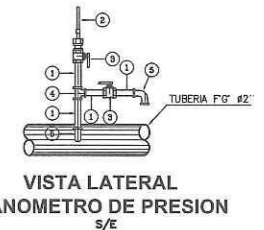


CORTE Z-Z
ESCALA: 1/20

N°	DESCRIPCION	CANT.
01	NIPLÉ DE ACERO INOXIDABLE AISI-304 ROSCADO DN 21, L=0,10 m.	6
02	MANÓMETRO DE AGUA	1
03	VALVULA DE BOLA DE ACERO INOXIDABLE AISI-304 DN 21	3
04	TEE DE ACERO INOXIDABLE AISI-304 ROSCADO DN 21	1
05	CODO 90° DE ACERO INOXIDABLE AISI-304 DN 21	2
06	COPLE SOLDABLE ROSCADO DE ACERO INOXIDABLE AISI-304	1



DETALLE N°1 MANOMETRO DE PRESION
S/E



VISTA LATERAL MANOMETRO DE PRESION
S/E

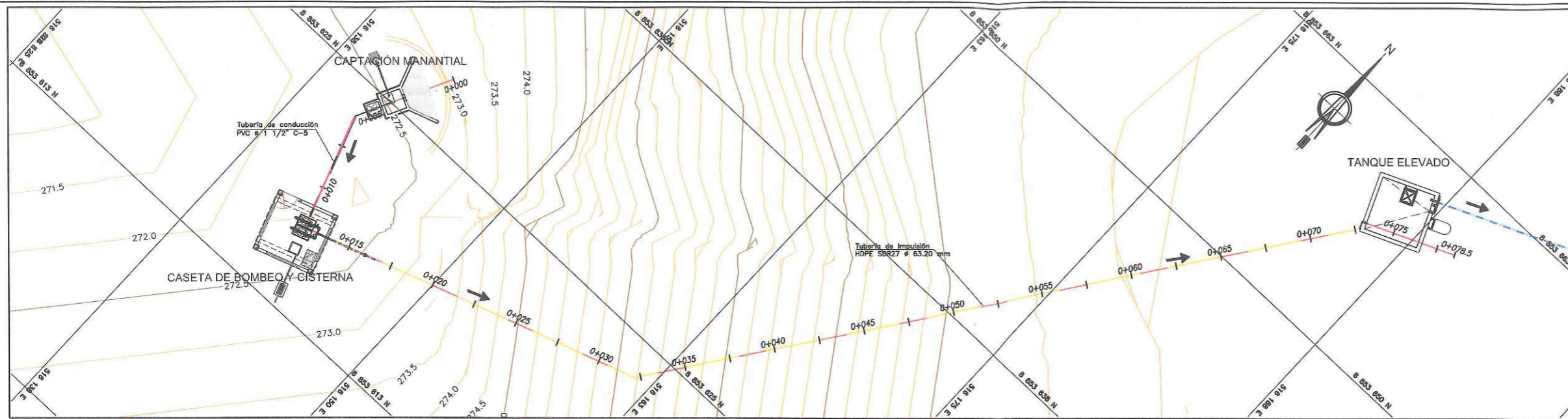
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Decana de América
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
EAP: INGENIERÍA MECÁNICA DE FLUIDOS
MONOGRAFÍA TÉCNICA PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO DE FLUIDOS

