

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

“Propuesta de captación de manantial para el abastecimiento de agua potable en el sector Carrizales - Chimbote-2023”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Autores:

Bach. De la Cruz Jara, Halver Branggio

Bach. Ramirez Paredes, David Ricardo

Asesor:

Dr. López Carranza, Atilio Rubén

DNI: 32965940

Código ORCID: 0000-0002-3631-2001

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

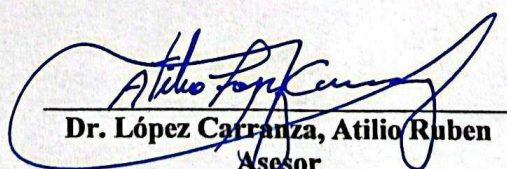


UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

“Propuesta de captación de manantial para el abastecimiento de agua potable en el sector Carrizales - Chimbote-2023”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Revisado y aprobado por:



Dr. López Carranza, Atilio Ruben
Asesor

DNI: 32965940

Código ORCID: 0000-0002-3631-2001

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ
2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

“Propuesta de captación de manantial para el abastecimiento de agua potable en el sector Carrizales - Chimbote-2023”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Revisado y aprobado por el siguiente jurado:

Ms. Sparrow Alamo, Edgar Gustavo
Presidente
DNI: 32904375
Código ORCID: 0000-0003-4469-0288

Ms. Villavicencio González, Felipe Eleuterio
Secretario
DNI: 26673663
Código ORCID: 0000-0002-3500-2378

Dr. López Carranza, Atilio Ruben
Integrante
DNI: 32965940
Código ORCID: 0000-0002-3631-2001

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ
2026



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

- EPIC -

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

FORMATO Nº 01

A los 18 días del mes de junio del año dos mil veintiséis, siendo las 12:00 horas, en el Laboratorio de Topografía del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución Nº 144-2026-UNS-CFI, con fecha 21.05.2026, integrado por los siguientes docentes: **Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo** (Presidente), **Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio Gonzalez** (Secretario), **Dr. Atilio Rubén López Carranza** (Integrante), **Dra. Janet Verónica Saavedra Vera** (Accesitario), en base a la Resolución Decanal Nº 250-2026-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "PROPUESTA DE CAPTACIÓN DE MANANTIAL PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR CARRIZALES - CHIMBOTE - 2023 ", presentado por los Bachilleres **DE LA CRUZ JARA HALVER BRANGGIO** con cód. Nº 0201613017 y **RAMIREZ PAREDES DAVID RICARDO** con cód. Nº 0201613048, quienes fueron asesorados por el docente **Dr. Atilio Rubén López Carranza**, según lo establece la T. Resolución Decanal Nº 629-2023-UNS-FI, de fecha 28.08.2023.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
DE LA CRUZ JARA HALVER BRANGGIO	17	BUENO

Siendo las 13:00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 18 de junio de 2026.



Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo
Presidente



Ms Felipe Eleuterio Villavicencio Gonzalez
Secretario



Dr. Atilio Rubén López Carranza
Integrante



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil
- EPIC -

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 18 días del mes de junio del año dos mil veintiséis, siendo las 12:00 horas, en el Laboratorio de Topografía del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 144-2026-UNS-CFI, con fecha 21.05.2026, integrado por los siguientes docentes: **Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo** (Presidente), **Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio Gonzalez** (Secretario), **Dr. Atilio Rubén López Carranza** (Integrante), **Dra. Janet Verónica Saavedra Vera** (Accesitario), en base a la Resolución Decanal N° 250-2026-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "PROPUESTA DE CAPTACIÓN DE MANANTIAL PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR CARRIZALES - CHIMBOTE - 2023 ", presentado por los Bachilleres **DE LA CRUZ JARA HALVER BRANGGIO** con cód. N° 0201613017 y **RAMIREZ PAREDES DAVID RICARDO** con cód. N° 0201613048, quienes fueron asesorados por el docente **Dr. Atilio Rubén López Carranza**, según lo establece la T. Resolución Decanal N° 629-2023-UNS-FI, de fecha 28.08.2023.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
RAMÍREZ PAREDES DAVID RICARDO	17	BUENO

Siendo las 13:00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 18 de junio de 2026.


Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo
Presidente


Ms Felipe Eleuterio Villavicencio Gonzalez
Secretario


Dr. Atilio Rubén López Carranza
Integrante

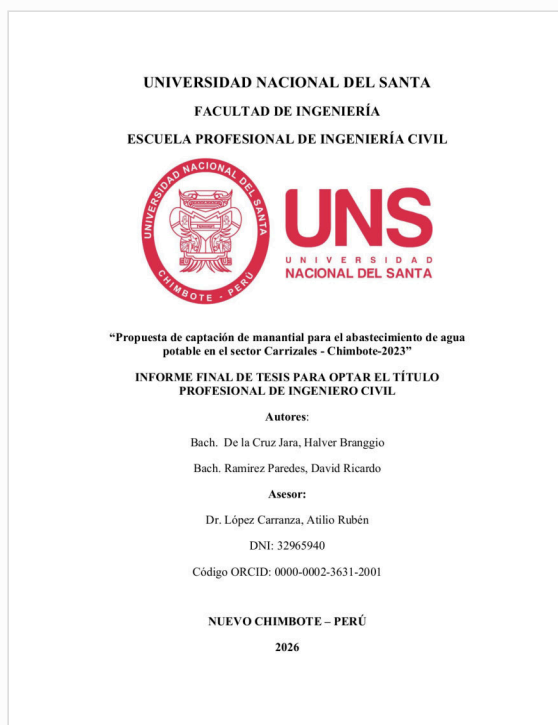


Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: HALVER DE LA CRUZ JARA
Título del ejercicio: TESIS
Título de la entrega: TESIS RAMIREZ - DE LA CRUZ corregido.pdf
Nombre del archivo: TESIS_RAMIREZ_-_DE_LA_CRUZ_corregido.pdf
Tamaño del archivo: 23.49M
Total páginas: 188
Total de palabras: 34,261
Total de caracteres: 195,897
Fecha de entrega: 30-mar-2026 08:36a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2912384662



TESIS RAMIREZ - DE LA CRUZ corregido.pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %	20 %	5 %	7 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5 %
2	www.doccity.com Fuente de Internet	4 %
3	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	3 %
4	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1 %
5	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	1 %
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
7	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
8	Submitted to Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote Trabajo del estudiante	<1 %
9	Submitted to Universidad Catolica de Trujillo Trabajo del estudiante	<1 %
10	Submitted to Universidad Nacional de Cajamarca Trabajo del estudiante	<1 %
11	documentop.com Fuente de Internet	<1 %
12	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1 %
14	Submitted to Universidad Politécnica del Perú Trabajo del estudiante	<1 %

DEDICATORIA

A mis padres, María y David, por brindarme todo su apoyo incondicional durante toda mi formación académica, siendo siempre mi inspiración para alcanzar mis metas y culminar este trabajo de investigación.

A mi hermano Joel y a mis abuelos, por su constante apoyo, consejos y palabras de aliento en cada etapa de este camino.

A todas aquellas personas que contribuyeron con su apoyo y asesoramiento en la realización y finalización de este estudio.

David Ricardo Ramirez Paredes

A mis padres, Magaly Jara y Mariano Hilario, a quienes debo profundamente cada logro alcanzado en mi formación personal y profesional. Su amor incondicional, esfuerzo constante y sacrificio han sido el pilar fundamental que me ha permitido avanzar con determinación a lo largo de este camino académico. Gracias por inculcarme valores como la responsabilidad, la perseverancia y la honestidad, y por brindarme siempre su apoyo, confianza y motivación en cada etapa de mi vida. Este trabajo representa también el fruto de todo lo que ustedes han sembrado en mí.

Halver Branggio De La Cruz Jara

AGRADECIMIENTOS

Manifestamos nuestro sincero agradecimiento a nuestro asesor, Ruben López Atilio, por su valiosa orientación, dedicación y apoyo durante el desarrollo de la presente investigación. Asimismo, expresamos nuestro reconocimiento a todos los docentes de la carrera profesional que, con sus enseñanzas y conocimientos, contribuyeron a nuestra formación académica y profesional.

Los autores

Índice General

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS	III
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT	XIII
I. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Descripción y formulación del problema.....	15
1.2. Objetivos.....	17
1.2.1. Objetivo General.....	17
1.2.2. Objetivos Específicos	17
1.3. Formulación de la hipótesis	17
1.4. Justificación de la investigación	18
1.5. Importancia de la investigación	18
1.6. Limitaciones de la investigación.....	19
II. MARCO TEÓRICO.....	20
2.1. Antecedentes de la investigación.....	21
2.1.1. Antecedentes Internacionales	21
2.1.2. Antecedentes Nacionales	23
2.1.3. Antecedentes Locales	25
2.2. Marco Conceptual.....	26
2.2.1. Sistema de abastecimiento según la ubicación de la fuente.....	26
2.2.1.1. Sistemas por gravedad.	27
2.2.1.2. Sistemas por bombeo.	28
2.2.2. Tipos de fuentes de agua.....	28
2.2.2.1. Agua de lluvia.	28
2.2.2.2. Agua Superficial.	28

2.2.2.3. Agua subterránea (Pozos).	29
2.2.2.4. Aguas subterráneas (Galería filtrantes).....	29
2.2.2.5. Aguas Subterráneas (Manantiales).....	30
2.2.3. Opciones tecnológicas para el abastecimiento de agua potable	31
2.2.3.1. Sistemas por gravedad con tratamiento.	32
2.2.3.2. Sistemas por gravedad sin tratamiento (manantial).	32
2.2.3.3. Sistemas por gravedad sin tratamiento (pozos y galería filtrante).	33
2.2.3.4. Sistemas por bombeo con tratamiento.	33
2.2.3.5. Sistemas por bombeo sin tratamiento (manantial).	34
2.2.3.6. Sistemas por bombeo sin tratamiento (pozo y galería filtrante).	34
2.2.3.7. Sistemas pluviales.	34
2.2.4. Características de la fuente de Abastecimiento	34
2.2.4.1. Viabilidad de la fuente de abastecimiento.	35
2.2.4.2. Aforo de la fuente.	36
2.2.4.3. Condiciones de la calidad de agua potable.	38
2.2.5. Criterios de diseño para sistemas de agua para consumo humano	41
2.2.5.1. Parámetros de diseño.	41
2.2.6. Diseño de Captación de Manantial de ladera concentrado.	46
2.2.6.1. Componentes de la captación de manantial.	47
2.2.6.2. Diseño hidráulico y dimensionamiento de la captación.....	48
2.2.6.3. Determinación de la distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda.....	49
2.2.6.4. Cámara rompe presión para línea de conducción.	60
2.2.6.5. Válvula de aire.	60
2.2.6.6. Válvula de purga.	61
2.2.7. Diseño y selección del sistema de bombeo.....	61
2.2.7.1. Caudal de bombeo.....	61
2.2.7.2. Altura manométrica total.	62

2.2.7.3. Potencia del equipo de bombeo.	63
2.2.7.4. Selección del tipo de bomba.	64
2.2.7.5. Selección hidráulica de la bomba.....	64
2.2.8. Diseño de capacidad de reservorio	65
2.2.8.1. Volumen de regulación.	65
2.2.8.2. Volumen de reserva.	65
2.2.8.3. Volumen para emergencias.....	65
2.2.9. Consideraciones en la construcción de captación de manantial de ladera.....	66
2.2.9.1. Consideraciones generales.	66
2.2.9.2. Protección de la zona de afloramiento.	66
2.2.9.3. Cámara húmeda (Colectora).	67
2.2.9.4. Cámara seca (cámara de válvulas).	68
2.2.9.5. Ubicación de la captación.	68
2.2.9.6. Excavación y cimentación.	68
2.2.9.7. Prueba hidráulica.....	68
III. MATERIALES Y METODOLOGÍA	69
3.1. Materiales.....	70
3.1.1. Materiales de Gabinete	70
3.1.2. Materiales de Campo	70
3.2. Metodología.....	71
3.2.1. Tipo de Investigación.....	71
3.2.2. Nivel de investigación	71
3.2.3. Diseño de Investigación.....	71
3.2.4. Población	72
3.2.5. Muestra	72
3.2.6. Tipo de muestra	72
3.2.7. Variables	72

3.2.7.1. Definición Conceptual	72
3.2.7.2. Definición Operacional	73
3.2.8. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	73
3.2.8.1. Técnicas de Recolección de Datos	73
3.2.9. Instrumentos de Recolección de Datos	78
3.2.10. Confiabilidad y Validez de los Instrumentos Utilizados.....	79
3.2.11. Análisis de Datos.....	80
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	82
4.1. Resultados.....	83
4.1.1. Resultados de la evaluación técnica del manantial y de la infraestructura existente.....	83
4.1.2. Resultados del análisis de calidad del agua del manantial.....	83
4.1.2.1. <i>Resultados del análisis fisicoquímico</i>	83
4.1.2.2. Resultados del análisis microbiológico.....	84
4.1.3. Resultados del aforo en época de avenida	84
4.1.3.1. Aforo en temporada de estiaje.	85
4.1.3.2. Resultados del Aforo en época de avenida	85
4.1.4. Resultados de las condiciones topográficas del sistema.....	86
4.1.5. Resultados del análisis poblacional y determinación de la demanda de agua.....	87
4.1.5.1. Resultados de la población de diseño.	87
4.1.5.2. Resultados de la demanda de agua potable futura.	87
4.1.5.3. Resultados del caudal de diseño.....	88
4.1.5.4. Análisis comparativo oferta - demanda.	88
4.1.6. Resultados del diseño Hidráulico de la captación	89
4.1.6.1. Caudal adoptado para el diseño.	89
4.1.6.2. Dimensionamiento de la estructura de captación.....	89
4.1.6.3. Sistema de salida y protección.	90
4.1.7. Resultados del sistema de bombeo y línea de impulsión.....	91

4.1.7.1. Cámara de bombeo.....	91
4.1.7.2. Tubería de Succión.....	92
4.1.7.3. Línea de impulsión.....	92
4.1.7.4. Altura manométrica Total.....	93
4.1.7.5. Selección de la bomba.....	94
4.1.7.6. Evaluación frente a golpe de ariete.....	94
4.1.8. Volumen de Almacenamiento del Reservoirio.....	94
4.1.9. Contrastación de Hipótesis.....	95
4.2. Discusiones.....	96
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	98
5.1. Conclusiones.....	99
5.2. Recomendaciones.....	100
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES.....	102
VII. ANEXOS.....	107

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Valores Referenciales de parámetros de Calidad Organoléptica para agua destinada al consumo humano.</i>	40
Tabla 2 <i>Valores de referencia para parámetros microbiológicos y parasitológicos en agua para consumo humano.</i>	41
Tabla 3 <i>Periodos referenciales de diseño para componentes de infraestructura sanitaria.</i> .	42
Tabla 4 <i>Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab.d)</i>	44
Tabla 5 <i>Dotación de agua para centros educativos</i>	45
Tabla 6 <i>Tabla de Coeficientes para el cálculo de la pérdida de carga en piezas especiales y válvulas.</i>	59
Tabla 7 <i>Resultados de análisis fisicoquímico del agua del manantial.</i>	83
Tabla 8 <i>Resultados de análisis microbiológico</i>	84
Tabla 9 <i>Resultados del aforo en temporada de estiaje</i>	85
Tabla 10 <i>Resultados del aforo en temporada de avenida</i>	85
Tabla 11 <i>Resumen de parámetros hidráulicos adoptados en la captación.</i>	91
Tabla 12 <i>Tabla Dotación en zonas rurales RM - 192 - 2018.</i>	134
Tabla 13 <i>Dotación de agua para centros educativos</i>	135
Tabla 14 <i>Dotaciones de agua para locales de espectáculos, centros de reunión, cines u otros similares</i>	137
Tabla 15 <i>Dotación de Agua para Restaurantes</i>	139
Tabla 16 <i>Resumen de Consumo no Doméstico</i>	140

Índice de figuras

Figura 1 <i>Tipos de Manantiales</i>	31
Figura 2 <i>Aforo por método Volumétrico</i>	38
Figura 3 <i>Flujo de agua en un orificio de pared gruesa</i>	49
Figura 4 <i>Esquema de la relación entre carga disponible y pérdida de carga en la captación</i>	50
Figura 5 <i>Altura total de la cámara húmeda</i>	53
Figura 6 <i>Canastilla de salida</i>	54
Figura 7 <i>Línea de Conducción</i>	55
Figura 8 <i>Ficha de Diagnóstico de Infraestructura Hidráulica Existente</i>	75
Figura 9 <i>Ficha de Caracterización y Aforo del manantial</i>	76
Figura 10 <i>Ficha de Muestras de Agua</i>	77
Figura 11 <i>Esquema del procedimiento a realizar para la propuesta de captación de manantial para el abastecimiento de agua del Sector Carrizales Chimbote-2023</i>	81
Figura 12 <i>Perfil Longitudinal Topográfico</i>	86
Figura 13 <i>Análisis de Oferta Vs Demanda</i>	88
Figura 14 <i>Dimensionamiento Hidráulico del Sistema de Captación</i>	89
Figura 15 <i>Componentes de Estación de Bombeo</i>	92
Figura 16 <i>Perfil Hidráulico de la Línea de Conducción (Impulsión)</i>	93
Figura 17 <i>Gráfico de Oferta vs Demanda</i>	144

Índice de Anexos

ANEXO 01 - DIAGNÓSTICO DE INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	108
ANEXO 02 - CARACTERIZACIÓN Y AFORO DEL MANANTIAL	109
ANEXO 03 - CALIDAD DEL AGUA DEL MANANTIAL	112
ANEXO 04 - CENSO POBLACIONAL	117
ANEXO 05 - RESULTADOS DEL DISEÑO DE CAPTACIÓN DE MANANTIAL	118
ANEXO 06 – PROCEDIMIENTOS PARA EL DISEÑO HIDRÁULICO	133
ANEXO 7 - MATRIZ DE CONSISTENCIA	176
ANEXO 8 - MATRIZ DE OPERALIZACIÓN DE VARIABLE	177
ANEXO 9 - LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	179
ANEXO 10 - PLANO DE LOTIZACIÓN.....	181
ANEXO 11 - PLANO PERFIL HIDRÁULICO	183
ANEXO 12 - PLANOS HIDRÁULICOS	185

RESUMEN

El presente estudio tiene como finalidad proponer un sistema de captación de un manantial orientado al suministro de agua potable en el sector Carrizales – Chimbote. Para ello, se consideraron criterios de carácter técnico, hidráulico y normativo, con el objetivo de asegurar la operatividad y sostenibilidad del sistema planteado. Como parte de la metodología, se realizaron actividades como el aforo del manantial, la evaluación de la calidad del agua, el levantamiento topográfico del área de estudio y el diseño hidráulico de cada uno de los componentes del sistema.

Durante la temporada de estiaje, los resultados del aforo evidenciaron un caudal mínimo de 2.274 L/s, el cual resulta superior a la demanda máxima diaria proyectada de 1.199 L/s para un horizonte de diseño de 20 años, demostrando así la disponibilidad del recurso hídrico para cubrir las necesidades de la población. En cuanto al análisis de la calidad del agua, los parámetros fisicoquímicos se encontraron dentro de los valores permitidos por la normativa vigente; sin embargo, el análisis microbiológico detectó la presencia de coliformes totales y *Escherichia coli*, lo que indica la necesidad de aplicar un proceso de desinfección mediante cloración para garantizar su consumo seguro. El análisis topográfico determinó un desnivel aproximado de 10.27 m, lo que justificó la implementación de un sistema de impulsión mediante bombeo. Asimismo, el diseño hidráulico permitió determinar una Altura Manométrica Total de 23.73 m y un volumen de reservorio de 29.00 m³.

Finalmente, se concluye que la propuesta cumple con los criterios técnicos y normativos, asegurando el abastecimiento adecuado de agua potable para la población del sector Carrizales – Chimbote.

***Palabras clave:** captación de manantial, abastecimiento de agua potable, bombeo hidráulico, diseño hidráulico, sistemas rurales de agua.*

ABSTRACT

The purpose of this study is to propose a spring water intake system aimed at supplying drinking water to the Carrizales sector – Chimbote. For this purpose, technical, hydraulic, and regulatory criteria were considered in order to ensure the operability and sustainability of the proposed system. As part of the methodology, activities such as spring flow measurement, water quality assessment, topographic surveying of the study area, and the hydraulic design of each system component were carried out.

During the dry season, the flow measurement results showed a minimum discharge of 2.274 L/s, which exceeds the projected maximum daily demand of 1.199 L/s for a 20-year design period, thus demonstrating the availability of the water resource to meet the population’s needs. Regarding water quality analysis, physicochemical parameters were found to be within the limits established by current regulations; however, microbiological analysis detected the presence of total coliforms and *Escherichia coli*, indicating the need to apply a disinfection process through chlorination to ensure safe consumption. The topographic analysis identified an approximate elevation difference of 10.27 m, which justified the implementation of a pumping system. Likewise, the hydraulic design determined a Total Dynamic Head of 23.73 m and a reservoir volume of 29.00 m³.

Finally, it is concluded that the proposed system meets the required technical and regulatory criteria, ensuring an adequate supply of drinking water for the population of the Carrizales sector – Chimbote.

Keywords: *spring water intake, drinking water supply, hydraulic pumping, hydraulic design, rural water systems..*

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción y formulación del problema

El acceso al agua potable representa uno de los retos más relevantes a escala global. Según el Banco Mundial (2025), aproximadamente dos mil millones de personas carecen de acceso seguro a servicios de agua potable. Esta problemática se intensifica debido a diversos factores interrelacionados, entre los que destacan el crecimiento poblacional, el incremento de la demanda hídrica, las alteraciones en los patrones de precipitación y la contaminación de las fuentes de agua. En este contexto, el acceso al recurso hídrico se configura como un elemento clave para el desarrollo económico y la disminución de los niveles de pobreza.