TÍTULO DE LA MONOGRAFÍA:
DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO RENDIENCIÓN NEVATI - OXAPAMPA

PLANO: CASETA DE BOMBEO Y CISTERNA
DETALLES

COD. PLANO: P-05
ESCALA: INDICADA

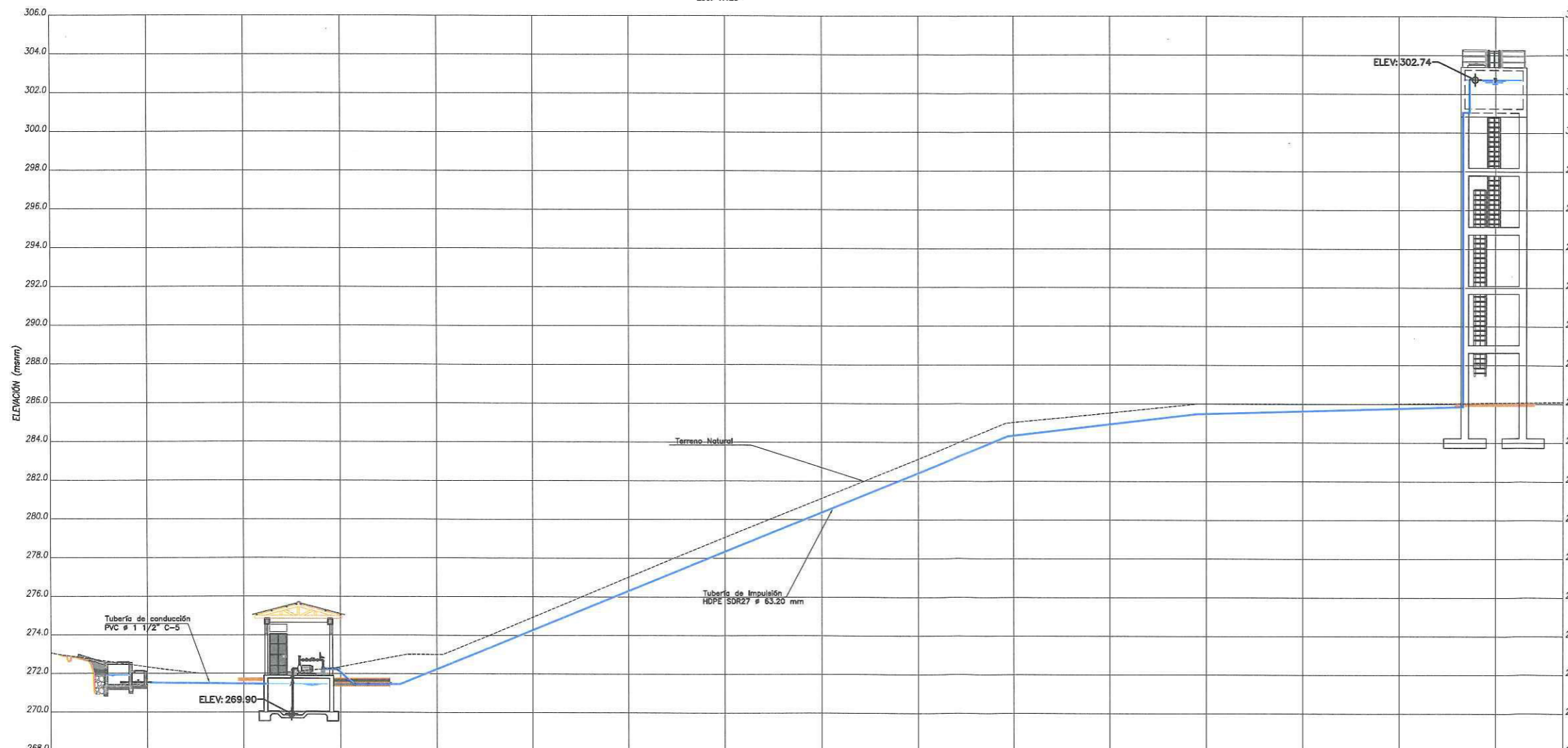
ALUMNO: CARLOS TEJEDA NOÑEZ



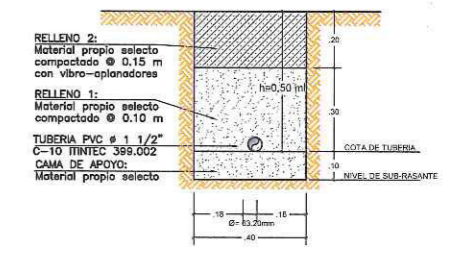
LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	NORTE MAGNÉTICO
	CAPTACION DE MANANTIAL PROYECTADO
	TANQUE ELEVADO
	CISTERNA
	LÍNEA DE CONDUCCIÓN PVC Ø 1 1/2" C-5
	LÍNEA DE IMPULSIÓN HDPE Ø 63.20mm SDR17
	P1* PUNTO DE INFLEXIÓN
	TERRENO NATURAL EXISTENTE
	LÍNEA DE TUBERÍA PROYECTADA
	0+000 PROGRESIVAS EN LÍNEA DE CONDUCCIÓN
	CURVAS DE NIVEL
	SENTIDO DEL FLUJO

NORMAS TÉCNICAS		ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
PRODUCTO	NORMAS/ESPECIFICACIONES	1.00.- DE LOS MATERIALES:	
TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD HDPE - SDR 17	N.T.P. - ISO 4427:2008	1.01. TUBERÍA DE PVC A PRESIÓN	
FUSOS DE POLICARBONATO DE VINILO NO PLASTIFICADO PVC-U F	N.T.P. - ISO 1452:2011	A) LOS TUBOS DE PVC PARA CONDUCCIÓN DE AGUA A PRESIÓN DEBEN FABRICARSE DE ACUERDO A LAS NORMAS TÉCNICAS: TUBERÍA PVC N.T.P. 399.002:2006 Ø 1 1/2", 1", 3/4", 1/2" LOS DN= 1", 3/4", 1/2" SERÁN DE C=10	
ACCESORIOS DE POLICARBONATO DE VINILO NO PLASTIFICADO PVC-U F	N.T.P. - ISO 1452:2011	TUBERÍA PVC N.T.P. 399.002:2006 Ø 1 1/2", 1", 3/4", 1/2" PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO 75 m.c.a.	
FUSOS DE POLICARBONATO DE VINILO NO PLASTIFICADO PVC-U F	N.T.P. - INTETEC N° 399.002:2006	B) SE UTILIZA LA TUBERÍA DE PVC POR SU VERSÁTILIDAD EN EL TRANSPORTAR, ALMACENAR, INSTALAR Y POR SU ALTA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN Y A LOS AGENTES QUÍMICOS Y CORROSIOSOS	
ACCESORIOS DE POLICARBONATO DE VINILO NO PLASTIFICADO PVC-U F	N.T.P. - INTETEC N° 399.002:2006	C) PARA LOGRAR UN EMPALME ADECUADO SE RECOMIENDA UTILIZAR TERFEN EN EL CASO DE TUBOS ROSCADOS Y UNA DELGADA CAPA DE PEGAMENTO EN EL CASO DE TUBOS DE ESPESURA CAMPANEA DE ACUERDO A LAS INDICACIONES DEL FABRICANTE	
		1.02. ACCESORIOS DE PVC A PRESIÓN	
		A) LOS ACCESORIOS DEBEN FABRICARSE DE ACUERDO A LAS NORMAS TÉCNICAS: TUBERÍA PVC N.T.P. 399.002:2006 Ø 1 1/2", 1", 3/4", 1/2" PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO 75 m.c.a.	
		B) EL ANCHO DE LA ZANJA DEBE SER TAL QUE FACILITE EL MONTAJE DE LOS TUBOS, CON EL RELENDO Y COMPACTACIÓN ADECUADA. LAS EXCAVACIONES NO DEBEN EFECTUARSE CON DEMASIADA ANTIPOZACIÓN A LA CONSTRUCCIÓN, PARA EVITAR DESLIZAMIENTOS Y ACCIDENTES	
		C) SE DISPONDRÁN, COMO MÍNIMO, 15 CM A CADA LADO DE LA TUBERÍA PARA PODER REALIZAR EL MONTAJE. LA ZANJA DEBE SER LO MÁS ANGOSTA POSIBLE DENTRO DE LOS LÍMITES PRACTICABLES Y QUE PERMITA EL TRABAJO DENTRO DE ELLA SI ES NECESARIO.	
		2.00.- EJECUCIÓN DE OBRAS:	
		2.01. EXCAVACIÓN	
		A) LA EXCAVACIÓN EN CORTE ABIERTO SERÁ HECHA A MANO, A TRAVÉS ANCHOS Y PROFUNDIDADES NECESARIAS PARA LA CONSTRUCCIÓN, DE ACUERDO A LOS PLANOS Y/O ESPECIFICACIONES	
		B) EL ANCHO DE LA ZANJA DEBE SER TAL QUE FACILITE EL MONTAJE DE LOS TUBOS, CON EL RELENDO Y COMPACTACIÓN ADECUADA. LAS EXCAVACIONES NO DEBEN EFECTUARSE CON DEMASIADA ANTIPOZACIÓN A LA CONSTRUCCIÓN, PARA EVITAR DESLIZAMIENTOS Y ACCIDENTES	
		C) SE DISPONDRÁN, COMO MÍNIMO, 15 CM A CADA LADO DE LA TUBERÍA PARA PODER REALIZAR EL MONTAJE. LA ZANJA DEBE SER LO MÁS ANGOSTA POSIBLE DENTRO DE LOS LÍMITES PRACTICABLES Y QUE PERMITA EL TRABAJO DENTRO DE ELLA SI ES NECESARIO.	