Diversos estudios internacionales han abordado la problemática del acceso y gestión del recurso hídrico desde diferentes enfoques. De Gea Catalayud (1990) resalta la importancia de investigar y recuperar sistemas hidráulicos tradicionales que históricamente permitieron abastecer de agua a comunidades y zonas de riego. Por su parte, Chia-Ling & Chung-Hsin Hsu (2011) analizaron la susceptibilidad hídrica en una región de Taiwán considerando variables climáticas y geográficas, evidenciando la necesidad de evaluar las condiciones físicas del territorio para una adecuada planificación del recurso. Asimismo, Castro Vargas (2023) analizó los desafíos actuales y proyectados en la gestión de los recursos hídricos en América Latina y el Caribe, destacando la necesidad de fortalecer los sistemas de gobernanza, optimizar el uso del agua y promover estrategias integrales orientadas a garantizar la disponibilidad y calidad del recurso hídrico hacia el año 2050.

En el caso del Perú, la distribución desigual de los recursos hídricos genera importantes desafíos para la gestión sostenible del agua, especialmente en la vertiente del Pacífico, donde se concentra la mayor parte de la población y la actividad económica. Esta situación evidencia presiones significativas sobre el recurso hídrico, en concordancia con los desafíos señalados por Castro Vargas (2023). Esta situación genera desafíos significativos en zonas urbanas y rurales de la costa peruana.

En la zona norte costera del Perú, particularmente en el valle de Lacramarca, departamento de Áncash, el agua subterránea constituye una fuente principal para uso doméstico e industrial. No obstante, el crecimiento continuo de las ciudades de Chimbote y Nuevo Chimbote ha incrementado la demanda del recurso, generando dificultades en su disponibilidad y gestión sostenible (INRENA, 2001).

Dentro de este contexto se encuentra el Sector Carrizales, dentro del ámbito del valle Lacramarca, el cual no dispone de una fuente propia ni de un sistema formal para el suministro de agua potable. No obstante, en dicha área se evidencian indicios de la presencia de un manantial con potencial para ser aprovechado como fuente de abastecimiento. La inexistencia de infraestructura adecuada para la captación y distribución del recurso restringe el aprovechamiento de agua en condiciones de continuidad y seguridad.

En este escenario, se plantea la formulación de una propuesta orientada al aprovechamiento de un manantial, sustentada en el análisis integral del recurso hídrico disponible. Para ello, se consideran aspectos como el caudal, las condiciones de calidad del agua y las características topográficas del área, con el propósito de garantizar un suministro de agua potable que satisfaga los requisitos de calidad sanitaria establecidos y responda a las necesidades de la población del Sector Carrizales, en Chimbote.

Pregunta general

¿Cómo se plantea la propuesta de captación de manantial para garantizar el abastecimiento de agua potable en el Sector Carrizales - Chimbote?

Preguntas específicas

- ¿Las características hidráulicas y la calidad del agua del manantial son adecuadas para su aprovechamiento como fuente de abastecimiento en el Sector Carrizales - Chimbote?

- ¿Cómo se compara el caudal aforado del manantial con el caudal demandado por la población del Sector Carrizales -Chimbote?
- ¿De qué manera influyen las condiciones topográficas del terreno en la implementación del sistema de captación de manantial en el Sector Carrizales - Chimbote?
- ¿El diseño del sistema hidráulico para la captación de manantial en el Sector Carrizales - Chimbote garantiza condiciones adecuadas de operación hidráulica?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- Diseñar la propuesta de captación de manantial para garantizar el abastecimiento de agua potable en el Sector Carrizales - Chimbote.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar las características hidráulicas y la calidad del agua del manantial para determinar su aptitud como fuente de abastecimiento en el Sector Carrizales - Chimbote.
- Comparar el caudal aforado del manantial con el caudal demandado por la población del Sector Carrizales - Chimbote.
- Analizar la influencia de las condiciones topográficas del terreno en la implementación del sistema de captación de manantial en el Sector Carrizales - Chimbote.
- Verificar si el diseño del sistema hidráulico para la captación de manantial en el Sector Carrizales - Chimbote garantiza condiciones adecuadas de operación hidráulica.

1.3. Formulación de la hipótesis

- La propuesta de captación de manantial diseñada para el Sector Carrizales - Chimbote cumple con los criterios técnicos y normativos necesarios para garantizar el abastecimiento de agua potable.

1.4. Justificación de la investigación

La investigación se fundamenta en la necesidad de plantear una alternativa técnica ante la inexistencia de un sistema adecuado de suministro de agua potable en el Sector Carrizales - Chimbote, situación que, debido a la limitada infraestructura disponible, dificulta el acceso permanente y seguro al recurso hídrico y repercute directamente en las condiciones sanitarias de la población; bajo este enfoque, el estudio aborda el análisis del comportamiento hidráulico del sistema de captación junto con la evaluación de las características topográficas del tramo comprendido entre el manantial y el punto de entrega, con el propósito de determinar su factibilidad como fuente de abastecimiento; de igual forma, el desarrollo de la propuesta permitirá definir lineamientos de diseño relacionados con los procesos de captación, impulsión y conducción, alineados con los criterios de ingeniería y la normativa peruana vigente aplicable a los sistemas de agua potable, incorporando además la estimación del volumen de almacenamiento necesario mediante un reservorio elevado, a fin de asegurar la regulación operativa y la continuidad del servicio dentro del sistema propuesto.

1.5. Importancia de la investigación

La relevancia de la presente investigación se sustenta en su aporte técnico al aprovechamiento de un recurso hídrico local, mediante la formulación de una propuesta de captación de manantial en el Sector Carrizales – Chimbote, la cual permitirá definir criterios hidráulicos y condiciones topográficas para la adecuada conducción del agua, en concordancia con la normativa peruana vigente y los principios de la ingeniería; asimismo, contribuirá a la generación de información técnica para la toma de decisiones en la gestión del recurso hídrico y servirá como referencia para el desarrollo de proyectos similares en contextos con características comparables.

1.6. Limitaciones de la investigación

- La zona de estudio se localiza en un entorno rural de acceso limitado y sin infraestructura vial adecuada, lo que implicó el uso de diversos medios para el traslado de equipos, materiales y personal técnico, incrementando el tiempo requerido para la recolección de información, como aforos, levantamientos topográficos y evaluaciones del manantial; en consecuencia, fue necesario ajustar y optimizar las actividades técnicas en función de las condiciones del entorno y la disponibilidad de tiempo.
- Se evidenció una limitada presencia institucional directa en el sector anexo a la jurisdicción municipal de Cascajal, el cual no cuenta con asistencia técnica permanente ni con registros técnicos sistematizados. La gestión operativa del abastecimiento recae principalmente en dirigentes comunales, lo que dificultó el acceso a información histórica sobre fuentes de agua y datos poblacionales actualizados. No obstante, para la delimitación del área de estudio se contó con un plano de lotización proveniente de un expediente técnico municipal, el cual sirvió como base para la identificación de viviendas.
- El sector dispone de un reservorio y, de manera independiente, de una Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), ambas actualmente fuera de operación; sin embargo, no se cuenta con información técnica detallada sobre estas infraestructuras, por lo que el estudio se delimita al análisis y diseño hidráulico del sistema de captación y conducción desde el punto de afloramiento hasta el punto de entrega, incluyendo la elaboración de planos del sistema propuesto; asimismo, se considera únicamente la determinación de la capacidad de almacenamiento mediante un tanque elevado para fines de regulación, excluyendo el análisis de la ubicación, el diseño estructural y los aspectos constructivos de dichas infraestructuras..

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Pribawanto et al. (2024) en su estudio titulado *Spring Water Catchment Building and Water Distribution System for Domestic Needs*, en su investigación sobre el aprovechamiento de manantiales para el abastecimiento de agua doméstica, desarrollaron un sistema de captación y distribución por gravedad en una comunidad de Wonosobo, Indonesia. El propósito del estudio consistió en evaluar la capacidad del manantial para satisfacer la demanda futura de agua, considerando proyecciones de crecimiento poblacional y criterios técnicos de consumo.

Los resultados mostraron que el caudal disponible del manantial permite cubrir los requerimientos estimados a largo plazo, lo que sustentó el diseño de una infraestructura de captación complementada con reservorios y un sistema de conducción que aprovecha el desnivel natural del terreno. En conclusión, los autores determinaron que el sistema propuesto es técnicamente viable para garantizar el abastecimiento de agua potable en la zona de estudio.

Ferencz y Dawidek (2025) en el estudio titulado *Sustainable Spring Water Extraction—A Remedy to Water Shortage?*, evaluaron el potencial de extracción sostenible de agua de manantial en 23 cuencas ubicadas en las regiones de Lublin Upland y Roztocze, en el sureste de Polonia. El objetivo del estudio fue estimar el volumen de agua que puede extraerse sin generar degradación ambiental, aplicando el Threshold Level Method (TLM) y utilizando el umbral de bajo caudal Q90 derivado de curvas de duración de caudales. La investigación determinó que el volumen total de agua de manantial drenado desde acuíferos cretácicos y terciarios alcanza 361 148 m³/día, de los cuales una fracción significativa puede ser utilizada de manera sostenible. Bajo el supuesto de un consumo per cápita de 225 L/día, el volumen excedente identificado podría abastecer aproximadamente a 881 545 personas, lo que representa cerca del 75–80% de la población regional. El estudio concluyó que la gestión sostenible de manantiales constituye una alternativa viable para complementar el

abastecimiento hídrico, reducir la presión sobre acuíferos profundos y fortalecer la seguridad hídrica en contextos de cambio climático.

De Mingo Martín (2022), en la tesis titulada *Design of a Drinking Water Supply System on the Island of Idjwi, Democratic Republic of the Congo*, se orienta al diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable en la isla de Idjwi, en la República Democrática del Congo, tuvo como finalidad desarrollar una solución adecuada para una población rural con acceso limitado a redes formales, debido a su aislamiento geográfico y a la escasa infraestructura existente. El estudio incluyó el análisis de las fuentes hídricas disponibles, la proyección de la demanda en función del crecimiento poblacional y el planteamiento integral del sistema, considerando las etapas de captación, conducción, almacenamiento y distribución bajo condiciones propias del entorno.

Los resultados evidenciaron que los recursos hídricos del área, principalmente de origen subterráneo y captaciones naturales, permiten su aprovechamiento mediante un sistema por gravedad o con requerimientos mínimos de bombeo, en función de las condiciones topográficas y la ubicación de los puntos de suministro. Asimismo, se contempló el uso de materiales disponibles localmente, el dimensionamiento hidráulico de las tuberías para asegurar un caudal sostenible y la incorporación de estructuras de almacenamiento capaces de atender la demanda en periodos críticos. Finalmente, se concluye que la propuesta resulta viable tanto técnica como económicamente en contextos rurales, contribuyendo a mejorar la disponibilidad y continuidad del servicio de agua potable, siempre que se acompañe de estrategias adecuadas para la operación y mantenimiento del sistema.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Sanchez Villanueva & Cárdenas Vega (2022), en la tesis titulada *Diseño de captación y reservorio de agua en ladera para el abastecimiento de agua potable en las localidades del distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo – Huánuco*, tuvieron como propósito desarrollar una solución técnica que permita atender la demanda de agua en zonas con condiciones topográficas particulares. El estudio se desarrolló bajo un enfoque aplicado, de tipo cuantitativo y con un diseño no experimental, considerando como población de análisis a los habitantes de las localidades intervenidas. Para ello, se realizó una evaluación técnica de campo con el fin de identificar la fuente hídrica disponible y definir los componentes del sistema, incluyendo la captación en ladera mediante estructuras adecuadas, la determinación del volumen de almacenamiento requerido, el cálculo de las longitudes de conducción por gravedad y la selección de tuberías en función de criterios hidráulicos. Como resultado, se planteó un sistema integral que permite asegurar la continuidad y suficiencia del suministro de agua potable en las zonas evaluadas, mejorando la cobertura y el nivel del servicio. Finalmente, se concluye que la propuesta es técnicamente viable y se adapta a las condiciones del entorno, contribuyendo a la mejora de las condiciones sanitarias y sociales de la población, especialmente en periodos de estiaje.

Alva Huaman (2022), en la tesis titulada *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Quillabamba, distrito de Huacrachuco, provincia de Marañón, región de Huánuco, para su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2022*, desarrolló una propuesta orientada a mejorar las condiciones sanitarias de la población mediante el aprovechamiento de un manantial con disponibilidad hídrica permanente. El estudio consideró la aplicación de criterios técnicos y normativos para el dimensionamiento de los componentes del sistema, abarcando las etapas de captación, conducción por gravedad, almacenamiento y distribución domiciliaria. En el desarrollo del proyecto, se planteó una estructura de captación

adecuada al entorno, complementada con una línea de conducción mediante tuberías de PVC, un reservorio de concreto armado con capacidad suficiente para la demanda estimada y una red de distribución que permite cubrir el área de intervención. El dimensionamiento hidráulico se basó en parámetros como dotaciones, variaciones de consumo y caudales de diseño, conforme a la normativa vigente en saneamiento. Finalmente, se concluye que el sistema propuesto garantiza un suministro continuo y adecuado, contribuyendo a mejorar las condiciones sanitarias y la calidad de vida de la población beneficiaria.

Pizarro Villegas (2023), en su tesis titulada *“Diseño de captación del sistema de abastecimiento de agua potable para mejorar la calidad de vida, Centro Poblado Sanibeni, Junín - 2022”*, planteó una propuesta con el propósito de optimizar la disponibilidad y continuidad del servicio, contribuyendo a mejorar las condiciones de vida de la población. El estudio se inició a partir del diagnóstico de un sistema existente con deficiencias en el suministro, lo que evidenciaba limitaciones en la cantidad y regularidad del agua distribuida. En ese contexto, se desarrolló una evaluación técnica de campo que permitió caracterizar la fuente hídrica disponible, estimar los caudales de diseño, analizar las condiciones del terreno y establecer criterios normativos aplicables. Con base en estos análisis, se efectuó el dimensionamiento de los principales componentes del sistema, incluyendo la estructura de captación, la línea de conducción por gravedad, las unidades de almacenamiento y la red de distribución, incorporando además la selección de materiales adecuados y la elaboración de planos y memorias de cálculo. Como resultado, se formuló una propuesta integral sustentada en la relación entre la oferta hídrica y la demanda proyectada, demostrando su viabilidad técnica. Finalmente, se concluye que el sistema diseñado permite mejorar la eficiencia del servicio, asegurando una mayor continuidad en el abastecimiento y contribuyendo a elevar las condiciones sanitarias y el bienestar de la población beneficiaria.

2.1.3. Antecedentes Locales

Manay Alvarado (2024), en su tesis denominada *Diagnóstico y diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y su incidencia en la condición sanitaria del Caserío Canchas - Tramo II, Distrito Cáceres del Perú, Provincia del Santa, Región Áncash*, tuvo como propósito evaluar las condiciones del servicio existente y plantear una solución que contribuya a mejorar la cobertura y las condiciones sanitarias de la población. El estudio se desarrolló bajo un enfoque descriptivo correlacional, integrando métodos cuantitativos y cualitativos que permitieron identificar deficiencias en la infraestructura, problemas en la calidad del agua y limitaciones en el mantenimiento del sistema. A partir del análisis realizado, se determinó la disponibilidad del recurso hídrico en la fuente de captación y, en función de criterios técnicos y normativos, se formuló el diseño de los principales componentes del sistema, incluyendo la conducción, el almacenamiento y la red de distribución, considerando condiciones adecuadas para el funcionamiento hidráulico. Como resultado, se planteó una propuesta que permite optimizar el desempeño del sistema y mejorar la continuidad del servicio de agua potable. Finalmente, se concluye que la implementación del diseño contribuirá a reducir enfermedades de origen hídrico y a fortalecer el desarrollo socioeconómico de la población beneficiaria.

Taboada Chero (2021), en su tesis titulada *Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable para determinar la mejora de la condición sanitaria de la población del Caserío Pocos Huanca, Distrito de Moro, Provincia del Santa, Región Áncash - 2021*, tuvo como propósito analizar el estado del sistema existente y plantear alternativas que contribuyan a mejorar las condiciones sanitarias de la población. El estudio se desarrolló bajo un enfoque descriptivo correlacional, integrando análisis cuantitativos y cualitativos que permitieron diagnosticar el funcionamiento de los componentes del sistema. A partir de la evaluación realizada, se identificaron limitaciones en la captación, el almacenamiento y la conducción del recurso, evidenciando deficiencias en algunos elementos del sistema, mientras

que otros presentaban un desempeño más adecuado. Con base en este diagnóstico, se formularon propuestas de intervención orientadas a optimizar el funcionamiento hidráulico y operativo del sistema en sus diferentes componentes. Finalmente, se concluye que la implementación de estas mejoras permitirá garantizar un servicio más eficiente en términos de cantidad, calidad y continuidad del agua potable, contribuyendo a mejorar las condiciones sanitarias de la población beneficiaria.

Solis Poma (2023), en su tesis denominada *Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable y su incidencia en la condición sanitaria de la población en la localidad de Cashapampa, Distrito Cáceres del Perú, Provincia del Santa, Departamento de Áncash – 2022*”, desarrolló una investigación centrada en la evaluación y mejora del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Cashapampa, distrito de Cáceres del Perú, provincia del Santa (Áncash), con el objetivo de analizar su desempeño e identificar alternativas que permitan mejorar las condiciones sanitarias de la población. La investigación se abordó mediante un enfoque descriptivo correlacional y un diseño no experimental, lo que permitió diagnosticar el estado de los componentes del sistema. El análisis evidenció deficiencias en la captación, conducción y almacenamiento del recurso hídrico, asociadas a problemas hidráulicos que afectan la operatividad del sistema. Asimismo, se identificaron variaciones en la cobertura y continuidad del servicio, mientras que la calidad del agua se mantenía en niveles aceptables. A partir de estos resultados, se planteó una propuesta de mejora orientada a optimizar el funcionamiento del sistema. Se concluye que la implementación de dichas acciones contribuirá a mejorar la eficiencia del servicio y las condiciones sanitarias de la población beneficiaria.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Sistema de abastecimiento según la ubicación de la fuente.

Las fuentes hídricas representan un factor determinante en el diseño de los sistemas de abastecimiento de agua potable, debido a que condicionan los aspectos técnicos relacionados

con la captación, conducción y tratamiento del recurso. En este sentido, previo al desarrollo de cualquier proyecto, resulta fundamental evaluar su localización, tipo, disponibilidad y características de calidad.

De acuerdo con Agüero (1997), la fuente de agua constituye un elemento clave dentro de la planificación de un sistema de abastecimiento, ya que de ella dependen los criterios de diseño hidráulico y estructural. En función de su ubicación y de las condiciones topográficas del terreno, los sistemas pueden clasificarse en aquellos que operan por gravedad y aquellos que requieren bombeo

Por su parte, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2004) establece que las fuentes de abastecimiento pueden ser de origen superficial o subterráneo. Cuando la fuente se encuentra a una elevación superior respecto a la población a abastecer, el sistema puede funcionar por gravedad, facilitando la conducción del agua sin necesidad de equipos de impulsión. En contraste, cuando no se dispone de estas condiciones, es necesario incorporar sistemas de bombeo. Asimismo, en el caso de fuentes superficiales, generalmente se requiere la implementación de procesos de tratamiento previo, diseñados en función de las características del agua.

2.2.1.1. Sistemas por gravedad. De acuerdo con el MVCS (2004), los sistemas de abastecimiento de agua potable pueden aprovechar el recurso hídrico proveniente de fuentes superficiales o subterráneas. Cuando dicha fuente se ubica a un nivel superior en relación con la población a atender, el sistema puede operar mediante flujo por gravedad, permitiendo el desplazamiento del agua a lo largo de la conducción sin requerir el uso de equipos de impulsión. Esta condición favorece un funcionamiento más simple del sistema, al evitar la utilización de bombeo, siempre que la diferencia de nivel entre la fuente y el área de servicio sea suficiente para garantizar el transporte adecuado del recurso.

2.2.1.2. Sistemas por bombeo. Según Barrera de Calderón et al. (2022), un sistema de abastecimiento por bombeo es aquel en el que el agua es extraída desde fuentes subterráneas, como pozos o manantiales, mediante el empleo de equipos electromecánicos, debido a que la cota de la fuente es inferior a la del área de consumo o no existe un desnivel suficiente que permita el transporte del agua por gravedad.

En estos sistemas, el uso de bombeo representa una intervención sobre el medio natural, ya que modifica el comportamiento del acuífero al extraer volúmenes de agua que pueden provenir de reservas subterráneas, afectar las descargas naturales o alterar los procesos de recarga. Esta situación incide en los criterios de diseño hidráulico, así como en la operación y sostenibilidad del sistema de abastecimiento.

2.2.2. Tipos de fuentes de agua

2.2.2.1. Agua de lluvia. Se define como el recurso hídrico proveniente de la precipitación pluvial que puede ser recolectado y almacenado mediante superficies de captación, como techos o áreas impermeables, para su posterior utilización en actividades domésticas y productivas (Roblero & Flores, 2022).

Este tipo de fuente alternativa contribuye a disminuir la dependencia de sistemas convencionales de abastecimiento, debido a que generalmente presenta características fisicoquímicas favorables. No obstante, su aprovechamiento depende de la disponibilidad de precipitaciones en el área de análisis, así como de los requerimientos de almacenamiento y tratamiento en función del uso previsto.

2.2.2.2. Agua Superficial. Las aguas superficiales corresponden a cuerpos hídricos localizados sobre el terreno, entre los que se incluyen ríos, lagos y mares (Ariza et al., 2023).

Estos constituyen un recurso fundamental para el desarrollo de actividades humanas, productivas y ambientales.