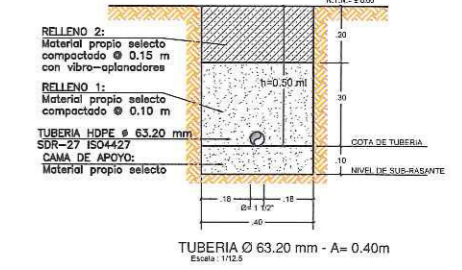
LÍNEA DE IMPULSIÓN Y CONDUCCIÓN - PLANTA
ESC. 1:125



SECCIÓN LA LINEA DE CONDUCCIÓN



SECCIÓN LA LINEA DE IMPULSIÓN



KILOMETRAJE	0+000	0+005	0+010	0+015	0+020	0+025	0+030	0+035	0+040	0+045	0+050	0+055	0+060	0+065	0+070	0+075	0+079	
COTA TERRENO	273.08	272.89	272.35	272.04	272.00	272.83	273.00	273.91	274.94	275.98	277.02	278.06	279.09	280.12	281.15	282.18	283.21	284.24
COTA RASANTE			272.13	271.45	272.21	273.22	274.24	275.26	276.28	277.29	278.31	279.33	280.35	281.36	282.38	283.40	284.42	285.44

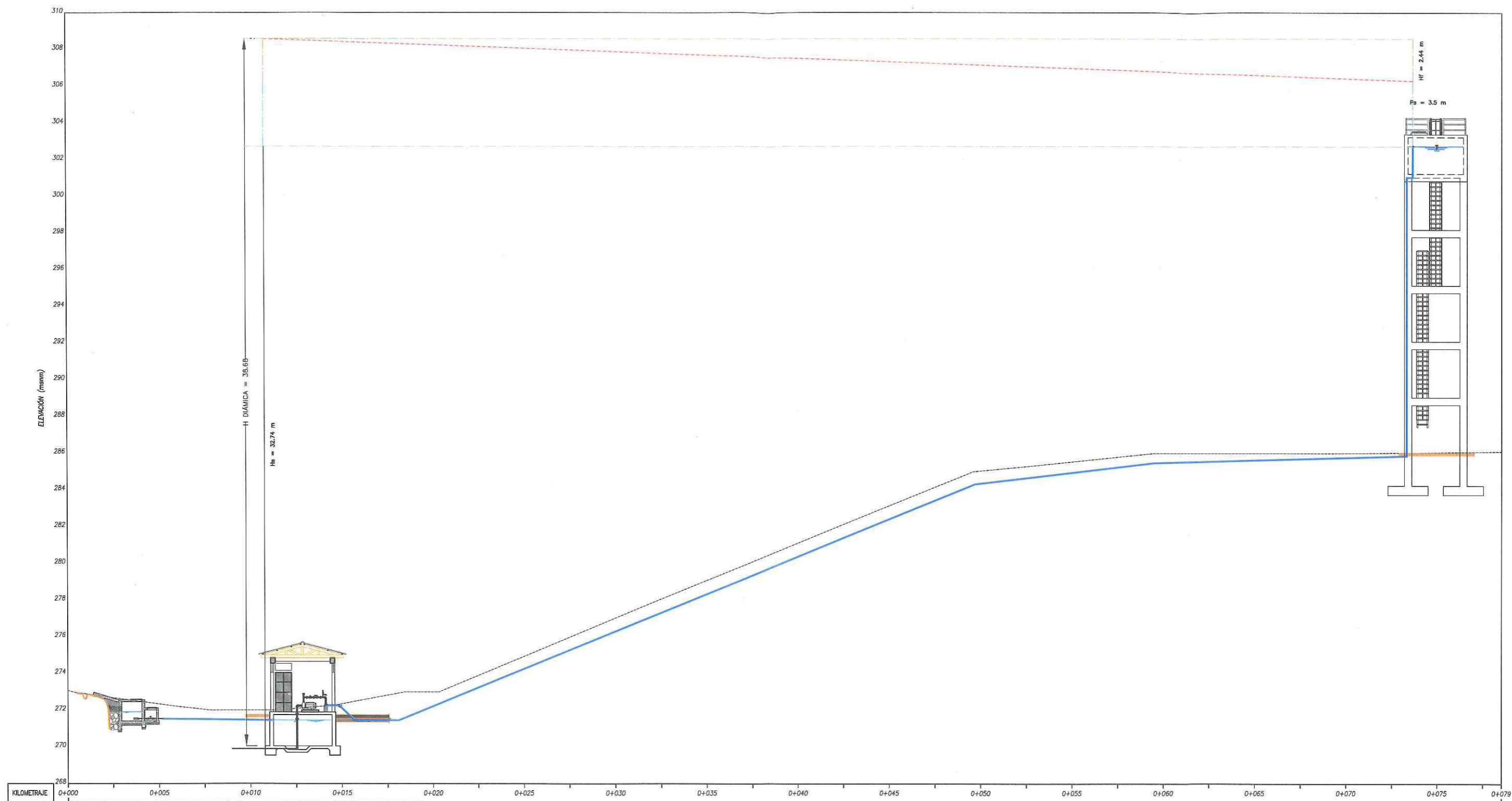
LÍNEA DE IMPULSIÓN Y CONDUCCIÓN - PERFIL
ESC. 1:125

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Decana de América
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
EAP: INGENIERÍA MECÁNICA DE FLUIDOS
MONOGRAFÍA TÉCNICA PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO DE FLUIDOS

TÍTULO DE LA MONOGRAFÍA:
DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO RENDIENCIÓN NEVATI - OXAPAMPA

PLANO: LÍNEA DE CONDUCCIÓN E IMPULSIÓN PLANTA Y PERFIL
ALUMNO: CARLOS TEJEDA NÓREZ

COD. PLANO: P-06
ESCALA: INDICADA



GRADIENTE HIDRÁULICA
ESC. 1:100

LEYENDA PERFIL LONGITUDINAL	
	TERRENO NATURAL
	LÍNEA DE CONDUCCIÓN / LÍNEA DE ADUCCIÓN
	LÍNEA DE NIVEL ESTÁTICO
	LÍNEA DE GRADIENTE HIDRÁULICA
	LÍNEA DE PRESIÓN
	PÉRDIDA DE CARGA

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS Decana de América FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS EAP: INGENIERÍA MECÁNICA DE FLUIDOS		
MONOGRAFÍA TÉCNICA PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO DE FLUIDOS		
TÍTULO DE LA MONOGRAFÍA: DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO RENDENCIÓN NEVATI - OXAPAMPA		
PLANO: LÍNEA DE GRADIENTE HIDRÁULICA	COD. PLANO: P-07	
ALUMNO: CARLOS TEJEDA NÓREZ	ESCALA: INDICADA	