Sin embargo, este tipo de fuente es altamente vulnerable a las actividades antrópicas, las cuales pueden modificar significativamente sus características fisicoquímicas y microbiológicas, afectando su calidad y limitando sus usos potenciales. Por ello, requieren procesos permanentes de evaluación y control mediante indicadores de calidad del agua

2.2.2.3. Agua subterránea (Pozos). A diferencia de las fuentes superficiales, el agua subterránea se encuentra almacenada y en circulación dentro del subsuelo, específicamente en formaciones geológicas permeables denominadas acuíferos (Verwey, 1982), Estos materiales poseen la capacidad de retener y transmitir agua a través de sus poros o fracturas.

El acceso a este recurso se realiza mediante infraestructuras como pozos y aljibes, que permiten su extracción desde distintas unidades hidrogeológicas. Debido a su protección natural frente a contaminantes superficiales, constituye una fuente estratégica para el abastecimiento humano, agrícola e industrial, especialmente en zonas donde las fuentes superficiales resultan insuficientes.

2.2.2.4. Aguas subterráneas (Galería filtrantes). Las galerías filtrantes corresponden a estructuras utilizadas para la captación de aguas subterráneas, diseñadas con la finalidad de interceptar y conducir el flujo que se desplaza a través del subsuelo. Este sistema está conformado por galerías o conductos subterráneos construidos con materiales permeables que permiten la filtración y conducción del agua aprovechando la pendiente natural del terreno y las condiciones geológicas del medio Cottyn & Zenteno (2023).

Su funcionamiento favorece la obtención continua del recurso hídrico bajo condiciones de protección natural, manteniendo la interacción entre el agua, el suelo y los ecosistemas

asociados. Esta característica contribuye a la sostenibilidad del aprovechamiento, tanto para el abastecimiento humano como para el riego agrícola.

2.2.2.5. Aguas Subterráneas (Manantiales)

2.2.2.5.1. Manantial de fondo. Agüero (1997) define el manantial de fondo como aquel en el que el agua subterránea asciende de manera vertical hasta alcanzar la superficie del terreno, generalmente en zonas bajas como valles o fondos de cuenca. Este afloramiento se produce debido a la presencia de estratos impermeables que interceptan el flujo del acuífero y obligan al agua a emerger de forma natural, caracterizándose por una surgencia vertical asociada a un nivel freático que coincide con la superficie topográfica, lo que permite la descarga natural del acuífero en puntos específicos del terreno.

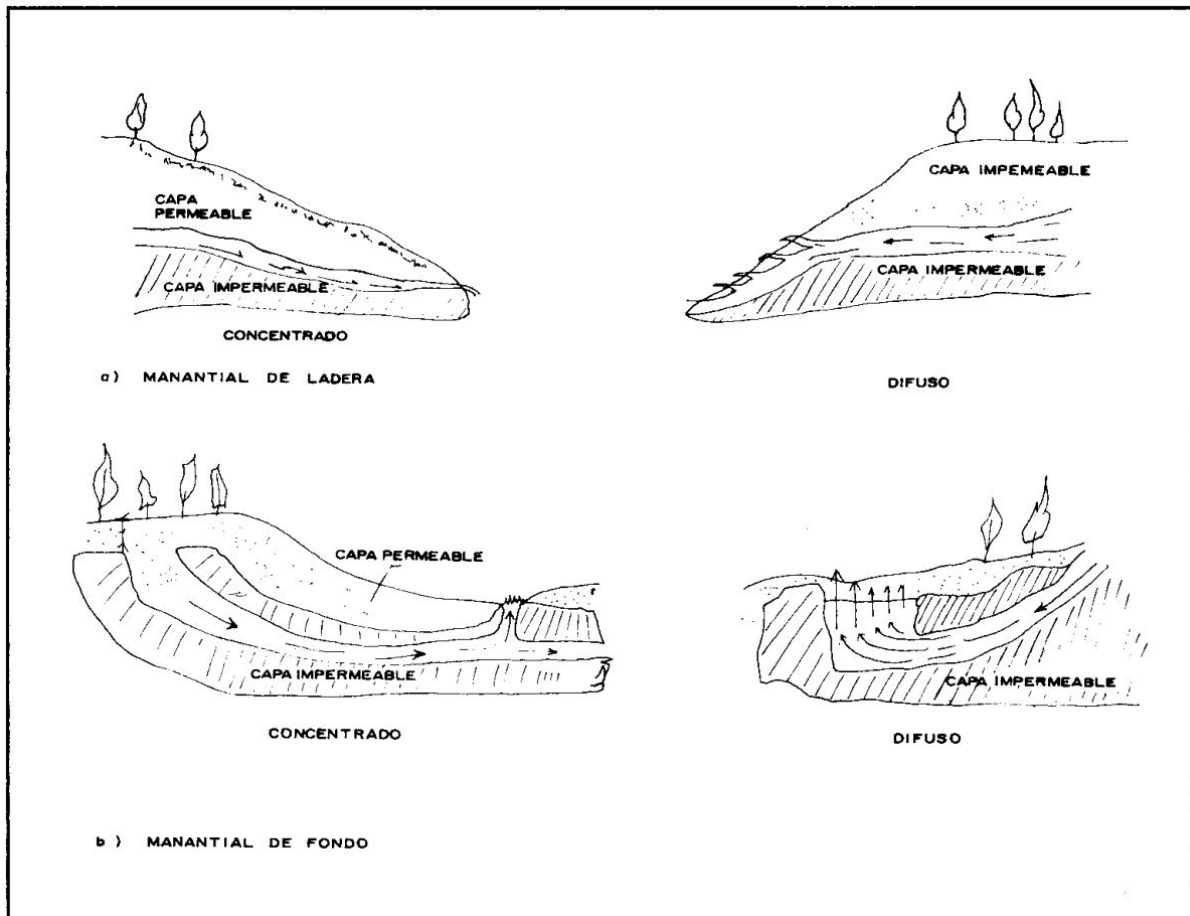
2.2.2.5.2. Manantial de ladera. El manantial de ladera corresponde al afloramiento natural de agua subterránea que emerge hacia la superficie del terreno debido al desplazamiento lateral del flujo a través de formaciones geológicas permeables, como gravas, arenas o rocas fisuradas, hasta interceptar un estrato impermeable que obliga al agua a salir. Este tipo de surgencia se presenta con frecuencia en zonas inclinadas o laderas y puede ser aprovechado como fuente para el suministro de agua potable, siempre que cuente con sistemas adecuados de captación y medidas de protección sanitaria que eviten su contaminación (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2004).

De acuerdo con su forma de afloramiento, puede presentarse como manantial de ladera concentrado o difuso. El primero se caracteriza por la descarga del agua en un punto definido o en un área reducida, con un flujo claramente identificado, lo que facilita su captación mediante estructuras simples y permite un mejor control sanitario. En cambio, el manantial de ladera difuso presenta el afloramiento en varios puntos dispersos o a lo largo de una superficie amplia, sin concentración en un único punto, lo que dificulta su captación directa. En estos casos, se

requieren obras complementarias como drenes interceptores, zanjas filtrantes o pequeñas galerías para concentrar el caudal antes de su ingreso a la cámara de captación, incrementando la complejidad técnica y los costos del sistema.

Figura 1

Tipos de Manantiales



Nota: Tomado de *Agua Potable para Poblaciones Rurales – Sistemas de Abastecimiento por Gravedad sin Tratamiento* (p. 29), por R. Agüero Pittman (1997), Asociación Servicios Educativos Rurales (SER).

2.2.3. Opciones tecnológicas para el abastecimiento de agua potable

El (MVCS, 2018) propone un conjunto de alternativas tecnológicas orientadas a la implementación de sistemas de abastecimiento de agua potable en contextos rurales, las cuales se seleccionan en función de las características físicas y ambientales del entorno. Estas

alternativas comprenden diferentes esquemas de funcionamiento, entre los que destacan los sistemas que aprovechan la gravedad para el transporte del agua, aquellos que requieren el uso de equipos de bombeo para su impulsión, así como soluciones basadas en la captación de agua de lluvia.

La elección de cada opción tecnológica depende de diversos factores técnicos, tales como la ubicación y disponibilidad de la fuente hídrica, la configuración topográfica del terreno y las condiciones de calidad del agua, los cuales influyen directamente en el diseño, operación y sostenibilidad del sistema de abastecimiento

2.2.3.1. Sistemas por gravedad con tratamiento. Los sistemas de abastecimiento por gravedad con tratamiento se aplican en situaciones donde la fuente de agua se encuentra a una elevación mayor en relación con la población a atender y presenta características de calidad que requieren procesos previos de potabilización. Bajo estas condiciones, el transporte del recurso se realiza aprovechando la diferencia de nivel, mientras que se incorporan unidades de tratamiento para garantizar su aptitud para el consumo humano.

Este tipo de sistema está conformado por componentes como la captación, la conducción, la planta de tratamiento, el almacenamiento y la red de distribución. En su diseño se consideran aspectos hidráulicos y operativos, tales como las pérdidas de carga, la variación de caudales en el tiempo y los periodos de retención necesarios en las unidades de tratamiento, con el fin de asegurar un funcionamiento eficiente y continuo.

2.2.3.2. Sistemas por gravedad sin tratamiento (manantial). Los sistemas por gravedad sin tratamiento, basados en manantiales, se utilizan cuando la fuente se ubica a una altitud superior respecto al centro poblado y presenta condiciones de calidad adecuadas para el consumo, requiriendo únicamente procesos básicos de desinfección. En estas condiciones, el

agua puede ser conducida aprovechando la diferencia de nivel sin necesidad de procesos complejos de potabilización

El sistema está conformado por los componentes de captación, conducción por gravedad, almacenamiento y distribución. Entre sus principales ventajas destaca la reducción de costos operativos, debido a que no requiere consumo de energía para el transporte del agua, lo que favorece su sostenibilidad en contextos rurales.

2.2.3.3. Sistemas por gravedad sin tratamiento (pozos y galería filtrante). Estos sistemas corresponden al aprovechamiento de fuentes subterráneas ubicadas a una elevación superior, lo que permite la conducción del agua por gravedad sin requerir equipos de bombeo. Su funcionamiento se basa en la captación del recurso desde el subsuelo y su transporte hacia la población beneficiaria aprovechando la diferencia de nivel existente.

El sistema se compone de elementos como la obra de captación, la conducción, el almacenamiento y las unidades de desinfección. En su diseño, es fundamental considerar medidas de protección sanitaria, así como el control de pérdidas hidráulicas, con el fin de garantizar un servicio eficiente y seguro.

2.2.3.4. Sistemas por bombeo con tratamiento. Los sistemas de abastecimiento por bombeo con tratamiento se emplean en situaciones donde la fuente de agua se localiza a un nivel inferior respecto al área de consumo y presenta condiciones que requieren procesos de potabilización. En estos casos, el traslado del recurso se realiza mediante equipos de impulsión, incorporando además unidades de tratamiento para garantizar su calidad para el consumo humano.

El sistema está conformado por componentes como la estación de bombeo, la línea de impulsión, la planta de tratamiento, el almacenamiento y la red de distribución. Para su

adecuado diseño, es necesario considerar parámetros como la altura dinámica total y la selección del equipo de bombeo, asegurando un funcionamiento eficiente del sistema

2.2.3.5. Sistemas por bombeo sin tratamiento (manantial). Los sistemas por bombeo sin tratamiento, basados en manantiales, se emplean cuando no es posible la conducción por gravedad debido a la ubicación de la fuente, pero el agua presenta condiciones de calidad que permiten su uso con únicamente procesos de desinfección. En estos casos, el traslado del recurso se realiza mediante equipos de impulsión para asegurar su distribución hacia la población.

2.2.3.6. Sistemas por bombeo sin tratamiento (pozo y galería filtrante). Corresponden a fuentes subterráneas que requieren impulsión mecánica para su conducción. Comprende captación, bombeo, impulsión, almacenamiento y distribución.

2.2.3.7. Sistemas pluviales. Consisten en la captación y aprovechamiento del agua de lluvia mediante superficies impermeables, como techos, su almacenamiento en reservorios y su posterior desinfección. Constituyen una alternativa complementaria en zonas donde las fuentes convencionales son limitadas o presentan problemas de disponibilidad

2.2.4. Características de la fuente de Abastecimiento

La elección de la fuente de abastecimiento es un factor determinante dentro del proceso de diseño de los sistemas de agua para consumo humano, debido a que influye directamente en los requerimientos técnicos asociados a la captación, el transporte, el tratamiento y la entrega del recurso hídrico. En ese contexto, la gestión del sistema debe contemplar tanto la conservación de la fuente como la supervisión del servicio desde el punto de origen hasta el usuario final (World Health Organization, 2017). En este sentido, la elección de la fuente debe sustentarse en criterios técnicos, sanitarios, económicos y legales que permitan garantizar la viabilidad y sostenibilidad del sistema, considerando principalmente la calidad del agua disponible, el

caudal suficiente para cubrir la demanda proyectada, los costos asociados a la implementación del sistema y la disponibilidad física y legal para su aprovechamiento (Agüero Pittman, 1997).

Entre los principales criterios se consideran los siguientes:

- Que el recurso hídrico presente condiciones de calidad aptas para su uso en consumo humano, de acuerdo con la normativa sanitaria vigente.
- Que el caudal disponible sea suficiente para cubrir la demanda establecida según la dotación requerida.
- Que permita optimizar los costos de ejecución y puesta en marcha del proyecto.
- Que cuente con disponibilidad legal y física para su aprovechamiento.

2.2.4.1. Viabilidad de la fuente de abastecimiento. En todo proyecto de abastecimiento resulta necesario analizar la capacidad de la fuente hídrica, comprobando que el volumen disponible sea suficiente para cubrir el caudal máximo diario requerido por el sistema. Esta evaluación debe realizarse preferentemente en periodos críticos, como estiaje, a fin de garantizar la sostenibilidad del servicio. Si la fuente no satisface la demanda proyectada, deberá analizarse la incorporación de fuentes complementarias o alternativas.

2.2.4.1.1. Necesidad de estaciones de bombeo. La necesidad de incorporar estaciones de bombeo en un sistema de abastecimiento está condicionada por la relación entre la ubicación de la fuente hídrica y el emplazamiento de la población. Cuando no existe un desnivel suficiente que permita el desplazamiento del agua por gravedad, se recurre al uso de equipos de impulsión para conducir el recurso hacia estructuras como reservorios o plantas de tratamiento.

No obstante, siempre que la configuración topográfica del terreno lo permita, resulta más conveniente emplear sistemas por gravedad, ya que el bombeo implica mayores requerimientos de operación y mantenimiento. Por ello, la implementación de estaciones de bombeo debe

limitarse a situaciones en las que no sea posible garantizar el traslado del agua mediante soluciones gravitacionales

Cuando se requiere bombeo, el dimensionamiento del equipo debe considerar parámetros hidráulicos fundamentales, como la altura dinámica total, las pérdidas de carga en la conducción y la eficiencia del sistema de bombeo, los cuales influyen directamente en la selección y operación de los equipos (Davis & Mays, 2000).

2.2.4.1.2. Necesidad de Planta de tratamiento. La incorporación de una Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) depende de las características de calidad del recurso hídrico disponible, por lo que es indispensable realizar previamente evaluaciones mediante muestreos y análisis fisicoquímicos y microbiológicos. Estos estudios permiten determinar si el agua requiere procesos de tratamiento para su adecuación al consumo humano.

En función de los resultados obtenidos, se definen los procesos de tratamiento necesarios, los cuales deben asegurar que el agua cumpla con los criterios de calidad establecidos en la normativa vigente, conforme a los valores máximos permitidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N.º 031-2010-SA emitido por el (Ministerio de Salud [MINSA], 2010).

2.2.4.2. Aforo de la fuente.

En las zonas rurales del país, los manantiales constituyen la principal fuente de abastecimiento de agua potable, lo que exige una evaluación técnica rigurosa debido a la limitada disponibilidad de registros hidrológicos (Agüero Pittman, 1997). En este sentido, la estimación del caudal debe efectuarse en periodos representativos, como épocas de estiaje y lluvias, con el propósito de analizar la variabilidad del flujo y establecer rangos de descarga que permitan verificar la disponibilidad del recurso frente a la demanda proyectada.

Adicionalmente, el conocimiento empírico de los pobladores sobre el comportamiento del manantial aporta información relevante para comprender su dinámica estacional. Para la medición del caudal, se emplean comúnmente métodos como el volumétrico y el de velocidad-área.

2.2.4.2.1. Método Volumétrico.

El método volumétrico permite estimar el caudal a partir de la relación entre la cantidad de agua recolectada y el tiempo requerido para su llenado. Para su aplicación, es necesario encauzar el flujo de manera que se obtenga una descarga continua y controlada que facilite la medición.

El procedimiento consiste en registrar el tiempo que tarda en llenarse un recipiente de capacidad conocida y, a partir de estos datos, calcular el caudal mediante la razón entre el volumen acumulado y el tiempo medido. Con el fin de mejorar la precisión de los resultados, se recomienda realizar varias repeticiones y utilizar el valor promedio obtenido como representativo Agüero Pittman (1997).

Ecuación 1

Determinación del caudal por el método volumétrico

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

Donde:

- Q = representa el caudal, expresado en litros por segundo (L/s).
- V = corresponde al volumen de agua recolectado en el recipiente (L).
- t = indica el tiempo promedio registrado durante el llenado (s).

Figura 2

Aforo por método Volumétrico



Nota: Tomado de *Agua Potable para Poblaciones Rurales – Sistemas de Abastecimiento por Gravedad sin Tratamiento* (p. 30), por R. Agüero Pittman (1997), Asociación Servicios Educativos Rurales (SER).

2.2.4.3. Condiciones de la calidad de agua potable. La evaluación de la calidad del agua implica el estudio integral de sus características físicas, químicas y microbiológicas, siendo estas últimas determinantes para establecer la aptitud del recurso para el consumo humano y la viabilidad de su aprovechamiento como fuente de abastecimiento.

En el contexto peruano, el Ministerio de Salud (MINSA, 2010), define los valores límites máximos permisibles y las condiciones sanitarias que debe cumplir el agua destinada al consumo humano. No obstante, Agüero Pittman (1997) propone criterios básicos de evaluación preliminar que permiten estimar el grado de contaminación de una fuente, facilitando la toma de decisiones técnicas y optimizando el diseño de los sistemas de abastecimiento

2.2.4.3.1. Requerimientos básicos para que el agua sea potable.

Para que el agua sea apta para el consumo humano, debe cumplir con condiciones que garanticen la seguridad sanitaria y la aceptación por parte de los usuarios. En primer lugar, es fundamental que no contenga microorganismos patógenos que representen un riesgo para la

salud. Asimismo, debe estar libre de sustancias químicas que puedan ocasionar efectos nocivos, tanto a corto como a largo plazo.

Desde el punto de vista físico, el agua debe presentar características adecuadas de apariencia, tales como baja turbidez, ausencia de coloraciones intensas y transparencia suficiente. De igual manera, no debe presentar salinidad ni compuestos que generen sabores u olores desagradables.

Adicionalmente, el agua no debe provocar efectos negativos en los sistemas de distribución, como procesos de corrosión o formación de incrustaciones en las tuberías, ni ocasionar alteraciones en su uso doméstico, como manchas en las prendas durante el lavado

2.2.4.3.2. Toma de muestra para el análisis físico y químico

La obtención de muestras de agua en manantiales requiere una adecuada preparación del área de captación, la cual implica la limpieza del entorno inmediato mediante la remoción de vegetación, sedimentos y cualquier material ajeno que pueda alterar las condiciones naturales del afloramiento. Esta etapa es fundamental para evitar la incorporación de contaminantes externos y garantizar que la muestra sea representativa de la calidad real de la fuente.

Posteriormente, se debe identificar con precisión el punto de surgencia del manantial y acondicionar una zona de almacenamiento temporal empleando materiales limpios e inertes, evitando en todo momento la contaminación del recurso. Asimismo, es recomendable implementar en la salida del flujo un elemento que genere una caída controlada del agua, lo cual permite estabilizar el flujo y facilitar una recolección más precisa de la muestra.

Finalmente, se recomienda realizar la toma de muestra siguiendo criterios de manejo adecuado, minimizando la exposición al ambiente y asegurando su correcta conservación hasta el momento del análisis, a fin de obtener resultados confiables en la evaluación físicoquímico del agua

Tabla 1

Valores Referenciales de parámetros de Calidad Organoléptica para agua destinada al consumo humano.

	Parámetro Evaluado	Unidad	Valor de Referencia
1.	Olor	---	Aceptable
2.	Sabor	---	Aceptable
3.	Color	UCV escala Pt/Co	15
4.	Turbiedad	UNT	5
5.	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6.	Conductividad (25° C)	µmho/cm	1500
7.	Sólidos totales disueltos	mgL ⁻¹	1000
8.	Cloruros	mg Cl ⁻ L ⁻¹	250
9.	Sulfatos	mg SO ₄ ⁼ L ⁻¹	250
10.	Dureza total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500
11.	Amoniaco	mg N L ⁻¹	1,5
12.	Hierro	mg Fe L ⁻¹	0,3
13.	Manganeso	mg Mn L ⁻¹	0,4
14.	Aluminio	mg Al L ⁻¹	0,2
15.	Cobre	mg Cu L ⁻¹	2,0
16.	Zinc	mg Zn L ⁻¹	3,0
17.	Sodio	mg Na L ⁻¹	200

UCV = Unidad de color verdadero
 UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Nota: Tomado de *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano* (p. 28), por Ministerio de Salud (2010).

2.2.4.3.3. Toma de muestras para análisis bacteriológicos

Para la recolección de muestras destinadas a análisis bacteriológicos, es necesario utilizar recipientes de vidrio previamente esterilizados y proporcionados por el laboratorio, empleando frascos específicos cuando el agua contenga cloro. Durante el procedimiento, se debe manipular el recipiente sujetándolo por la base, evitando el contacto con el cuello y la tapa, a fin de preservar las condiciones de esterilidad; asimismo, es fundamental realizar una adecuada identificación de la muestra, registrando información como el origen o responsable del envío, la ubicación, la fuente, el punto de muestreo, el nombre del responsable y la fecha de recolección.

Tabla 2

Valores de referencia para parámetros microbiológicos y parasitológicos en agua para consumo humano

Parámetro Evaluado	Unidad	Valor de Referencia
1. Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 MI a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	N° org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	N° org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples =< 1,8/100 ml

Nota: Tomado de *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano* (p. 27), por Ministerio de Salud (2010).

2.2.5. Criterios de diseño para sistemas de agua para consumo humano

2.2.5.1. Parámetros de diseño. Los parámetros de diseño en los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano corresponden a un conjunto de lineamientos de carácter técnico, normativo y operativo que orientan el dimensionamiento y la evaluación del sistema, asegurando su adecuado desempeño desde la captación hasta la entrega final al usuario.

Estos parámetros permiten definir las condiciones de funcionamiento de cada uno de los elementos que conforman el sistema, considerando criterios establecidos en la normativa

vigente para el diseño de sistemas de saneamiento en el ámbito rural (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS], 2018).

2.2.5.1.1. Período de diseño. El periodo de diseño se define como el intervalo de tiempo considerado para la planificación y operación del sistema de abastecimiento de agua potable, con el propósito de garantizar su funcionamiento continuo y sostenible. Para su determinación, se toman en cuenta factores como la durabilidad de las estructuras y equipos, las condiciones de riesgo o deterioro de la infraestructura, así como la evolución proyectada de la población.

De igual manera, el año base se establece como el punto de partida para la recopilación de información y el desarrollo de los estudios técnicos, a partir del cual se fija el horizonte de planificación del sistema (MVCS, 2018).

Tabla 3

Periodos referenciales de diseño para componentes de infraestructura sanitaria.

COMPONENTE DEL SISTEMA	VIDA ÚTIL (Años)
Fuente de abastecimiento	20 años
Obra de captación	20 años
Pozos	20 años
Planta de tratamiento de agua para consumo humano (PTAP)	20 años
Reservorio	20 años
Líneas de conducción, aducción, impulsión y distribución	20 años
Estación de bombeo	20 años
Equipos de bombeo	10 años
Unidad Básica de Saneamiento (arrastre hidráulico, compostera y para zona inundable)	10 años
Unidad Básica de Saneamiento (hoyo seco ventilado)	5 años

Nota: Extraído de *Norma técnica de diseño opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural*. (p.30), por Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2018.

2.2.5.1.2. Población de diseño. La población de diseño se define como el número estimado de habitantes que serán atendidos al final del horizonte de planificación del sistema, constituyendo un elemento clave para el cálculo y dimensionamiento de las distintas unidades

que conforman el sistema de abastecimiento; para su determinación, se utiliza comúnmente el método aritmético, el cual considera un crecimiento poblacional uniforme basado en una tasa anual previamente establecida (MVCS, 2018).

Ecuación 2

Cálculo de la población de diseño por el método aritmético

$$P_d = P_i * \left(1 + \frac{r * t}{100}\right)$$

Donde:

- P_i = Número de habitantes iniciales en el periodo de referencia.
- P_d = Población estimada al horizonte de diseño.
- r = Porcentaje de incremento poblacional anual.
- t = Intervalo de tiempo considerado para el diseño, expresado en años.

Es importante considerar lo siguiente:

- La tasa de crecimiento anual debe determinarse en función de los periodos intercensales correspondientes a la zona de estudio, garantizando coherencia con la dinámica poblacional local.
- En caso de no contar con información específica, es válido emplear tasas referenciales de poblaciones con condiciones demográficas y socioeconómicas comparables; alternativamente, puede adoptarse la tasa correspondiente al ámbito distrital rural.
- Si el crecimiento poblacional es nulo o presenta tendencia negativa, se recomienda asumir como población de diseño el valor actual ($r = 0$), salvo que exista un sustento técnico emitido por entidades competentes, como el INEI, que justifique una consideración distinta.

Finalmente, para lograr una proyección confiable, es necesario analizar integralmente la información censal disponible proporcionada por el INEI, así como disponer de un registro actualizado de los usuarios de la localidad.

2.2.5.1.3. Dotación. La dotación se define como el volumen de agua requerido para cubrir las necesidades diarias de consumo por habitante. Su determinación está condicionada por la alternativa tecnológica seleccionada para la disposición sanitaria de excretas, la cual debe cumplir con los lineamientos y criterios técnicos vigentes.

En este contexto, los valores de dotación no son uniformes, sino que dependen tanto del sistema tecnológico implementado para el saneamiento como de las características propias de la zona de intervención. Entre los factores que influyen se consideran las condiciones climáticas, sociales y operativas del área donde se desarrolla el proyecto.

Por tanto, la asignación de dotaciones de agua debe establecerse en función de la tecnología adoptada y de la ubicación geográfica del proyecto, tomando en cuenta las particularidades del entorno donde será aplicado.

Tabla 4

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

REGIÓN	DOTACIÓN SEGÚN TIPO DE OPCIÓN TECNOLÓGICA (l/hab.d)	
	SIN ARRASTRE HIDRÁULICO (COMPOSTERA Y HOYO SECO VENTILADO)	CON ARRASTRE HIDRÁULICO (TANQUE SÉPTICO MEJORADO)
COSTA	60	90
SIERRA	50	80
SELVA	70	100

Nota: Extraído de *Norma técnica de diseño opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural.* (p.31), Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2018.

Para instituciones educativas ubicadas en zonas rurales, deberá aplicarse la siguiente dotación:

Tabla 5

Dotación de agua para centros educativos

DESCRIPCIÓN	DOTACIÓN (l/alumno.d)
Educación primaria e inferior (sin residencia)	20
Educación secundaria y superior (sin residencia)	25
Educación en general (con residencia)	50

Nota: Extraído de *Norma técnica de diseño opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural.* (p.31), Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2018.

2.2.5.1.4. Variaciones de consumo

Consumo máximo diario (Q_{md})

El consumo máximo diario corresponde al valor más alto de demanda de agua que se presenta en un día representativo dentro del periodo anual. Para su determinación, se adopta un factor de variación de 1,3, el cual permite considerar las fluctuaciones normales en el consumo.

Ecuación 3

Cálculo del caudal máximo diario

$$Q_{md} = 1,3 \times \frac{Dot \times P_d}{86400}$$

Donde:

- Q_{md} = Caudal máximo diario, expresado en litros por segundo (L/s).
- Dot = Dotación de agua por habitante (L/hab·día).
- P_d = Población de diseño considerada en el proyecto (habitantes)

Consumo máximo horario (Q_{mh})

El consumo máximo horario corresponde a la mayor demanda registrada durante una hora crítica del día de máximo consumo. Para su determinación, se aplica un coeficiente de variación

respecto al caudal promedio diario, adoptándose comúnmente un valor de 2,0, el cual refleja las variaciones típicas en la demanda horaria.

Ecuación 4

Determinación del caudal máximo horario

$$Q_{mh} = 2 \times \frac{Dot \times P_d}{86400}$$

Donde:

- Q_{mh} = Caudal máximo horario, expresado en litros por segundo (L/s).
- Dot = Dotación de agua por habitante (L/hab·día).
- P_d = Población de diseño en habitantes (hab.)

2.2.6. Diseño de Captación de Manantial de ladera concentrado.

En los manantiales de ladera con descarga concentrada, la infraestructura de captación se encuentra conformada esencialmente por tres componentes: la protección del punto de surgencia, la cámara de captación (húmeda) y la cámara de control (seca). Estas unidades permiten interceptar el flujo natural del manantial, resguardar la calidad del agua y conducir el caudal hacia el sistema de abastecimiento (Agüero Pittman, 1997).

La protección del afloramiento consiste en la construcción de una losa de concreto que cubre el área inmediata de emergencia del agua, con el propósito de evitar la contaminación de origen superficial. Asimismo, se dispone material granular filtrante, el cual reduce procesos de socavación y contribuye a la retención de partículas suspendidas.

La cámara húmeda tiene como finalidad la captación y regulación del caudal disponible, incorporando elementos de salida, como tuberías o dispositivos tipo canastilla, para la conducción del caudal útil. De manera complementaria, se incluye un sistema de rebose que permite evacuar los excedentes generados. Por otro lado, la cámara seca alberga los dispositivos

de control hidráulico, tales como válvulas, y permite el desarrollo de actividades de operación y mantenimiento.

La estructura de captación debe emplazarse en el punto exacto de afloramiento del manantial, constituyendo el inicio del sistema de abastecimiento de agua potable. A partir de este punto, el recurso hídrico es transportado hacia el reservorio mediante la correspondiente línea de conducción.

El diseño hidráulico y las dimensiones de la estructura están en función de las condiciones topográficas del terreno, las características geotécnicas del suelo y el tipo de manantial. En este contexto, se debe procurar no alterar el régimen natural del flujo ni las condiciones físicas del recurso. Asimismo, se recomienda evitar la ubicación de la captación en zonas expuestas a eventos naturales adversos; en caso contrario, se deberán implementar medidas de protección estructural y sanitaria adecuadas (OPS, 2004).

2.2.6.1. Componentes de la captación de manantial. En el diseño de sistemas de captación de manantiales, es imprescindible incorporar y evaluar los siguientes elementos esenciales:

- **Cámara de protección:** En captaciones ubicadas en fondo y ladera, se debe evitar modificar el comportamiento natural del flujo de la vertiente, por lo que la cámara debe ser dimensionada y configurada de acuerdo con las condiciones del punto de surgencia, garantizando la captación del caudal requerido. Asimismo, se recomienda considerar una cubierta removible o de acceso simplificado, que facilite las actividades de mantenimiento del medio filtrante.
- **Tuberías y accesorios:** Los materiales utilizados en tuberías y accesorios deben presentar estabilidad química frente al agua captada, con el propósito de no generar alteraciones en su calidad. Los diámetros se establecen en función del caudal máximo

diario de diseño, salvo justificación técnica sustentada. En el diseño de la captación, se deben incluir dispositivos como válvulas, elementos de limpieza, sistemas de rebose y estructuras de inspección, todos ellos dotados de medidas de protección sanitaria adecuadas. Adicionalmente, en el arranque de la línea de conducción se recomienda instalar un elemento tipo canastilla como sistema de retención.

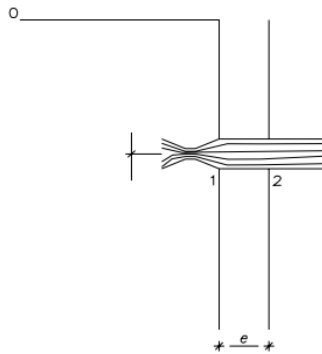
- **Cámara de recolección de aguas:** En captaciones emplazadas en zonas de bofedal, la estructura de recolección debe ubicarse fuera de áreas con riesgo de inundación, permitiendo centralizar los aportes provenientes de uno o varios drenes.
- **Protección perimetral:** El área de captación debe contar con mecanismos de resguardo que reduzcan el riesgo de contaminación del recurso hídrico. Para ello, se plantea la implementación de sistemas de drenaje en la parte superior y en el entorno inmediato de la captación, con la finalidad de evitar el ingreso de aguas superficiales contaminantes.

2.2.6.2. Diseño hidráulico y dimensionamiento de la captación. Para el dimensionamiento de la estructura de captación, es fundamental determinar previamente el caudal máximo disponible en la fuente, de modo que los elementos de ingreso hacia la cámara húmeda puedan ser diseñados con dimensiones que permitan conducir adecuadamente dicho caudal.

Una vez establecido el valor del caudal, es posible proceder con el cálculo del área total requerida de los orificios de captación, considerando una velocidad de ingreso controlada, así como el coeficiente de contracción correspondiente al flujo a través de aberturas.

Figura 3

Flujo de agua en un orificio de pared gruesa



Nota: Extraído de *Guía para el Diseño y Construcción de Manantiales* (p. 10), por Organización Panamericana de la Salud (2004).

2.2.6.3. Determinación de la distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda.

La separación vertical requerida entre el punto de surgencia del manantial y el orificio de ingreso se establece en función de la carga hidráulica necesaria para generar la velocidad de flujo adoptada en el diseño de la captación.

Ecuación 5

Carga Hidráulica requerida en el orificio de entrada

$$h_0 = \frac{V_2^2}{2gC_d^2}$$

- h_0 = Altura de carga hidráulica requerida en el orificio de entrada (m)
- V_2 = Velocidad de paso adoptada ($\leq 0,60$ m/s)
- g = Aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)
- C_d = Coeficiente de descarga en el punto de ingreso (valor referencial: 0,8)

La distancia horizontal entre el afloramiento y la caja de captación se estima en función de la pérdida de carga disponible:

Ecuación 6

Determinación de la distancia entre el punto de afloramiento y la estructura de captación

$$L = H_f / 0.30$$

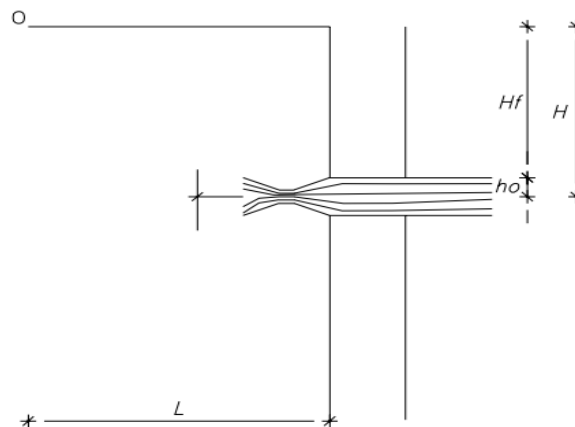
Donde:

- L = Longitud entre el punto de afloramiento y la cámara de captación (m)
- H_f = Pérdida de carga disponible (m)

Esta relación corresponde a una expresión de carácter empírico que permite estimar la separación necesaria entre el punto de emergencia del manantial y la estructura de captación, considerando una pendiente hidráulica aproximada del terreno que asegure la conducción del flujo hacia la cámara húmeda, sin generar alteraciones en el comportamiento natural del manantial (OPS, 2004).

Figura 4

Esquema de la relación entre carga disponible y pérdida de carga en la captación



Nota: Extraído de *Guía para el Diseño y Construcción de Manantiales* (p. 11), por Organización Panamericana de la Salud (2004).

2.2.6.3.1. Determinación del área y número de orificios. El caudal máximo disponible en la fuente se estima mediante la ecuación de descarga a través de orificios, la cual permite relacionar las variables hidráulicas involucradas en el flujo.

Ecuación 7

Gasto máximo de la fuente

$$Q_{m\acute{a}x} = C_d A \sqrt{2gh}.$$

- $Q_{m\acute{a}x}$ = Caudal máximo estimado de la fuente (m^3/s)
- A = Área efectiva del orificio o sección de entrada (m^2)
- C_d = Coeficiente de descarga (rango típico: 0,6 – 0,8)
- g = Aceleración de la gravedad ($9,81 m/s^2$)
- h = Carga hidráulica medida respecto al centro del orificio (m)

Para el diseño, se recomienda adoptar diámetros iguales o inferiores a 2 pulgadas; en caso de que el diámetro calculado supere este valor, se debe optar por incrementar el número de orificios, a fin de mantener condiciones hidráulicas adecuadas.

Ecuación 8

Determinación del número de orificios

$$NA = \frac{A_{calc}}{A_{Adop}} + 1$$

donde:

- A_{calc} = área correspondiente al diámetro calculado
- A_{adop} = área correspondiente al diámetro adoptado

2.2.6.3.2. Ancho de pantalla. Una vez definido el número de orificios y el diámetro seleccionado, el ancho de la pantalla se calcula mediante la siguiente relación geométrica.

Ecuación 9

Cálculo del ancho de pantalla

$$b = 9D + 4(NA)D$$

Donde:

- b = Ancho total de la pantalla (m)
- D = Diámetro de cada orificio (m)
- NA = Cantidad total de orificios considerados en el diseño

La expresión empleada para el cálculo del ancho de la pantalla se fundamenta en un criterio geométrico aplicado al diseño de estructuras de captación de manantiales, el cual considera la separación adecuada entre orificios y los márgenes laterales de la placa perforada, garantizando una distribución uniforme del flujo y condiciones adecuadas de estabilidad estructural (OPS, 2004).

2.2.6.3.3. Altura total de la cámara húmeda. La altura total de la cámara húmeda debe garantizar condiciones adecuadas de sedimentación, conducción y seguridad operativa:

Ecuación 10

Altura total de la cámara húmeda

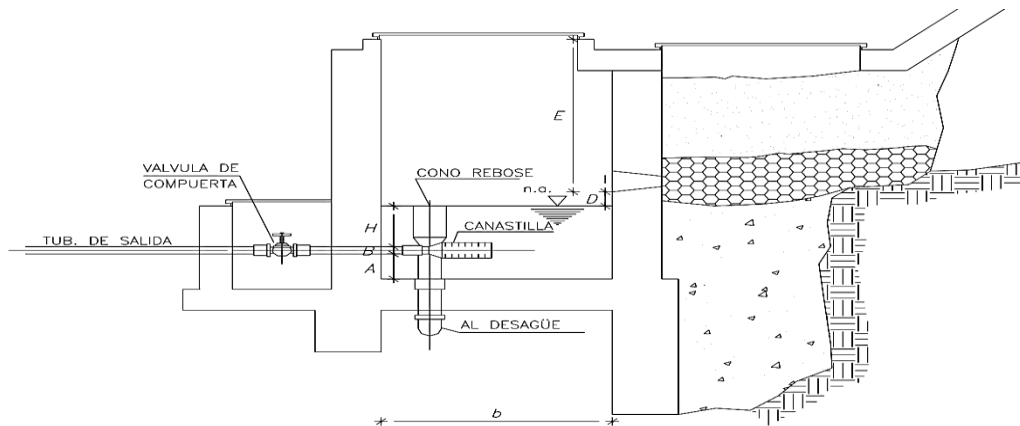
$$H_t = A + B + H_a + D + E$$

Donde:

- A = Altura mínima destinada a la sedimentación de partículas ($\geq 0,10$ m)
- B = Diámetro de la tubería de salida (m)
- H_a = Altura del nivel de agua sobre la canastilla de captación (m)
- D = Diferencia mínima de nivel o desnivel hidráulico ($\geq 0,05$ m)
- E = Altura de borde libre de seguridad ($\geq 0,30$ m)

Figura 5

Altura total de la cámara húmeda



Nota: Extraído de *Guía para el Diseño y Construcción de Manantiales* (p. 13), por Organización Panamericana de la Salud (2004).

2.2.6.3.4. Dimensionamiento de la canastilla. El diámetro de la canastilla se define en función del diámetro de la tubería de conducción, adoptándose como criterio que sea aproximadamente el doble del diámetro de dicha tubería (D_c). Asimismo, el área total de las ranuras debe ser, como mínimo, equivalente al doble del área de la sección de la tubería, mientras que la longitud de la canastilla se establece en un rango comprendido entre tres y seis veces el diámetro de la tubería, garantizando condiciones hidráulicas adecuadas para la captación (OPS, 2004).

Ecuación 11

Determinación del área de la tubería de conducción

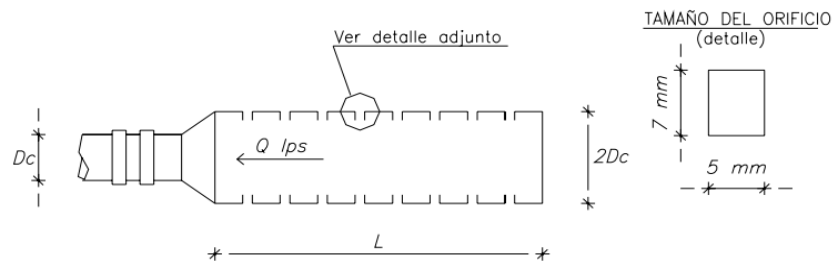
$$A_c = \frac{\pi D_c^2}{4}$$

- $A_c = \text{Área de la tubería de conducción (m}^2\text{)}$
- $D_c = \text{Diámetro de la tubería de conducción (m)}$

Para las tuberías de rebose y limpieza, se recomienda considerar pendientes en el rango de 1 % y 1,5 %, dimensionando su diámetro mediante la aplicación de la ecuación de Hazen–Williams, adoptando un coeficiente de rugosidad típico de $C = 140$.

Figura 6

Canastilla de salida



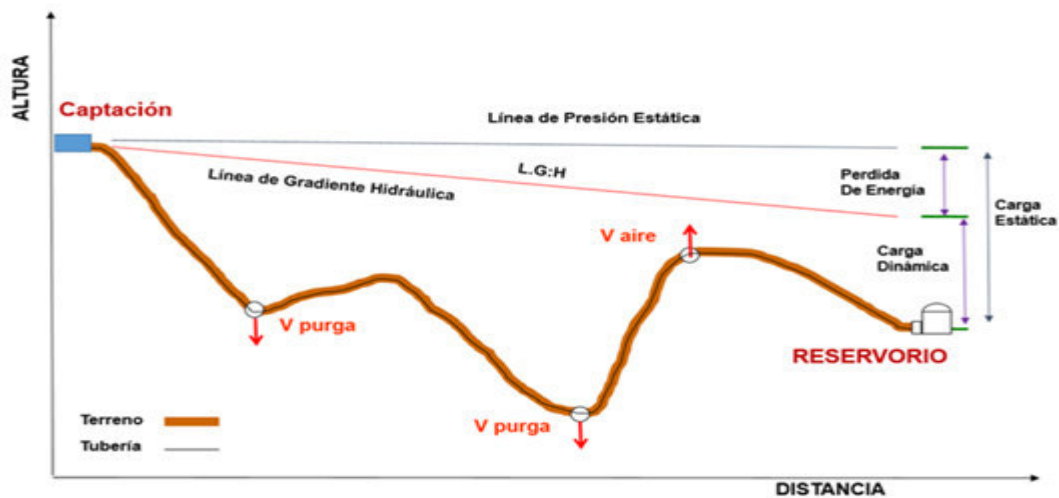
Nota: Extraído de *Guía para el Diseño y Construcción de Manantiales* (p. 14), por Organización Panamericana de la Salud (2004).