Anexo 2 – Bomba Seleccionada

Datos técnicos

Bomba centrífuga de alta presión MHIL 504-E-3-460-60-2/IE3

Nombre del proyecto Proyecto sin nombrar

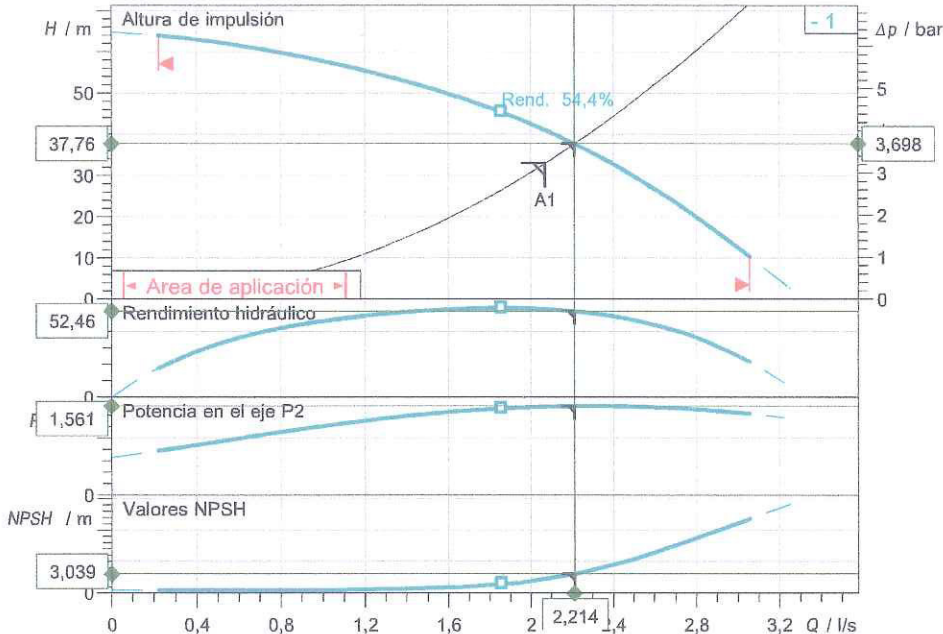
ID proyecto

Lugar de montaje

Número de posición de cliente

Fecha 10.07.2018

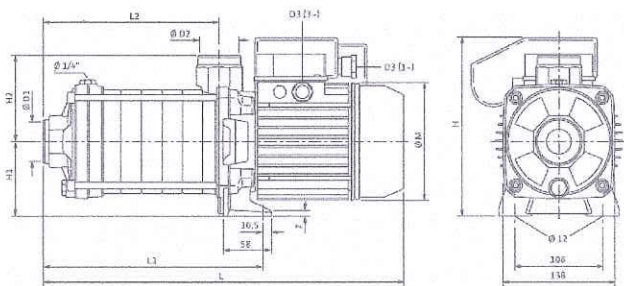
Diagrama característico



Dimensiones

Dimension	Value
D3	M25
H	240
H1	90
H2	104
L1	215,6
L2	162,1
L5	44
Ø D1	1 1/4
Ø D2	1
Ø M	172

mm



Datos proyectados

Caudal	2,07 l/s
Altura	33,00 m
Fluidos	Agua 100 %
Temperatura del fluido	10,00 °C
Densidad	998,30 kg/m ³
Viscosidad cinemática	1,00 mm ² /s

Datos hidráulicos (Punto de trabajo)

Caudal	2,21 l/s
Altura	37,76 m
Potencia en el eje P2	1,56 kW
Rendimiento hidráulico	52,46 %
NPSH	3,04 m

Datos de los productos

Bomba centrífuga de alta presión MHIL 504-E-3-460-60-2/IE3	
Presión máxima de trabajo	10 bar
Presión de entrada máx.	6 bar
Temperatura del fluido	-30 °C ... +120 °C
Máx. temperatura ambiente	40 °C
índice de eficiencia mínima (MEI)	

Datos del motor

Nivel de eficiencia del motor	IE3
Alimentación eléctrica	3~ 460 V / 60 Hz
Tolerancia de tensión admisible	380: ±10%_440-480: ±
Velocidad máx.	3500 1/min
Potencia nominal P2	1,50 kW
Intensidad nominal	3,20 A
Factor de potencia	
Rendimiento	50% / 75% / 100%
Grado de protección	84/85,5/85,5%
Clase de aislamiento	IP 54
Clase de aislamiento	F
Protección de motor	

Medidas de acoplamiento

Conexión aspiración	Rp 1 1/4, PN 10
Conexión impulsión	Rp 1, PN 10

Materiales

Carcasa de la bomba	EN-GJL-250 (con revestimiento de 1.4301 [AISI304])
Rodete	1.4301 [AISI304]
Sellado estático	EPDM
Eje de bomba	1.4301 [AISI304]
Cierre mecánico	BQ1E3GG

Información de pedido

Peso aprox.	21,3 kg
Referencia	4210939