2.2.6.3.5. Línea de conducción. La línea de conducción constituye la infraestructura hidráulica encargada de transportar el recurso hídrico desde la obra de captación hacia las unidades posteriores del sistema de abastecimiento, tales como reservorios o plantas de tratamiento de agua potable. Su diseño debe garantizar el traslado continuo, seguro y eficiente del caudal de diseño, evitando pérdidas excesivas de energía y asegurando condiciones adecuadas de operación (MVCS, 2018).

Adicionalmente, en el diseño de la línea de conducción es necesario considerar la incorporación de elementos de control y protección, tales como válvulas de aire y válvulas de purga, las cuales permiten evacuar acumulaciones de aire y sedimentos que podrían afectar el funcionamiento hidráulico del sistema. Asimismo, se debe verificar que las condiciones de presión a lo largo del trazado se mantengan dentro de rangos adecuados, evitando situaciones que comprometan la integridad de la tubería o la continuidad del servicio.

Figura 7

Línea de Conducción



Nota: Extraído de *Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural* (p. 76), por MVCS (2018)

2.2.6.3.6. Caudales de diseño. La línea de conducción debe dimensionarse considerando, como condición mínima, el caudal máximo diario (Qmd), de acuerdo con los lineamientos establecidos en la normativa vigente (MVCS, 2018). En el caso de sistemas de abastecimiento intermitente, el diseño debe basarse en el caudal máximo horario (Qmh), debido a las variaciones más críticas en la demanda.

2.2.6.3.7. Velocidades admisibles. En el diseño hidráulico deben respetarse criterios de velocidad mínima y máxima que garanticen un adecuado funcionamiento hidráulico de la conducción (MVCS, 2018):

- Velocidad mínima recomendada: 0,60 m/s, valor que permite evitar la sedimentación de partículas en la tubería.
- Velocidad máxima recomendada: 3,00 m/s, con el fin de reducir pérdidas de carga excesivas y minimizar efectos de desgaste en la conducción.

- En situaciones debidamente sustentadas técnicamente, la velocidad puede incrementarse hasta valores del orden de 5,00 m/s, siempre que se garantice la integridad del sistema y su adecuado desempeño hidráulico.

2.2.6.3.8. Criterios de Diseño Hidráulico

Conducciones que operan como canal (flujo a superficie libre)

Cuando la conducción opera como canal, se emplea la ecuación de Manning:

Ecuación 12

Formulación de Manning

$$V = \frac{1}{n} R_h^{2/3} I^{1/2}$$

Donde:

- V = Velocidad media del flujo (m/s)
- n = Coeficiente de rugosidad del material de la conducción
- R_h = Radio hidráulico de la sección transversal (m)
- I = Pendiente hidráulica o gradiente de energía (m/m)

Valores típicos del coeficiente n:

- Hierro fundido dúctil = 0,012
- Tuberías de policloruro de vinilo (PVC) = 0,010
- Tuberías de polietileno de alta densidad (PEAD) = 0,010

Cálculo de diámetro de tuberías a presión

Para conducciones que operan a presión y presentan diámetros mayores a 50 mm, el dimensionamiento hidráulico se realiza comúnmente mediante la ecuación de Hazen–Williams, la cual permite estimar las pérdidas de carga por fricción en el sistema.

Ecuación 13

Ecuación de Hazen – Williams

$$H_f = 10.67 \frac{LQ^{1.852}}{C^{1.852}D^{4.86}}$$

Donde:

- H_f = Pérdida de carga continua a lo largo del tramo (m)
- L = Longitud de la conducción o tramo analizado (m)
- Q = Caudal que circula por la tubería (m^3/s)
- D = Diámetro interno de la tubería (m)
- C = Coeficiente de rugosidad de Hazen–Williams (adimensional)

Valores referenciales del coeficiente C :

- Tuberías de acero sin costura: $C = 120$
- Hierro fundido dúctil con revestimiento: $C = 140$
- Tuberías de polietileno: $C = 140$
- Tuberías de PVC: $C = 150$

Para tuberías de diámetro igual o menor a 50 mm, Fair - Whipple:

Para conducciones a presión con diámetros iguales o menores a 50 mm, el cálculo de pérdidas de carga puede realizarse mediante la ecuación de Fair–Whipple, la cual es adecuada para tuberías de pequeño diámetro:

Ecuación 14

Fórmula de Fair–Whipple

$$H_f = 676,745 \frac{LQ^{1,751}}{D^{4,753}}$$

Donde:

- H_f = Pérdida de carga continua en la conducción (m)
- L = Longitud del tramo de tubería (m)
- Q = Caudal circulante expresado en litros por minuto (L/min)
- D = Diámetro interno de la tubería, en milímetros (mm)

Línea de gradiente hidráulica (LGH)

La línea de gradiente hidráulica se determina a partir de la aplicación del principio de conservación de la energía, expresado mediante la ecuación de Bernoulli, la cual permite analizar la variación de cargas a lo largo de una conducción:

Ecuación 15

Fórmula de Bernoulli

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + H_f$$

Donde:

- Z = Altura geométrica o cota respecto a un plano de referencia (m)
- P/γ = Carga de presión expresada en unidades de altura (m)
- V = Velocidad media del flujo en la conducción (m/s)
- H_f = Pérdida de energía por fricción a lo largo del sistema (m)

Pérdidas de carga Localizadas

Las pérdidas de carga localizadas corresponden a las disipaciones de energía que se producen en elementos singulares del sistema, tales como accesorios, válvulas o cambios de dirección en la conducción.

Ecuación 16

Pérdida de carga localizada

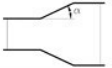



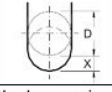

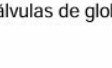
$$\Delta H_i = K_i \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

- ΔH_i = Pérdida de energía localizada en un elemento específico del sistema (m)
- K_i = Coeficiente adimensional asociado al accesorio o dispositivo hidráulico
- V = Velocidad media del flujo en la tubería (m/s)
- g = Aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)

Tabla 6

Tabla de Coeficientes para el cálculo de la pérdida de carga en piezas especiales y válvulas

ELEMENTO	COEFICIENTE k_i								
	α	5°	10°	20°	30°	40°	90°		
Ensanchamiento gradual 	α	5°	10°	20°	30°	40°	90°		
	k_i	0,16	0,40	0,85	1,15	1,15	1,00		
Codos circulares 	R/DN	0,1	0,3	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
	K_{90°	0,09	0,11	0,20	0,31	0,47	0,69	1,00	1,14
	$k_i = K_{90^\circ} \times \alpha/90^\circ$								
Codos segmentados 	α	20°	40°	60°	80°	90°			
	k_i	0,05	0,20	0,50	0,90	1,15			
Disminución de sección 	S_2/S_1	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8			
	k_i	0,5	0,43	0,32	0,25	0,14			
Otras	Entrada a depósito							$k_i=1,0$	
	Salida de depósito							$k_i=0,5$	
Válvulas de compuerta 	x/D	1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8	8/8
	k_i	97	17	5,5	2,1	0,8	0,3	0,07	0,02
Válvulas mariposa 	α	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	
	k_i	0,5	1,5	3,5	10	30	100	500	
Válvulas de globo 	Totalmente abierta								
	k_i	3							

Nota: Extraído de Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural (p. 78), por MVCS (2018)

2.2.6.4. Cámara rompe presión para línea de conducción. La diferencia de niveles entre la estructura de captación y determinados puntos de la línea de conducción puede generar incrementos de presión que superen los límites admisibles de operación de la tubería. En este contexto, se recomienda la incorporación de cámaras rompe presión, especialmente cuando el desnivel acumulado es significativo (del orden de 50 m o más) (MVCS, 2018)

Estas estructuras permiten disipar energía hidráulica, reducir la presión interna y garantizar la seguridad del sistema. Su diseño considera criterios como altura mínima de descarga, borde libre de seguridad y carga hidráulica requerida para asegurar el flujo de salida.

2.2.6.5. Válvula de aire. Las válvulas de aire constituyen dispositivos hidromecánicos diseñados para facilitar la evacuación y el ingreso controlado de aire en las líneas de conducción, con la finalidad de asegurar condiciones adecuadas de operación hidráulica del sistema. Su implementación resulta esencial en conducciones, tanto por gravedad como a presión, donde es posible la acumulación de aire en puntos elevados, variaciones bruscas de pendiente o tramos de gran longitud, condiciones que favorecen la formación de bolsas de aire.

Estas acumulaciones pueden disminuir el área efectiva de flujo, incrementar las pérdidas de energía y generar condiciones de presión desfavorables, incluyendo presiones negativas durante el vaciado de la tubería. En función de su modo de operación, las válvulas de aire se clasifican en purgadores, ventosas bifuncionales y ventosas trifuncionales, siendo estas últimas las más utilizadas en sistemas de abastecimiento debido a su capacidad de expulsar e incorporar aire de manera automática.

La ubicación y selección de estos dispositivos debe basarse en el análisis del perfil topográfico y de la línea de gradiente hidráulica del sistema, a fin de garantizar su correcto funcionamiento y la protección de la infraestructura hidráulica (MVCS, 2018).

2.2.6.6. Válvula de purga. La válvula de purga es un dispositivo hidráulico que se instala en los puntos de menor cota de la línea de conducción, con la finalidad de permitir el drenaje del sistema y la limpieza de la tubería. Su función principal consiste en evacuar los sedimentos acumulados y facilitar las actividades de mantenimiento, especialmente en conducciones de gran longitud o en terrenos con topografía irregular que favorecen la deposición de sólidos.

Estas válvulas generalmente se implementan mediante una derivación de la tubería principal, equipada con un sistema de cierre, que permite descargar el flujo hacia zonas adecuadas de disposición o infiltración. La ubicación de estos dispositivos se define a partir del análisis del perfil longitudinal de la conducción y de los requerimientos de mantenimiento del sistema, priorizando los tramos donde se presentan puntos bajos con mayor probabilidad de acumulación de sedimentos (MVCS, 2018).

2.2.7. Diseño y selección del sistema de bombeo

Las estaciones de bombeo corresponden a sistemas integrados por estructuras civiles, equipos electromecánicos, tuberías y accesorios, cuya finalidad es impulsar el agua desde la fuente de abastecimiento hacia un reservorio de almacenamiento o directamente hacia la red de distribución, cuando las condiciones topográficas no permiten el transporte por gravedad.

El diseño de estos sistemas debe contemplar las condiciones hidráulicas de operación, el caudal requerido, la altura dinámica total de bombeo y los aspectos operativos del servicio, con el objetivo de garantizar un funcionamiento eficiente y confiable del sistema (OPS, 2005).

2.2.7.1. Caudal de bombeo. El caudal de bombeo se determina considerando la demanda de agua de la población, el régimen de operación del sistema y el tiempo efectivo de funcionamiento diario de la estación de bombeo. En sistemas de abastecimiento que incorporan

reservorio, este caudal puede estimarse a partir del caudal máximo diario y del número de horas de operación previstas para el bombeo.

Ecuación 17

Determinación del caudal de bombeo

$$Q_b = \frac{Q_{md} \times 24}{N}$$

Donde:

- Q_b = Caudal requerido de bombeo (L/s)
- Q_{md} = Caudal máximo diario del sistema (L/s)
- N = Número de horas de operación del sistema de bombeo por día (h/día)

En sistemas de abastecimiento rural, se recomienda adoptar un tiempo de operación cercano a 8 horas diarias, el cual puede incrementarse hasta aproximadamente 12 horas en situaciones particulares que así lo requieran.

2.2.7.2. Altura manométrica total. La altura manométrica total corresponde a la energía que la bomba debe proporcionar al fluido para permitir su desplazamiento desde la fuente hasta el punto de descarga. Este parámetro se encuentra conformado por la carga en la succión, la carga en la impulsión y las pérdidas de energía generadas a lo largo del sistema.

Ecuación 18

Ecuación de altura manométrica total para bomba

$$H_b = H_s + H_i$$

Donde:

- H_b = Altura manométrica total requerida (m)
- H_s = Carga hidráulica en la succión (m)

- H_i = Carga hidráulica en la impulsión (m)

En sistemas con bombas de eje horizontal o vertical, la altura manométrica total puede expresarse como:

$$H_b = h_s + h_i + \Delta h_s + \Delta h_i$$

Donde:

- h_s = Altura estática correspondiente a la succión (m)
- h_i = Altura estática correspondiente a la impulsión (m)
- Δh_s = Pérdidas de energía por fricción en la tubería de succión (m)
- Δh_i = Pérdidas de energía por fricción en la tubería de impulsión (m)

La correcta determinación de este parámetro es fundamental para seleccionar adecuadamente el equipo de bombeo.

2.2.7.3. Potencia del equipo de bombeo. La potencia requerida para el funcionamiento del sistema de bombeo se determina en función del caudal a impulsar, la altura manométrica total del sistema y el rendimiento global del equipo, parámetros que condicionan la energía necesaria para la operación.

Ecuación 19

Ecuación de Potencia de la bomba

$$P_b = \frac{Q_b \times H_b}{76 \times \eta}$$

Donde:

- P_b = Potencia requerida de la bomba (HP)
- Q_b = Caudal de bombeo del sistema (L/s)
- H_b = Altura manométrica total (m)

- η = Eficiencia global del sistema de bombeo (adimensional)

Se recomienda seleccionar equipos que trabajen con eficiencias mayores al 70 %, con el fin de garantizar un funcionamiento eficiente del sistema hidráulico.

2.2.7.4. Selección del tipo de bomba. En los sistemas de abastecimiento de agua potable, los equipos de bombeo más empleados corresponden a las bombas centrífugas, las cuales se clasifican principalmente en función de su configuración constructiva y modo de instalación, destacando las siguientes:

- Bombas centrífugas de eje horizontal
- Bombas centrífugas de eje vertical
- Bombas sumergibles

La selección del tipo de bomba debe realizarse considerando factores como las condiciones de la fuente de abastecimiento, la profundidad de captación, el caudal de diseño y las características operativas del sistema. En el caso de sistemas de abastecimiento rural, las bombas centrífugas de eje horizontal son comúnmente utilizadas debido a su simplicidad operativa, facilidad de mantenimiento y menores costos de operación.

2.2.7.5. Selección hidráulica de la bomba. La selección final de la bomba se realiza comparando la curva característica de la bomba con la curva del sistema hidráulico, obteniendo el punto de operación correspondiente al caudal de diseño y la altura manométrica requerida.

El punto de operación corresponde a la intersección entre la curva del sistema y la curva característica de la bomba, debiendo seleccionarse el equipo que opere con la mayor eficiencia posible bajo las condiciones hidráulicas del proyecto.

2.2.8. Diseño de capacidad de reservorio

De acuerdo con los lineamientos establecidos por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, el dimensionamiento de los reservorios debe efectuarse considerando las condiciones de operación del sistema, la demanda de agua de la población y las variaciones del consumo a lo largo del día.

En los sistemas de abastecimiento de agua potable, el almacenamiento cumple la función de equilibrar las diferencias entre la producción y el consumo de agua, lo que permite asegurar la continuidad del servicio y mantener condiciones de presión adecuadas en la red de distribución (MVCS, 2018).

2.2.8.1. Volumen de regulación. Corresponde al volumen necesario para equilibrar las diferencias entre el caudal de producción y las variaciones del consumo diario de agua. Este volumen permite garantizar el abastecimiento durante las horas de mayor demanda.

2.2.8.2. Volumen de reserva. El volumen de reserva corresponde a un almacenamiento adicional destinado a garantizar el abastecimiento de agua ante eventuales interrupciones del servicio, tales como fallas operativas o actividades de mantenimiento en las instalaciones del sistema.

2.2.8.3. Volumen para emergencias. Corresponde al volumen destinado a cubrir demandas extraordinarias, tales como incendios u otras situaciones que requieran un suministro adicional de agua.

El volumen total del reservorio se determina mediante la suma de los diferentes componentes de almacenamiento:

Ecuación 20

Volumen Total del reservorio

$$V_T = V_r + V_{res} + V_e$$

Donde:

- V_T = Volumen total del reservorio (m³)
- V_r = Volumen de regulación (m³)
- V_{res} = Volumen de reserva (m³)
- V_e = Volumen destinado a emergencias (m³)

La ubicación del reservorio debe definirse en un punto estratégico que permita garantizar condiciones adecuadas de presión en la red de distribución, además de considerar factores como la estabilidad del terreno, la accesibilidad para operación y mantenimiento, así como la protección frente a riesgos naturales o posibles fuentes de contaminación externa.

2.2.9. Consideraciones en la construcción de captación de manantial de ladera

2.2.9.1. Consideraciones generales. La captación de un manantial de ladera corresponde a una infraestructura hidráulica diseñada para interceptar y conducir el agua que emerge naturalmente del terreno, garantizando condiciones adecuadas de protección sanitaria y estabilidad estructural.

En los manantiales de descarga concentrada, la obra de captación está conformada, por lo general, por tres componentes principales: el sistema de protección del afloramiento, la cámara de captación (húmeda) y la cámara de control (seca) (OPS, 2004).

2.2.9.2. Protección de la zona de afloramiento. La zona de afloramiento debe ser acondicionada mediante la ejecución de obras que permitan captar, encauzar y conducir

adecuadamente las filtraciones hacia la cámara húmeda, recomendándose la aplicación de las siguientes medidas:

- Implementar muros laterales o pantallas que direccionen el flujo subsuperficial.
- Colocar material granular clasificado que favorezca la filtración controlada y evite el arrastre de finos.
- Impermeabilizar el fondo excavado con pendiente mínima que facilite el escurrimiento hacia los orificios de ingreso.
- Sellar superficialmente el área intervenida para evitar contaminación por escorrentía superficial.

Estas medidas buscan preservar la calidad del agua y prevenir procesos de socavación o erosión en la zona intervenida.

2.2.9.3. Cámara húmeda (Colectora). La cámara húmeda es la estructura destinada a la recolección y regulación del caudal aprovechable. Generalmente es de sección rectangular y construida en concreto armado. Debe contar con:

- Aberturas de ingreso provenientes de la zona de afloramiento, que permitan la captación del flujo.
- Dispositivo de salida, como una canastilla o sistema equivalente, encargado de conducir el agua hacia la línea de conducción.
- Tubería destinada a labores de limpieza, que facilite el mantenimiento del sistema.
- Sistema de rebose dispuesto a un nivel inferior respecto al nivel máximo de operación, con el fin de evacuar excedentes.

Su diseño debe garantizar estanqueidad, adecuada sedimentación de partículas gruesas y facilidad de operación y mantenimiento

2.2.9.4. Cámara seca (cámara de válvulas). La cámara seca corresponde al recinto destinado a alojar la válvula de control y los diferentes accesorios hidráulicos del sistema, constituyendo un elemento independiente de la cámara húmeda. Esta separación se logra mediante un muro divisor que impide el contacto directo con el agua almacenada.

Su función principal es permitir el control, regulación y cierre del flujo hacia la línea de conducción, además de facilitar inspecciones y trabajos de mantenimiento.

2.2.9.5. Ubicación de la captación. La captación debe localizarse lo más próxima posible al punto de afloramiento natural del manantial, minimizando intervenciones en el flujo subterráneo. Asimismo, deberá considerarse la estabilidad del terreno y la exposición a riesgos naturales, tales como deslizamientos, erosión o inundaciones.

2.2.9.6. Excavación y cimentación. Las excavaciones deberán realizarse hasta alcanzar terreno firme que garantice estabilidad estructural. La cimentación deberá permitir interceptar adecuadamente las corrientes subsuperficiales y asegurar la correcta transmisión de cargas al terreno natural. Posteriormente, las áreas intervenidas deberán ser rellenadas y compactadas, garantizando la integridad estructural de la obra.

2.2.9.7. Prueba hidráulica. Concluida la construcción, se recomienda realizar una prueba hidráulica en la cámara húmeda, llenándola hasta el nivel operativo y verificando la ausencia de filtraciones durante un período mínimo de observación. Esta prueba permite asegurar la estanqueidad de la estructura y el correcto funcionamiento del sistema antes de su puesta en operación.

III.MATERIALES Y METODOLOGÍA

3.1. Materiales

3.1.1. Materiales de Gabinete

Para el desarrollo, procesamiento y análisis de la presente investigación se emplearon diversas herramientas especializadas, las cuales permitieron realizar cálculos hidráulicos, modelamiento topográfico y elaboración de planos del sistema propuesto.

- Programa procesador de textos: Utilizado para la redacción, edición y presentación del informe de investigación.
- Programa de Hoja de cálculo: Empleada para el procesamiento de datos, cálculo hidráulico, estimación de caudales, análisis comparativos y elaboración de tablas.
- Software de diseño asistido por computadora: Utilizado para la elaboración de planos técnicos y representación gráfica del sistema propuesto.
- Software de modelado y diseño civil: Utilizado para el análisis topográfico, la elaboración de perfiles longitudinales y el planteamiento preliminar del trazado de la línea de conducción.
- Software de modelado de información de construcción: Utilizado para la representación tridimensional y visualización técnica de los componentes del sistema.

3.1.2. Materiales de Campo

Se ejecutaron dos actividades principales de trabajo de campo: el levantamiento topográfico del área de estudio y la toma de muestras de agua del manantial, ambas orientadas a obtener información técnica necesaria para el diseño y evaluación del sistema propuesto.

- Las actividades de campo comprendieron la ejecución del levantamiento topográfico del área de estudio, con el propósito de determinar las características altimétricas y planimétricas del terreno. Esta actividad permitió obtener datos precisos para la elaboración del perfil longitudinal, la identificación de cotas, pendientes y puntos

estratégicos necesarios para el diseño de la captación y la línea de conducción, garantizando la viabilidad técnica del sistema propuesto.

- Además, se efectuó la recolección de las muestras de agua del manantial siguiendo los procedimientos técnicos establecidos, con el objetivo de evaluar sus características fisicoquímicas y microbiológicas en laboratorio. Para la realización de dichos análisis se contrató a la empresa COLECBI S.A.C., la cual llevó a cabo las pruebas correspondientes conforme a los estándares técnicos vigentes. Los resultados obtenidos permitieron determinar la calidad del recurso hídrico y verificar su conformidad con los parámetros establecidos en la normativa sanitaria aplicable para consumo humano.

3.2. Metodología

3.2.1. Tipo de Investigación

La investigación es de enfoque **cuantitativo**, ya que se basa en la medición y análisis de variables numéricas como caudal, demanda y parámetros de calidad del agua. Asimismo, es de tipo **aplicada** porque busca resolver un problema concreto de abastecimiento de agua potable mediante una propuesta técnica.

3.2.2. Nivel de investigación

El nivel de la investigación tiene un alcance **descriptivo**, ya que se orienta a caracterizar y evaluar técnicamente las condiciones hidráulicas y topográficas del recurso hídrico disponible en el Sector Carrizales, verificando su conformidad con los criterios técnicos establecidos en la normativa vigente, sin manipulación de variables ni análisis de relaciones causales.

3.2.3. Diseño de Investigación

El diseño de la investigación es no experimental - transeccional - descriptivo, según la clasificación propuesta por Hernández Sampieri et al. (2014). Es no experimental porque no existe manipulación intencional de variables y los fenómenos se observan en su contexto

natural; es transeccional porque los datos se recolectan en un momento o periodo determinado; y es descriptivo porque tiene como finalidad especificar y medir las características de las variables estudiadas.

3.2.4. Población

La totalidad de habitantes del Sector Carrizales.

3.2.5. Muestra

No se empleó muestra, ya que se trabajó con la totalidad de la población proyectada del sector Carrizales para el diseño del sistema de abastecimiento. Según Hernández Sampieri et al. (2014), la muestra es un subconjunto de la población; por lo tanto, cuando se estudia el total de la población no corresponde aplicar muestreo.

3.2.6. Tipo de muestra

No aplica, debido a que no se realizó selección de un subconjunto de la población de acuerdo con Hernández Sampieri et al. (2014), sino que se consideró la población censal.

3.2.7. Variables

- **Variable Independiente:** Propuesta de Captación de Manantial
- **Variable Dependiente:** Abastecimiento de agua potable

3.2.7.1. Definición Conceptual

- **Variable Independiente:** Obra diseñada para recoger el agua que aflora naturalmente del subsuelo, protegerla frente a posibles fuentes de contaminación externa y conducirla de manera segura hacia el sistema de abastecimiento, garantizando así su calidad y disponibilidad para el consumo humano (Meuli y Wehrle, 2001).
- **Definición Dependiente:** El abastecimiento de agua potable es el conjunto de obras e infraestructura destinadas a captar, conducir, almacenar y distribuir agua a la población

en cantidad suficiente, con calidad adecuada y presión necesaria para su consumo. (Comisión Nacional del Agua, 2010).

3.2.7.2. Definición Operacional

- **Variable Independiente:** Análisis de la calidad del agua, aforo del caudal disponible, estudio topográfico del terreno, el diseño hidráulico del sistema y la estimación de costos de implementación.
- **Variable Dependiente:** Evaluación del caudal disponible, la capacidad de almacenamiento, la cobertura del servicio y el nivel de acceso de la población al sistema de agua potable.

3.2.8. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

3.2.8.1. Técnicas de Recolección de Datos

Características y Aforo de manantial:

- **Registro de campo:** A través de un formato diseñado para la investigación, se recopiló información relacionada con las condiciones físicas de la fuente y los valores de caudal, obtenidos mediante la aplicación del método volumétrico.

Diagnóstico de Infraestructura Hidráulica existente:

- **Registro de campo:** La recopilación de información se llevó a cabo mediante la aplicación de una ficha técnica de diagnóstico estructurada, orientada a identificar y evaluar los distintos componentes del sistema existente, incluyendo las obras de captación, conducción, tratamiento y almacenamiento.

Calidad de Manantial

- **Registro de muestreo:** Se utilizó un formato de registro de elaboración propia para documentar la toma de muestras de agua, cuyos datos fueron empleados para completar

la cadena de custodia requerida por la empresa responsable del análisis fisicoquímico y microbiológico.

- **Revisión y análisis de información documentaria:** Se realizó el análisis de los informes emitidos por el laboratorio responsable del procesamiento de las muestras, contrastando los resultados obtenidos con los valores de referencia establecidos en la normativa peruana vigente para agua de consumo humano.

Estudio topográfico:

- **Estudio topográfico y análisis de información topográfica:** Se empleó información topográfica secundaria obtenida mediante levantamientos realizados con estación total, lo cual permitió definir las cotas del terreno y evaluar las condiciones topográficas del área de estudio, así como desarrollar el perfil hidráulico del sistema desde la zona de captación hasta el punto de entrega.

Información técnica Secundaria:

- Se tomó como referencia el plano de lotización del Sector Carrizales, proveniente de documentación técnica de proyectos de saneamiento elaborados por la Municipalidad Provincial del Santa y disponibles en el Sistema Electrónico de Contrataciones del Estado (SEACE), utilizado para la delimitación del área de estudio y la estimación de la población de diseño.
- Asimismo, se consultó información estadística disponible en la plataforma del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), así como documentación municipal relacionada con la lotización del Sector Carrizales, empleada para la estimación de la población de diseño y la delimitación del área de intervención.

Figura 8

Ficha de Diagnóstico de Infraestructura Hidráulica Existente



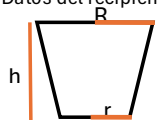
 UNS		FICHA DE DIAGNÓSTICO DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA EXISTENTE	
TESIS: "PROPUESTA DE CAPTACIÓN DE MANANTIAL PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR CARRIZALES - CHIMBOTE-2023"			
TESISTAS: Bach: De la Cruz Jara Halver Branggio Bach: Ramirez Paredes David Ricardo			
1. DATOS GENERALES			
Localidad:		Provincia:	
Distrito:		Departamento:	
Fecha de inspección:			
2. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE IDENTIFICADA		3. SISTEMA ANTERIOR IDENTIFICADO	
<input type="checkbox"/> Planta de tratamiento de agua potable (PTAP) <input type="checkbox"/> Reservorio <input type="checkbox"/> Línea de conducción <input type="checkbox"/> Pozo <input type="checkbox"/> Cámara de captación <input type="checkbox"/> Otro: _____		<input type="checkbox"/> Abastecimiento por pozo <input type="checkbox"/> Abastecimiento por manantial <input type="checkbox"/> No se pudo determinar <input type="checkbox"/> Otro: _____	
4. CONDICIÓN ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO		5. SISTEMA DE LINEA DE DISTRIBUCIÓN EXISTENTE	
<input type="checkbox"/> Operativo <input type="checkbox"/> En desuso <input type="checkbox"/> Deteriorado <input type="checkbox"/> Otro: _____		<input type="checkbox"/> Existe <input type="checkbox"/> No existe <input type="checkbox"/> Parcialmente existente	
6. OBSERVACIONES TÉCNICAS			
7. REGISTRO FOTOGRÁFICO			

Figura 9

Ficha de Caracterización y Aforo del manantial

 FICHA DE CARACTERIZACIÓN Y AFORO DEL MANANTIAL																														
TESIS:	"PROPUESTA DE CAPTACIÓN DE MANANTIAL PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR CARRIZALES - CHIMBOTE-2023"																													
TESISTAS:	Bach: De la Cruz Jara Halver Branggio Bach: Ramirez Paredes David Ricardo																													
1. DATOS GENERALES																														
Localidad: _____	Fecha: _____																													
Distrito: _____	Hora: _____																													
Provincia: _____	Época: _____																													
Departamento: _____	Coordenadas UTM: _____																													
Condición climática: _____	Altitud: _____																													
2. DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE																														
Tipo de Manantial: () Fondo () Ladera																														
Tipo de Afloramiento: () Concentrado () Difuso																														
Tipo de intervención: () Natural () Antrópica																														
Material Visible: () Arcilloso () Arenoso () Grava (Roca)																														
Estado de flujo observado: () F. Libre () F. Presurizado () F. Canalizado () F. Superficial																														
Continuidad de flujo observado: () Permanente () Intermitente () Variable																														
3. MÉTODO DE AFORO																														
Tipo de recipiente: _____	Datos del recipiente:																													
Volumen Calibrado: _____	 R: _____ r: _____ h: _____																													
El sistema Usado es el método Volumétrico																														
3. INFORMACIÓN DE AFORO																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Medición</th> <th>Volumen (L)</th> <th>Tiempo (s)</th> <th>Aforo (L/s)</th> <th>Caudal Prom. (L/s).</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td rowspan="5"></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Medición	Volumen (L)	Tiempo (s)	Aforo (L/s)	Caudal Prom. (L/s).	1					2				3				4				5			
Medición	Volumen (L)	Tiempo (s)	Aforo (L/s)	Caudal Prom. (L/s).																										
1																														
2																														
3																														
4																														
5																														
4. OBSERVACIONES																														
5. VISTAS FOTOGRÁFICAS																														

3.2.9. Instrumentos de Recolección de Datos

- **Ficha de Diagnóstico de Infraestructura Hidráulica Existente:** Instrumento técnico estructurado utilizado durante la inspección de campo para identificar los componentes del sistema hidráulico existente, con la finalidad de evaluar su estado físico, funcional y operativo, así como determinar las condiciones actuales del sistema de abastecimiento.
- **Ficha de Caracterización y Aforo del manantial:** Instrumento de registro utilizado para documentar las condiciones físicas del manantial y las mediciones de caudal obtenidas durante el trabajo de campo. El aforo se efectuó mediante la aplicación del método volumétrico, empleando un recipiente graduado y un cronómetro, lo que permitió calcular el caudal a partir de la relación entre el volumen recolectado y el tiempo de medición.
- **Reporte de Levantamiento Topográfico:** Se recibió la información proporcionada por la empresa responsable del levantamiento topográfico con el cual se usó para realizar el plano del perfil hidráulico.
- **Guía de ficha de la calidad de agua:** Se empleó un formato de registro destinado a documentar el proceso de recolección de muestras de agua en recipientes estériles, registrando los datos necesarios para su adecuada identificación, trazabilidad y control.
- **Revisión de reporte de ensayo de laboratorio de muestras de agua:** Se empleó el informe técnico emitido por el laboratorio para contrastar los parámetros físicoquímicos y microbiológicos obtenidos con los valores establecidos en la normativa peruana vigente para agua de consumo humano.
- **Expediente técnico municipal:** Documento técnico desarrollado por la Municipalidad Provincial del Santa y disponible en el Sistema Electrónico de Contrataciones del

Estado (SEACE), empleado como fuente secundaria de información para la caracterización del entorno del área de estudio.

- **Base de datos estadística del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI):** Información estadística oficial utilizada como insumo para la proyección de la población de diseño y el análisis demográfico del Sector Carrizales.

3.2.10. Confiabilidad y Validez de los Instrumentos Utilizados

- La Ficha de Diagnóstico de Infraestructura Hidráulica Existente y la Ficha de Caracterización y Aforo del Manantial fueron elaboradas en función de criterios técnicos propios de la ingeniería sanitaria e hidráulica, asegurando la recopilación sistemática de información relacionada con el estado físico, funcional y operativo de las estructuras evaluadas
- La medición del caudal del manantial se realizó mediante la aplicación del método volumétrico, procedimiento técnico ampliamente utilizado para la medición de caudales en fuentes de pequeño flujo, basado en la relación entre volumen y tiempo, lo que permite obtener resultados verificables y reproducibles bajo las mismas condiciones de medición.
- La validez de los resultados del análisis de calidad de agua fue respaldada por el informe técnico emitido por el laboratorio COLECBI S.A.C., empresa especializada en análisis fisicoquímico y microbiológicos. Los ensayos fueron realizados conforme a métodos normalizados vigentes, garantizando la confiabilidad y trazabilidad de los resultados obtenidos.
- La confiabilidad de la información topográfica fue garantizada al emplearse datos proporcionados por la empresa DEPIC (RUC N.º 10701134627), responsable del levantamiento topográfico realizado con estación total y equipos debidamente calibrados. Dicho levantamiento fue validado y suscrito por el Ing. Portella Carlos

Santiago Irving, CIP N.º 297402, asegurando el cumplimiento de los procedimientos técnicos y estándares de precisión requeridos.

- La información secundaria proveniente del expediente técnico municipal y de la base de datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) corresponde a fuentes oficiales, lo que garantiza la confiabilidad y pertinencia de los datos empleados para representación de la zona de estudio y en la proyección poblacional.

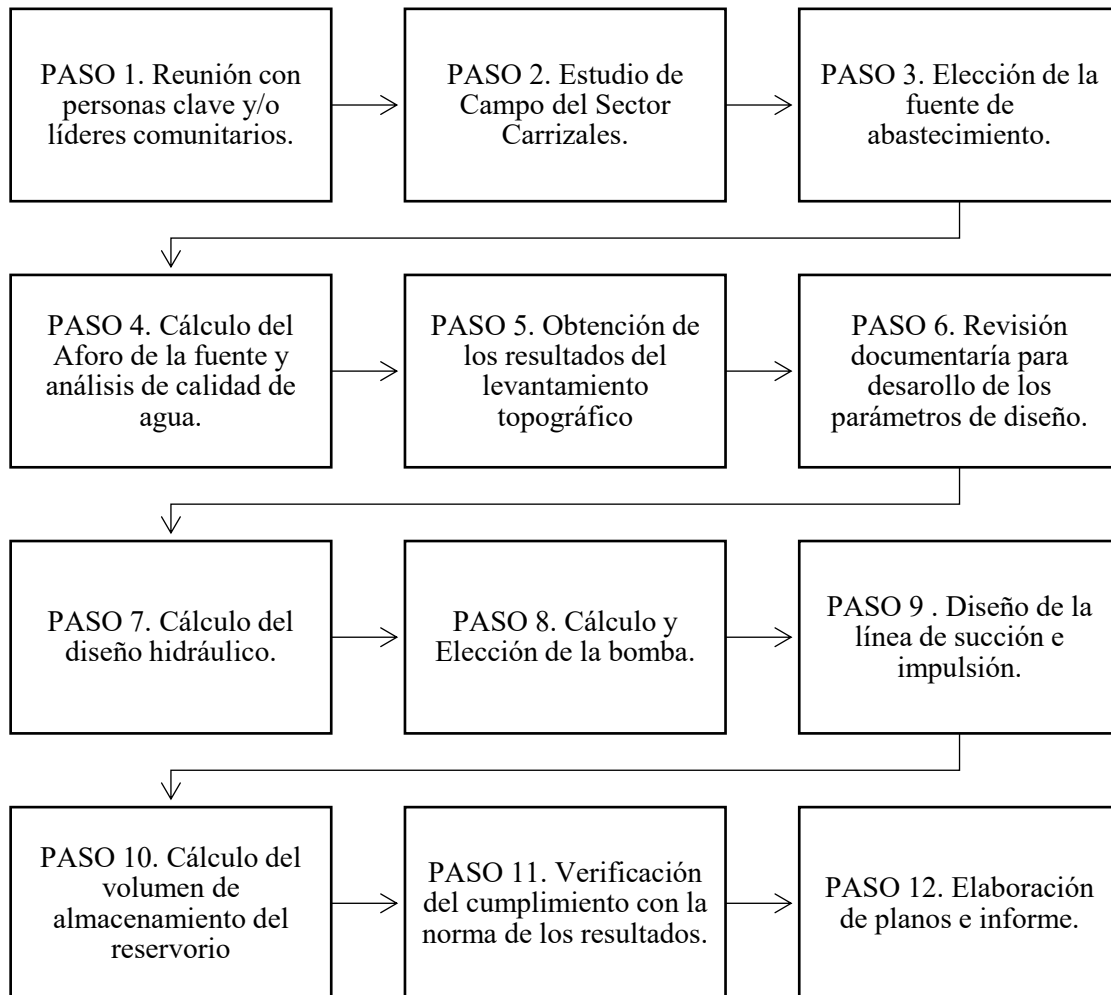
3.2.11. Análisis de Datos

Para el desarrollo de la investigación, inicialmente se realizaron reuniones con actores locales y líderes comunitarios del Sector Carrizales, con el objetivo de recopilar información sobre el estado actual del sistema de abastecimiento de agua y las condiciones del entorno. A partir de este proceso, se logró identificar y seleccionar como fuente de abastecimiento un manantial de ladera. Posteriormente, se ejecutaron actividades de campo que comprendieron la medición del caudal de la fuente mediante el método volumétrico, con la finalidad de cuantificar la disponibilidad hídrica durante la época de estiaje, así como la recolección de muestras de agua destinadas a análisis fisicoquímico y microbiológicos, orientados a evaluar la calidad del recurso para consumo humano. De manera complementaria, se utilizó información topográfica obtenida mediante levantamientos con estación total, lo que permitió caracterizar las condiciones del terreno y definir el perfil longitudinal requerido para el diseño hidráulico. Con base en la información recopilada, se desarrolló la etapa de gabinete, en la cual, mediante la revisión de fuentes documentarias, se establecieron los parámetros técnicos necesarios para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable. Finalmente, se llevó a cabo el dimensionamiento hidráulico de la captación del manantial, incluyendo la selección del equipo de bombeo, el diseño de las líneas de succión e impulsión, así como la determinación del volumen de

almacenamiento requerido mediante un reservorio elevado, con el propósito de garantizar la adecuada regulación del sistema propuesto.

Figura 11

Esquema del procedimiento a realizar para la propuesta de captación de manantial para el abastecimiento de agua del Sector Carrizales Chimbote-2023



IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Resultados de la evaluación técnica del manantial y de la infraestructura existente.

El manantial evaluado corresponde a un manantial de ladera de afloramiento concentrado y de flujo permanente, ubicado en el Sector Carrizales, distrito de Chimbote, provincia del Santa, región Áncash, georreferenciado en las coordenadas UTM 772506.29 E y 9008569.015 N, a una altitud aproximada de 145.53 m s. n. m. El diagnóstico de la infraestructura existente permitió evidenciar que existe una Planta de Tratamiento de Agua Potable sin operación hidráulica y esta se encuentra en condiciones deterioradas.

4.1.2. Resultados del análisis de calidad del agua del manantial.

Se efectuó el análisis fisicoquímico y microbiológico de las muestras de agua recolectadas en la zona de captación, cuyos resultados fueron contrastados con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el Decreto Supremo N.º 031-2010-SA, correspondiente al Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

4.1.2.1. Resultados del análisis fisicoquímico

Tabla 7

Resultados de análisis fisicoquímico del agua del manantial

Parámetro	Resultado	LMP (DS 031-2010-SA)	Cumple
pH	7.24	6.5 – 8.5	Sí
Turbidez	<1 NTU	≤ 5 NTU	Sí
Color aparente	<1 UCV	≤ 15 UCV	Sí
Nitratos	0.038 mg/L	≤ 50 mg/L	Sí
Sulfatos	117 mg/L	≤ 250 mg/L	Sí
Alcalinidad	138 mg/L	—	Referencial
Conductividad	810 µS/cm	—	Referencial
Dureza total	270 mg/L	≤ 500 mg/L	Sí
Sólidos disueltos totales	511 mg/L	≤ 1000 mg/L	Sí
Cloruros	24 mg/L	≤ 250 mg/L	Sí

Los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico indican que los parámetros evaluados se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles establecidos en la normativa vigente para agua de consumo humano. En particular, los valores de pH, turbidez, nitratos, sulfatos, dureza total y sólidos disueltos totales cumplen con los rangos establecidos, lo que evidencia condiciones adecuadas de calidad del agua para su aprovechamiento. Asimismo, parámetros como la alcalinidad y la conductividad se consideran referenciales, ya que no cuentan con valores límite establecidos en la normativa, pero permiten caracterizar el comportamiento químico del recurso hídrico.

4.1.2.2. Resultados del análisis microbiológico

Tabla 8

Resultados de análisis microbiológico

Parámetro	Resultado	LMP	Cumple
Coliformes totales	350 NMP/100 mL	0	No
Escherichia coli	240 NMP/100 mL	0	No

Los resultados del análisis microbiológico evidencian la presencia de coliformes totales y Escherichia coli, cuyos valores exceden los Límites Máximos Permisibles establecidos en el Decreto Supremo N.º 031-2010-SA. Esta situación indica la existencia de contaminación bacteriológica en el agua en su estado natural, lo cual la hace no apta para el consumo humano sin un tratamiento previo adecuado.

4.1.3. Resultados del aforo en época de avenida

El aforo del manantial se efectuó mediante la aplicación del método volumétrico, utilizando un recipiente graduado con capacidad de 6 litros y un cronómetro digital. Durante esta etapa, se realizaron cinco mediciones consecutivas, con el objetivo de obtener un valor promedio representativo del caudal disponible en condiciones de avenida.

4.1.3.1. Aforo en temporada de estiaje. El aforo en época de estiaje fue registrado en el mes de agosto, considerado el periodo crítico de menor disponibilidad hídrica. Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 9

Resultados del aforo en temporada de estiaje

Medición	Volumen (L)	Caudal (L/s)
1	6	2.25
2	6	2.30
3	6	2.21
4	6	2.37
5	6	2.26

El caudal promedio obtenido en estiaje fue de 2.274 L/s, este valor representa la condición más desfavorable de oferta hídrica.

4.1.3.2. Resultados del Aforo en época de avenida

Durante la temporada de lluvias (febrero), se llevó a cabo el aforo correspondiente a condiciones de avenida, obteniéndose los valores que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 10

Resultados del aforo en temporada de avenida

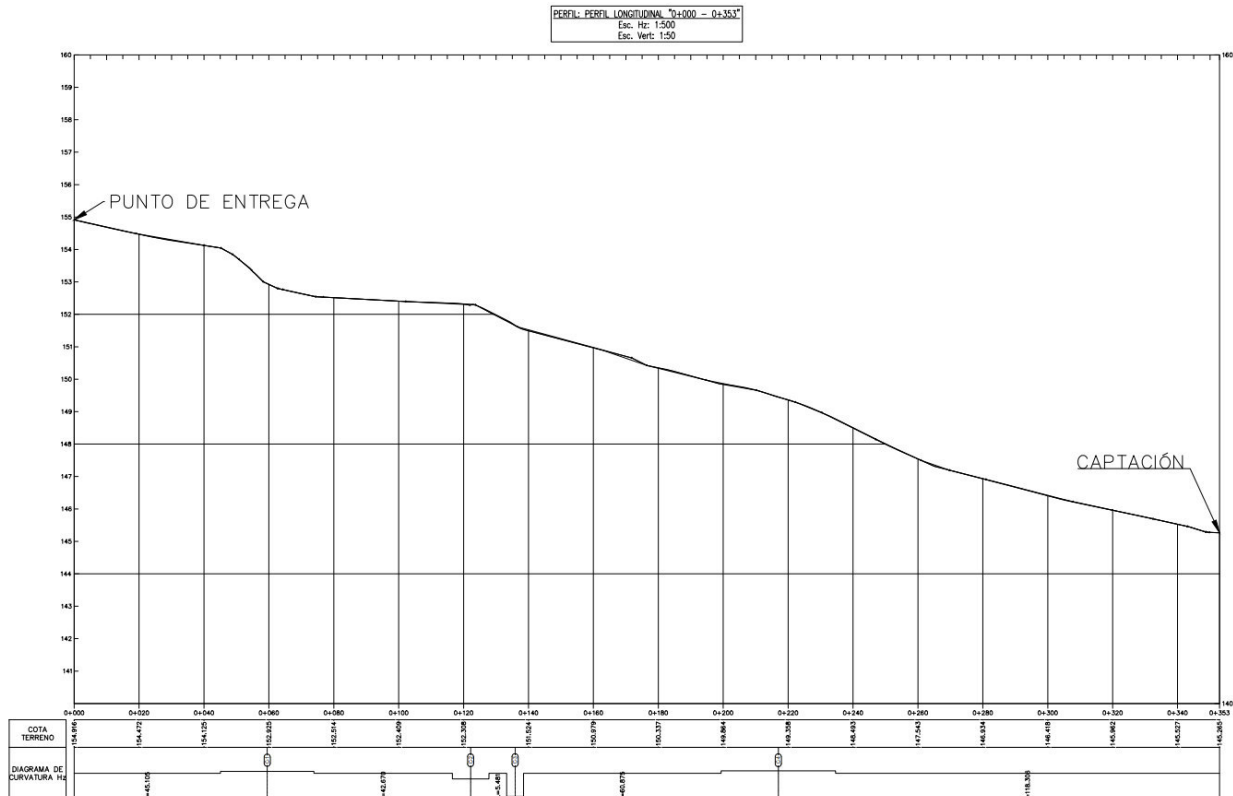
Medición	Volumen (L)	Caudal (L/s)
1	6	2.93
2	6	2.76
3	6	2.79
4	6	2.78
5	6	2.88

El caudal promedio en temporada de avenida fue de 2.828 L/s.

4.1.4. Resultados de las condiciones topográficas del sistema

Figura 12

Perfil Longitudinal Topográfico



El análisis topográfico desarrollado en el Sector Carrizales permitió determinar que el manantial se ubica a una cota aproximada de 145.28 m s. n. m., mientras que el punto de entrega del sistema se encuentra a una elevación cercana a 155.55 m s. n. m., lo que genera una diferencia altimétrica de aproximadamente 10.27 m. Asimismo, el perfil longitudinal muestra que el tramo comprendido entre la captación y el punto de entrega presenta una longitud aproximada de 338.82 m, lo cual permite definir el trazado de la línea de impulsión del sistema.

Esta condición evidencia que el punto de captación se localiza a una cota inferior en relación con el punto de entrega, lo cual imposibilita el transporte del agua mediante conducción por gravedad. En consecuencia, la topografía del terreno requiere la implementación de un sistema

de impulsión mediante bombeo, que permita elevar el recurso hídrico desde la captación hasta el punto de entrega.

Adicionalmente, durante la inspección de campo se observó que el terreno presenta condiciones favorables para la ejecución del proyecto, con accesibilidad a través de caminos de trocha y presencia de áreas de cultivo en el entorno, lo que facilita la construcción de la infraestructura de captación y la instalación de la línea de impulsión.

4.1.5. Resultados del análisis poblacional y determinación de la demanda de agua.

4.1.5.1. Resultados de la población de diseño. De acuerdo con la información censal del INEI, el Sector Carrizales presenta características propias de un centro poblado rural. Considerando un total de 142 viviendas registradas por la municipalidad provincial del Santa y adoptando un promedio de 4 habitantes por vivienda según datos del INEI, se estimó una población base de 568 habitantes para el año 2022.

Posteriormente, al aplicar una tasa de crecimiento anual del 1 % y un horizonte de diseño de 20 años, la población proyectada de diseño alcanza un total de 682 habitantes.

4.1.5.2. Resultados de la demanda de agua potable futura. Conforme a la Resolución Ministerial N.º 192-2018-MVCS, se adoptó una dotación de 90 litros por habitante por día para zonas rurales con arrastre hidráulico. A partir de este parámetro, el caudal doméstico promedio proyectado al horizonte de diseño asciende a 0.710 L/s.

Considerando pérdidas físicas del orden del 20 %, el caudal doméstico corregido alcanza 0.888 L/s.

La evaluación del consumo no doméstico correspondiente a los establecimientos existentes en el sector, tales como una institución educativa, tres iglesias, un local comunal y un comedor popular. El consumo no doméstico total proyectado es de 0.0279 L/s, el cual, al incorporar pérdidas físicas, asciende a 0.035 L/s.

En consecuencia, el caudal promedio total futuro requerido por el sistema es de 0.922 L/s.

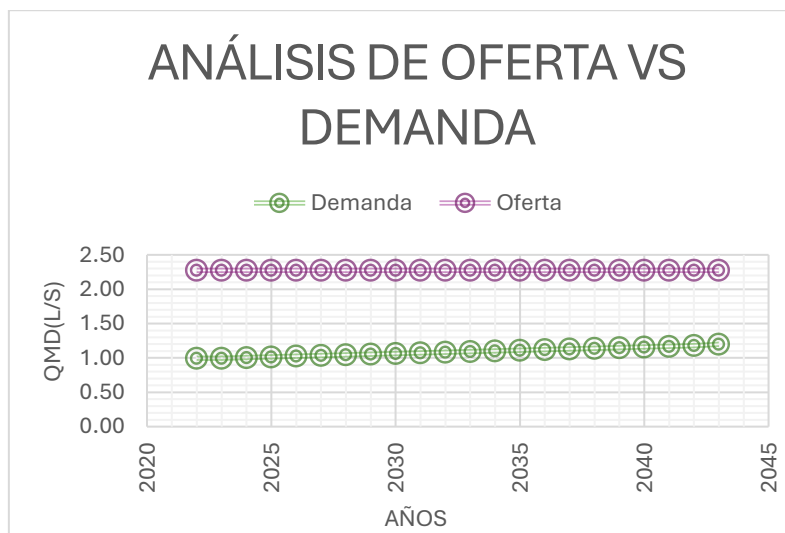
4.1.5.3. Resultados del caudal de diseño. Con el propósito de asegurar un adecuado funcionamiento hidráulico del sistema, se emplearon los coeficientes de variación de demanda establecidos en la normativa vigente. En este contexto, el caudal máximo diario calculado corresponde a 1.199 L/s, mientras que el caudal máximo horario, adoptado como caudal de diseño hidráulico, alcanza un valor de 1.845 L/s.

Los valores obtenidos constituyen los parámetros de referencia para el diseño hidráulico del sistema, permitiendo definir las dimensiones de las obras de captación y el adecuado dimensionamiento de los diferentes elementos que conforman la infraestructura hidráulica.

4.1.5.4. Análisis comparativo oferta - demanda. El caudal mínimo aforado del manantial en época de estiaje es de 2.274 L/s, valor que representa la condición más crítica de disponibilidad hídrica.

Figura 13

Análisis de Oferta Vs Demanda



Al realizar la comparación entre el caudal aforado y el caudal máximo diario proyectado (1.199 L/s), se verifica que la disponibilidad del recurso hídrico es superior a la demanda estimada a

lo largo del horizonte de diseño. En este sentido, se obtiene un margen de seguridad hidráulica cercano al 47 %, lo que permite asegurar la continuidad y confiabilidad del sistema en condiciones críticas de operación.

Estos resultados confirman la suficiencia de la fuente para abastecer la demanda proyectada a 20 años, respaldando la viabilidad del recurso hídrico para el sistema propuesto.

4.1.6. Resultados del diseño Hidráulico de la captación

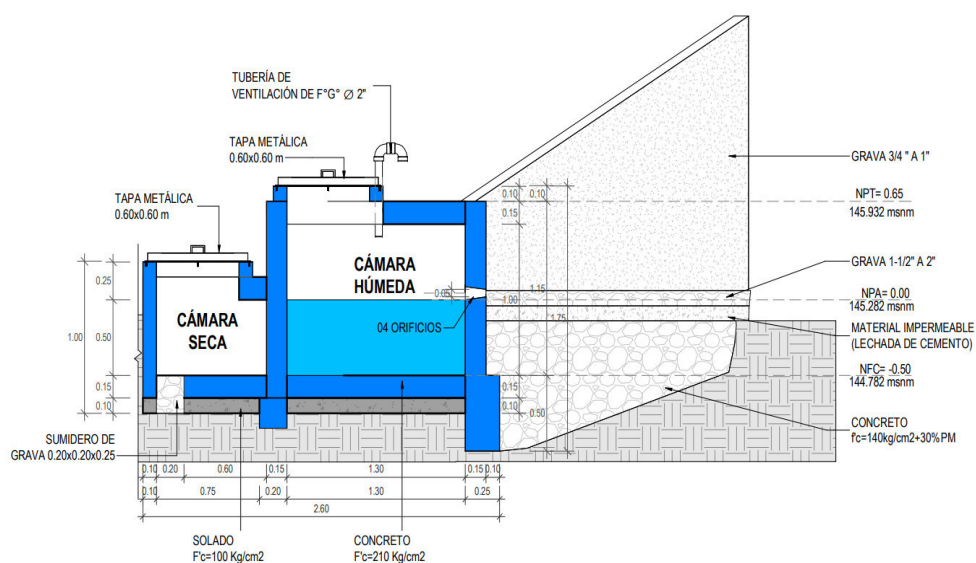
El diseño hidráulico de la captación fue desarrollado considerando el caudal mínimo aforado en época de estiaje y los criterios técnicos establecidos para sistemas de abastecimiento rural. Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

4.1.6.1. Caudal adoptado para el diseño. Para el dimensionamiento hidráulico del sistema, se tomó como base el caudal máximo diario proyectado, el cual fue ajustado a un valor de 1.50 L/s, de acuerdo con los lineamientos establecidos en la normativa vigente del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

4.1.6.2. Dimensionamiento de la estructura de captación.

Figura 14

Dimensionamiento Hidráulico del Sistema de Captación



El análisis hidráulico realizado permitió definir una longitud constructiva aproximada de 1.30 m entre la zona de afloramiento y la cámara húmeda, garantizando una conducción eficiente del flujo hacia la estructura de captación.

En cuanto a la tubería de ingreso, se seleccionó un diámetro comercial de 2 pulgadas, considerando su compatibilidad con los criterios hidráulicos de diseño y su disponibilidad en el mercado. Asimismo, se dispuso la instalación de cuatro orificios de entrada, distribuidos en una pantalla de 1.30 m de ancho, lo cual favorece una captación uniforme del flujo proveniente del afloramiento.

Respecto a la cámara húmeda, se estableció una altura total de 1.00 m, la cual fue definida considerando la altura hidráulica requerida, la zona de sedimentación, el borde libre y el nivel de ingreso del agua. Esta configuración permite garantizar condiciones adecuadas de operación, control del flujo y seguridad estructural del sistema.

4.1.6.3. Sistema de salida y protección. La tubería de salida fue dimensionada con un diámetro nominal de 2 pulgadas, incorporando una canastilla de 4 pulgadas de diámetro y 0.20 m de longitud, cuyo diseño considera 116 ranuras, garantizando un área de paso suficiente que reduce las pérdidas de carga y disminuye la probabilidad de obstrucción.

En relación con el sistema de rebose y limpieza, se seleccionó un diámetro comercial de 3 pulgadas, complementado con un cono de rebose de 6 pulgadas, lo cual permite una adecuada evacuación de excedentes y facilita las labores de mantenimiento del sistema.

Tabla 11
Resumen de parámetros hidráulicos adoptados en la captación

Componente	Parámetro	Valor adoptado
Caudal de diseño	Qmd estandarizado	1.50 L/s
Tubería de entrada	Diámetro	2”
Pantalla	Número de orificios	4
Pantalla	Ancho	1.30 m
Cámara húmeda	Altura total	1.00 m
Tubería de salida	Diámetro	2”
Canastilla	Diámetro	4”
Canastilla	Número de ranuras	116
Rebose	Diámetro comercial	3”
Cono de rebose	Diámetro	6”

Los valores presentados en la tabla muestran los parámetros hidráulicos adoptados para el dimensionamiento de la estructura de captación, incluyendo caudal de diseño, diámetros, número de orificios y dimensiones de los principales componentes. Estos resultados permiten identificar las características geométricas y operativas consideradas en el diseño del sistema.

4.1.7. Resultados del sistema de bombeo y línea de impulsión

4.1.7.1. Cámara de bombeo. La cámara de bombeo fue dimensionada para garantizar condiciones adecuadas de operación y mantenimiento del equipo. Se adoptó una configuración que permite la instalación de dos bombas en funcionamiento alternado, asegurando continuidad del servicio ante eventuales fallas. Las dimensiones internas adoptadas permiten la correcta instalación de los equipos, accesorios hidráulicos y válvulas de control, así como un espacio adecuado para labores de mantenimiento.

4.1.7.2. Tubería de Succión. La línea de succión fue dimensionada con un diámetro de 50mm, utilizando tubería de PVC Clase 10. La velocidad obtenida se mantiene dentro del rango recomendado por normativa, garantizando condiciones adecuadas de operación y minimizando pérdidas de carga.

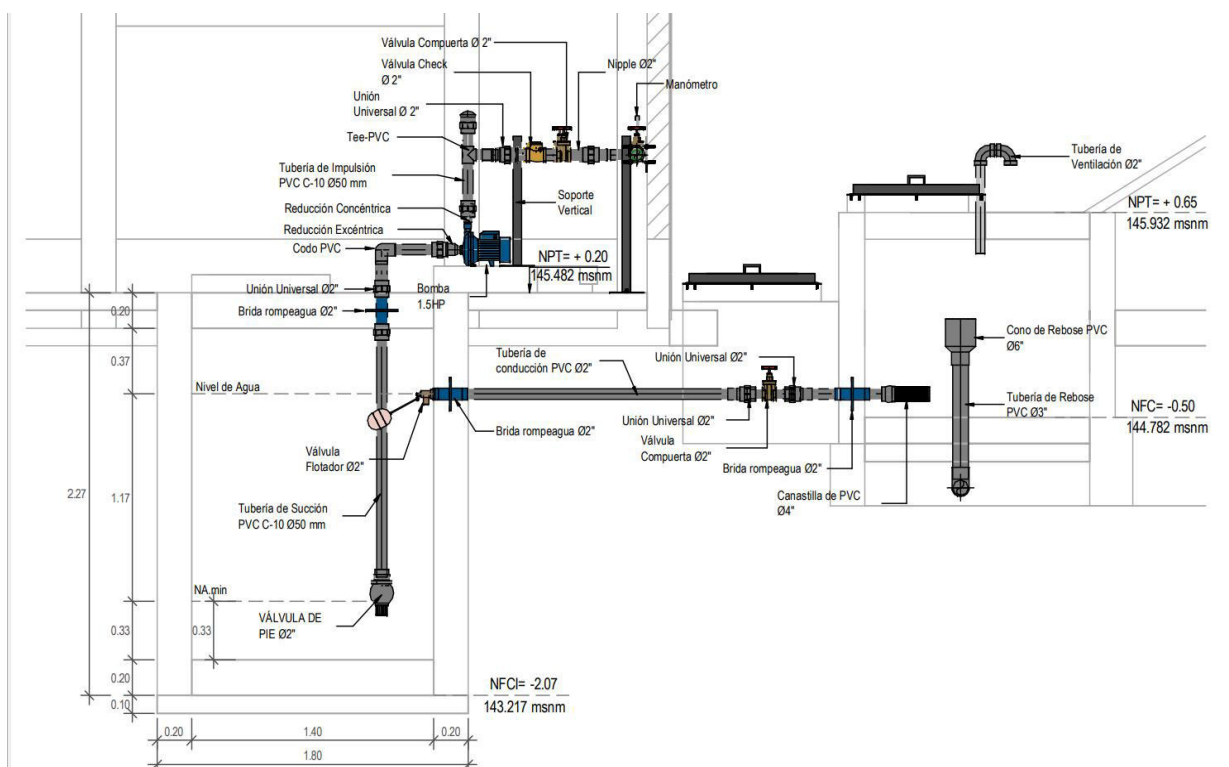
4.1.7.3. Línea de impulsión.

La línea de impulsión presenta una longitud aproximada de 348.73 m y un desnivel topográfico de 9.72 m. Se adoptó tubería de PVC Clase 10 con diámetro nominal de 50mm.

La velocidad promedio del flujo es de 0.916 m/s, valor que se encuentra dentro de los límites recomendados. Las pérdidas de carga totales en impulsión ascienden a 7.50 m.

Figura 15

Componentes de Estación de Bombeo



La Figura 15 presenta el esquema de la estación de bombeo diseñada, donde se observa la disposición de los componentes hidráulicos conforme a los parámetros definidos en el diseño.

(LGH) desde la captación hasta el punto de entrega. Asimismo, se aprecia una reducción progresiva de la energía hidráulica, asociada a las pérdidas de carga generadas por fricción en la tubería y en los accesorios del sistema.

4.1.7.5. Selección de la bomba. Considerando el caudal de diseño y la altura manométrica total determinada, se definió la selección de una bomba centrífuga de 1.5 HP, cuya capacidad nominal se ajusta al punto de operación requerido del sistema.

Adicionalmente, se comprobó que el NPSH disponible (7.49 m) supera al NPSH requerido (2.50 m), lo que indica condiciones adecuadas de operación sin riesgo de cavitación.

4.1.7.6. Evaluación frente a golpe de ariete. El análisis de sobrepresión determinó una presión máxima de 21.38 m.c.a., valor inferior a la capacidad de resistencia de la tubería PVC Clase 10 (100 m.c.a.), lo que garantiza seguridad estructural del sistema.

4.1.8. Volumen de Almacenamiento del Reservorio.

El dimensionamiento del reservorio consideró los volúmenes de regulación y reserva como componentes principales del almacenamiento. En función de un caudal promedio de 0.923 L/s y un porcentaje de regulación del 25 %, se obtuvo un volumen de regulación de 19.94 m³. Por su parte, el volumen de reserva, calculado para un periodo de 2 horas y un caudal máximo diario de 1.199 L/s, corresponde a 8.63 m³.

Dado que el sistema no contempla demanda contra incendios, no se incluye este componente en el cálculo total. En consecuencia, el volumen total de almacenamiento adoptado para el reservorio es de 29.00 m³, el cual se emplea en el dimensionamiento del sistema de almacenamiento de agua potable.

4.1.9. Contratación de Hipótesis

La hipótesis general de la investigación plantea que: *“La propuesta de captación de manantial diseñada para el Sector Carrizales – Chimbote cumple con los criterios técnicos necesarios para garantizar el abastecimiento de agua potable.”*

En función de los resultados obtenidos, se determinó que el caudal mínimo registrado en época de estiaje alcanza un valor de 2.274 L/s, mientras que la demanda máxima diaria proyectada para un horizonte de diseño de 20 años es de 1.199 L/s. Esta relación evidencia que la disponibilidad del recurso hídrico es superior a la demanda prevista, presentando un margen de seguridad mayor al 45 %, lo cual permite sustentar la suficiencia de la fuente para el abastecimiento poblacional.

Asimismo, la evaluación hidráulica del manantial permitió identificar la presencia de flujo permanente, junto con condiciones favorables para su aprovechamiento como fuente de captación. En cuanto a la calidad del agua, los resultados del análisis fisicoquímico muestran que los parámetros evaluados se encuentran dentro de los límites establecidos por la normativa vigente para consumo humano. Sin embargo, el análisis microbiológico evidenció la presencia de coliformes totales y *Escherichia coli*, cuyos valores superan los límites permisibles, por lo que se requiere la aplicación de un proceso de desinfección, como la cloración, previo a su distribución.

Desde el punto de vista topográfico, se determinó que el manantial se ubica a una cota inferior respecto al punto de entrega, generando un desnivel aproximado de 10.27 m a lo largo de la línea de conducción. Esta condición implica la necesidad de implementar un sistema de impulsión mediante bombeo, con el fin de garantizar el transporte del agua desde la captación hasta el punto de entrega.

Por otro lado, los componentes del sistema fueron dimensionados considerando los criterios técnicos establecidos en la normativa vigente. En este sentido, la estructura de captación, la línea de impulsión y el sistema de bombeo presentan características acordes con las condiciones del proyecto. Asimismo, el volumen de almacenamiento del reservorio (29.00 m³) responde a los requerimientos de regulación y reserva definidos para el sistema.

En consecuencia, los resultados obtenidos permiten aceptar la hipótesis planteada, al demostrarse que la propuesta de captación de manantial cumple con los criterios técnicos, hidráulicos y normativos requeridos para asegurar el abastecimiento de agua potable en el Sector Carrizales – Chimbote, dentro del horizonte de diseño establecido.

4.2. Discusiones

La investigación desarrollada tuvo como propósito evaluar si la propuesta de captación de manantial para el Sector Carrizales – Chimbote cumple con los criterios técnicos necesarios para el abastecimiento de agua potable. Asimismo, se analizaron aspectos relacionados con la disponibilidad del recurso, su calidad, las condiciones topográficas y el comportamiento hidráulico del sistema diseñado.

En relación con la disponibilidad hídrica, los resultados obtenidos evidencian que el caudal mínimo registrado en época de estiaje (2.274 L/s) supera la demanda máxima diaria proyectada (1.199 L/s). Esta diferencia confirma que la fuente presenta una capacidad suficiente para atender la demanda futura, incluso bajo condiciones críticas de operación. Este resultado es consistente con las recomendaciones del Manual de Opciones Tecnológicas para Sistemas de Agua en el Ámbito Rural del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, donde se establece la importancia de considerar escenarios de mínima disponibilidad para el diseño.

Respecto a la calidad del agua, el análisis fisicoquímico indica que los parámetros evaluados se encuentran dentro de los límites establecidos para agua de consumo humano. No obstante, los

resultados microbiológicos muestran la presencia de coliformes totales y *Escherichia coli* (350 y 240 NMP/100 mL, respectivamente), valores que exceden los estándares permisibles. En consecuencia, se identifica la necesidad de incorporar un proceso de desinfección, como la cloración, previo a la distribución del agua, con el fin de asegurar su potabilidad.

En cuanto a las condiciones topográficas, el análisis del perfil longitudinal permitió identificar un desnivel aproximado de 10.27 m entre la captación y el punto de entrega. Esta característica del terreno condiciona el transporte del agua, haciendo inviable la conducción por gravedad y requiriendo la implementación de un sistema de bombeo. A pesar de ello, el diseño de la línea de impulsión presenta velocidades dentro de los rangos recomendados y pérdidas de carga admisibles, conforme a lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma OS.070, lo que indica que la topografía no limita la viabilidad del sistema propuesto.

Finalmente, el análisis del sistema de bombeo confirma que las condiciones hidráulicas adoptadas son adecuadas para su funcionamiento. La compatibilidad entre la altura manométrica total calculada y la bomba seleccionada, junto con la verificación del NPSH y la ausencia de riesgos de cavitación o sobrepresiones, evidencian un comportamiento estable del sistema y condiciones seguras de operación.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El caudal mínimo determinado en época de estiaje (2.274 L/s) es mayor que la demanda máxima diaria proyectada (1.199 L/s), lo que evidencia que la fuente hídrica dispone de capacidad suficiente para atender el requerimiento de la población del Sector Carrizales durante el horizonte de diseño de 20 años.
- El análisis comparativo entre la oferta y la demanda hídrica demostró que existe un margen de disponibilidad superior al 45 %, lo cual garantiza la sostenibilidad del sistema de abastecimiento y confirma la viabilidad del manantial como fuente de captación.
- El análisis de calidad de agua mostró que los parámetros fisicoquímicos se encuentran dentro de los límites establecidos para consumo humano; sin embargo, la presencia de coliformes totales y Escherichia coli en el análisis microbiológico indica la necesidad de implementar un proceso de desinfección previo a la distribución.
- Las condiciones topográficas del área evidencian un desnivel aproximado de 10.27 m entre la captación y el punto de entrega, lo que imposibilita la conducción por gravedad y justifica la incorporación de un sistema de impulsión mediante bombeo.
- El diseño de la estructura de captación permitió definir dimensiones adecuadas para sus componentes principales, tales como la pantalla de entrada, la cámara húmeda, el sistema de rebose y la canastilla, asegurando una adecuada captación del flujo.
- La línea de impulsión fue dimensionada con una velocidad promedio de 0.916 m/s, valor que se encuentra dentro de los rangos recomendados, así como pérdidas de carga compatibles con un funcionamiento hidráulico adecuado.
- La Altura Manométrica Total calculada de 23.73 m permitió seleccionar un equipo de bombeo compatible con el punto de operación requerido, verificándose además que el NPSH disponible es mayor que el NPSH requerido, descartando riesgo de cavitación.

- El análisis de golpe de ariete determinó una sobrepresión máxima de 21.38 m.c.a., valor inferior a la resistencia de la tubería empleada, lo que indica condiciones seguras de operación.
- El volumen de almacenamiento del reservorio (29.00 m³) responde a los requerimientos de regulación y reserva del sistema, permitiendo mantener la continuidad del servicio.
- En conjunto, los resultados obtenidos demuestran que el sistema de captación de manantial propuesto cumple con los criterios técnicos e hidráulicos necesarios para el abastecimiento de agua potable en el Sector Carrizales – Chimbote.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda implementar el sistema de captación de manantial propuesto, considerando que la disponibilidad hídrica identificada permite cubrir la demanda proyectada dentro del horizonte de diseño establecido.
- Se recomienda ejecutar la construcción de la infraestructura respetando las dimensiones y criterios hidráulicos definidos en el diseño, a fin de asegurar un adecuado funcionamiento del sistema y una correcta evacuación de excedentes.
- Se recomienda incorporar un sistema de desinfección mediante cloración antes de la distribución del agua, con el propósito de asegurar la calidad sanitaria del recurso y su aptitud para consumo humano.
- Se recomienda establecer un programa de monitoreo periódico de la calidad del agua, tanto en la fuente como en la red de distribución, que permita verificar el cumplimiento de los parámetros exigidos por la normativa vigente.
- Se recomienda realizar mantenimiento preventivo de los componentes del sistema (estructura de captación, cámara húmeda, canastilla, rebose y reservorio), con el fin de evitar la acumulación de sedimentos y asegurar la continuidad del servicio.

- Se recomienda supervisar la operación del sistema de bombeo mediante personal capacitado, evaluando de manera periódica el estado de los equipos, válvulas y tuberías para prevenir fallas y optimizar el rendimiento hidráulico.
- Se recomienda implementar medidas de protección sanitaria en la zona de captación, tales como cercado perimetral, control de actividades en el entorno y manejo adecuado de escorrentías superficiales, con el fin de reducir riesgos de contaminación
- Se recomienda promover la participación de las autoridades locales y de la comunidad en la gestión del sistema, fomentando prácticas de uso responsable del agua, educación sanitaria y sostenibilidad del servicio en el tiempo.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES

Agüero Pittman, R. (1997). *Agua Potable para Poblaciones Rurales - Sistemas de Abastecimiento por Gravedad sin Tratamiento*. (Asociación Servicios Educativos Rurales, Ed.).

Alva Huaman, S. A. (2022). *DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE QUILLABAMBA, DISTRITO DE HUACRACHUCO, PROVINCIA DE MARAÑÓN, REGIÓN DE HUÁNUCO, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN – 2022*.

Ariza, J., Rodríguez, Y., & Oñate, H. (2023). Índices de calidad y contaminación del agua: una revisión bibliográfica. *Tecnura*, 27(77). <https://doi.org/10.14483/22487638.20052>

Banco Mundial. (2025, febrero). *Agua: Panorama General*. https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/AGUERO%202004.%20Gu%C3%ADa%20dise%C3%B1o%20y%20construcci%C3%B3n%20de%20captaci%C3%B3n%20de%20manantiales.pdf

Barrera de Calderón, M., Garfias, J., Martel, R., & Salas, J. (2022). Un enfoque de balance hídrico para la gestión sostenible en el acuífero de San Salvador. *Tecnología y ciencias del agua*, 13, 453–533. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-13-06-10>

Castro Vargas, J. C. (2023, enero 3). *Recursos Hídricos: América Latina y el Caribe al 2050*. <https://www.cidae.org/post/recursos-h%C3%ADricos-am%C3%A9rica-latina-y-el-caribe-al-2050>.

Chia-Ling, C., & Chung-Hsin Hsu. (2011). Applying a modified VIKOR method to classify land subdivisions according to watershed vulnerability. *Water Resour Manage* 25, 301–309. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11269-010-9700-2>

- Comisión Nacional del Agua. (2010). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Diseño de Redes de Distribución de Agua Potable*. www.conagua.gov.mx
- Cottyn, H., & Zenteno, V. (2023). Conexiones subterráneas en un paisaje múltiple: las galerías filtrantes de la comunidad de Peñas, Bolivia. *Revista Española de Antropología Americana*, 53, 335–352. <https://doi.org/10.5209/reaa.84481>
- De Gea Catalayud, M. (1990). *SISTEMAS DE CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE PROBABLE ORIGEN ÁRABE, EN ALBATERA Y CREVILLENTE*.
- De Mingo Martín, J. (2022). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ISLA DE IDJWI, REPÚBLICA DEMOCRÁTICA DEL CONGO*. Universidad Rey Juan Carlos.
- Estadística de la Calidad Educativa. (2024). *Servicios Educativos*. <https://escale.minedu.gob.pe/padron-de-iiee>
- Ferencz, B., & Dawidek, J. (2025). Sustainable Spring Water Extraction—A Remedy to Water Shortage? *Sustainability (Switzerland)*, 17(13). <https://doi.org/10.3390/su17135798>
- Gobierno del Perú. (2004). Criterios para la selección de Opciones Técnicas Y Niveles De Servicio Y Saneamiento En Zonas Rurales. En *Gobierno del Perú*.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN* (Sexta edición).
- INRENA. (2001). *Inventario y Monitoreo de las Aguas Subterráneas en el Valle Lacramarca*.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). *Censos Nacionales 2017: XII De Población, VII de Viviendas y III de Comunidades Indígenas*. https://censos2017.inei.gob.pe/redatam/?utm_source=chatgpt.com

- Manay Alvarado, R. C. (2024). *Diagnóstico y diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y su incidencia en la condición sanitaria del caserío canchas – tramo II, distrito Cáceres del Perú, Provincia del Santa, Región Áncash – 2024*. Universidad San Pedro.
- Meuli, Christian., & Wehrle, Karl. (2001). *Spring catchment*. SKAT.
- Ministerio de Salud. (2010). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Dirección General de Salud Ambiental.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2006). *IS.010 Instalaciones sanitarias para edificaciones*.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2018). *NORMA TECNICA DE DISEÑO: OPCIONES TECNOLÓGICAS PARA SISTEMAS DE SANEAMIENTO EN EL AMBITO RURAL*.
- Organización Panamericana de la Salud. (2004). *Guía para el diseño y construcción de captación de manantiales*. OPS/CEPIS. Organización Panamericana de la Salud / Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria.
- Organización Panamericana de la Salud. (2005). *GUÍAS PARA EL DISEÑO DE ESTACIONES DE BOMBEO DE AGUA POTABLE*.
- Pizarro Villegas, Y. L. (2023). *DISEÑO DE CAPTACIÓN DEL SISTEMA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA, CENTRO POBLADO SANIBENI, JUNÍN 2022* [Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI]. <https://orcid.org/0000-0002-6052-5293>
- Pribawanto, A. Y. S., Pandjaitan, N. H., & Sutoyo, S. (2024). Spring Water Catchment Building and Water Distribution System for Domestic Needs. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 13(1), 1. <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v13i1.1-11>

Roblero, R., & Flores, J. (2022). Captación de agua de lluvia como alternativa para uso en agricultura urbana. *Vivienda y Comunidades Sustentables*.
<https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i11.197>

Sanchez Villanueva, E. G., & Cárdenas Vega, J. A. (2022). *Diseño de captación y reservorio de agua en ladera para el abastecimiento de agua potable en las localidades del Distrito de Pachas, Provincia Dos de Mayo - Huánuco*. Universidad de Huanuco.

Sistema Electrónico de Contrataciones del Estado. (2023). *Plano de lotización del sector Carrizales*. <https://www.seace.gob.pe>

Solis Poma, B. S. (2023). *EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN EN LA LOCALIDAD DE CASHAPAMPA, DISTRITO DE CÁCERES DEL PERÚ, PROVINCIA DEL SANTA, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH – 2022*. Universidad Católica Los Ángeles Chimbote.

Taboada Chero, D. Y. (2021). *EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, PARA DETERMINAR LA MEJORA DE LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN DEL CASERÍO DE POCOS HUANCA, DISTRITO DE MORO, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ANCASH – 2021*. Universidad Católica Los Angeles Chimbote.

Verwey, H. (1982). Hidrogeología de los valles de Ubaté y Chiquinquirá. *Boletín Geológico*, 25(1), 1–59. <https://doi.org/10.32685/0120-1425/bolgeol25.1.1982.270>

World Health Organization. (2017). *Guidelines for Drinking-water Quality* (Fourth Edition).

VII. ANEXOS

ANEXO 01 - DIAGNÓSTICO DE INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

FICHA DE DIAGNÓSTICO DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA EXISTENTE	
TESIS:	"PROPUESTA DE CAPTACIÓN DE MANANTIAL PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR CARRIZALES - CHIMBOTE-2023"
TESISTAS:	Bach: De la Cruz Jara Halver Branggio Bach: Ramirez Paredes David Ricardo
1.DATOS GENERALES	
Localidad:	Sector Carrizales
Distrito:	Chimbote
Fecha de inspección:	25/02/2024
Provincia:	Santa
Departamento:	Ancash
2.INFRAESTRUCTURA EXISTENTE IDENTIFICADA	3. SISTEMA ANTERIOR IDENTIFICADO
<input checked="" type="checkbox"/> Planta de tratamiento de agua potable (PTAP) <input type="checkbox"/> Reservoirio <input type="checkbox"/> Línea de conducción <input type="checkbox"/> Pozo <input type="checkbox"/> Cámara de captación <input type="checkbox"/> Otro: _____	<input type="checkbox"/> Abastecimiento por pozo <input type="checkbox"/> Abastecimiento por manantial <input checked="" type="checkbox"/> No se pudo determinar <input type="checkbox"/> Otro: _____
4. CONDICIÓN ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO	5. SISTEMA DE LINEA DE DISTRIBUCIÓN EXISTENTE
<input type="checkbox"/> Operativo <input checked="" type="checkbox"/> En desuso <input type="checkbox"/> Deteriorado <input type="checkbox"/> Otro: _____	<input type="checkbox"/> Existe <input type="checkbox"/> No existe <input checked="" type="checkbox"/> Parcialmente existente
6. OBSERVACIONES TÉCNICAS	
Se evidenció la presencia de infraestructura hidráulica (PTAP) actualmente en desuso. No se identificó una estructura formal de captación del manantial, observándose únicamente una descarga rudimentaria mediante tubería instalada en el talud, sin protección sanitaria ni elementos de control hidráulico.	
7. REGISTRO FOTOGRÁFICO	
Foto 01: Planta de tratamiento de agua potable (PTAP) en desuso	

ANEXO 02 - CARACTERIZACIÓN Y AFORO DEL MANANTIAL



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
"PROPUESTA DE CAPTACIÓN DE MANANTIAL PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR CARRIZALES - CHIMBOTE-2023"

1.- DATOS BASICOS:

LOCALIDAD:	CENTRO POBLADO CARRIZALES
DISTRITO:	CHIMBOTE
PROVINCIA:	SANTA
REGION:	ANCASH

COORDENADAS UTM DE LA FUENTE DE AGUA:	
ESTE:	772506.29
NORTE:	9008569.015
ALTURA:	145.527

2.-INFORME DE AFOROS:

CAPTACION N°:	C-1
NOMBRE:	Manantial

TIPO DE VERTIENTE:

a).- Puquio	
b).- Manantial	X
c).- Subterránea	
d).- Quebrada	

3.-MEDICION DE CAUDAL USANDO EL METODO VOLUMETRICO

El estudio del valle Lacramarca reconoce dos periodos hidrológicos: estiaje y máximas avenidas, identificándose el estiaje a partir de los trabajos de campo realizados en agosto y septiembre. El período de avenidas se asocia al régimen de lluvias de la parte alta de la cuenca, que ocurre principalmente entre enero y marzo. Según el SENAMHI (2021), para la costa norte del Perú este intervalo corresponde al periodo de avenidas, mientras que de abril a noviembre predomina el estiaje.

CAUDAL MÍNIMO

FECHA DE AFORO **Agosto- 2023 .**

CAPTACION N° 1

TIEMPO (seg)	VOLUMEN RECIPIENTE (L)	CAUDAL (L/s)
2.67	6.00	2.274
2.61		
2.72		
2.53		
2.66		
TIEMPO PROM:	2.6380	

De acuerdo con SENAMI para Ancash - Provincia Santa - Chimbote , Agosto se encuentra dentro de la época de estiaje por lo que se puede representar como el caudal mínimo (MESES DE ESTIAJE: ABRIL-DIC)

CAUDAL MAXIMO


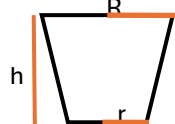

FECHA DE AFORO **Febrero- 2024 .**


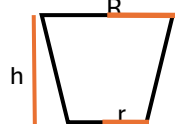

CAPTACION N° 1

TIEMPO (seg)	VOLUMEN RECIPIENTE (Lt)	CAUDAL (L/s)
2.05	6.00	2.828
2.17		
2.15		
2.16		
2.08		
TIEMPO PROM:	2.12	

De acuerdo con SENAMI para Ancash - Provincia Santa - Chimbote , Agosto se encuentra dentro de la época de avenida por lo que se puede representar como el caudal máximo (MESES DE AVENIDA: ENERO-MARZO)

El caudal de diseño adoptado corresponde al valor obtenido en época de estiaje (2.274 L/s), por representar la condición más crítica de disponibilidad hídrica.

 FICHA DE CARACTERIZACIÓN Y AFORO DEL MANANTIAL																														
TESIS:	"PROPUESTA DE CAPTACIÓN DE MANANTIAL PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR CARRIZALES - CHIMBOTE-2023"																													
TESISTAS:	Bach: De la Cruz Jara Halver Branggio Bach: Ramirez Paredes David Ricardo																													
1. DATOS GENERALES																														
Localidad:	Sector Carrizales																													
Distrito:	Chimbote																													
Provincia:	Santa																													
Departamento:	Ancash																													
Condición climática:	Soleado																													
Fecha:	12/08/2023																													
Hora:	10:34:00 a. m.																													
Época:	Estiaje																													
Coordenadas UTM:	772506.29 E, 9008569.015 N																													
Altitud:	145.527 m.s.n.m.																													
2. DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE																														
Tipo de Manantial:	() Fondo (x) Ladera																													
Tipo de Afloramiento:	(x) Concentrado () Difuso																													
Tipo de intervención:	() Natural (x) Antrópica																													
Material Visible:	() Arcilloso (x) Arenoso () Grava (Roca)																													
Estado de flujo observado:	(x) F. Libre () F. Presurizado () F. Canalizado () F. Superficial																													
Continuidad de flujo observado:	(x) Permanente () Intermitente () Variable																													
3. MÉTODO DE AFORO																														
Tipo de recipiente: <u>Balde Calibrado</u>	Datos del recipiente:																													
Volumen Calibrado: <u>6 Litros</u>																														
	R: <u>0.11</u>																													
	r: <u>0.085</u>																													
	h: <u>0.20</u>																													
El sistema Usado es el método Volumétrico																														
3. INFORMACIÓN DE AFORO																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Medición</th> <th>Volumen (L)</th> <th>Tiempo (s)</th> <th>Aforo (L/s)</th> <th>Caudal Prom. (L/s).</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>6</td> <td>2.67</td> <td>2.25</td> <td rowspan="5">2.274</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>6</td> <td>2.61</td> <td>2.30</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>6</td> <td>2.72</td> <td>2.21</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>6</td> <td>2.53</td> <td>2.37</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>6</td> <td>2.66</td> <td>2.26</td> </tr> </tbody> </table>					Medición	Volumen (L)	Tiempo (s)	Aforo (L/s)	Caudal Prom. (L/s).	1	6	2.67	2.25	2.274	2	6	2.61	2.30	3	6	2.72	2.21	4	6	2.53	2.37	5	6	2.66	2.26
Medición	Volumen (L)	Tiempo (s)	Aforo (L/s)	Caudal Prom. (L/s).																										
1	6	2.67	2.25	2.274																										
2	6	2.61	2.30																											
3	6	2.72	2.21																											
4	6	2.53	2.37																											
5	6	2.66	2.26																											
4. OBSERVACIONES																														
<p>El aforo fue efectuado en temporada de estiaje, realizando cinco mediciones consecutivas mediante el método volumétrico. Los valores obtenidos presentan variaciones mínimas entre sí, evidenciando estabilidad del flujo durante el periodo de medición. No se observaron interrupciones ni disminución progresiva del caudal, lo que indica continuidad y comportamiento hidráulico estable del manantial en condiciones de estiaje. Asimismo, el flujo se presenta de forma libre y constante, sin evidencia de presión o descarga intermitente.</p>																														
5. VISTAS FOTOGRÁFICAS																														
																														
<p>Foto 01: Registro de aforo mediante recipiente calibrado</p>																														

 FICHA DE CARACTERIZACIÓN Y AFORO DEL MANANTIAL																														
TESIS:	"PROPUESTA DE CAPTACIÓN DE MANANTIAL PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR CARRIZALES - CHIMBOTE-2023"																													
TESISTAS:	Bach: De la Cruz Jara Halver Branggio Bach: Ramirez Paredes David Ricardo																													
1. DATOS GENERALES																														
Localidad:	Sector Carrizales																													
Distrito:	Chimbote																													
Provincia:	Santa																													
Departamento:	Ancash																													
Condición climática:	Soleado																													
Fecha:	17/02/2024																													
Hora:	11:46:00 a. m.																													
Época:	Avenida																													
Coordenadas UTM:	772506.29 E, 9008569.015 N																													
Altitud:	145.527 m.s.n.m.																													
2. DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE																														
Tipo de Manantial:	() Fondo (x) Ladera																													
Tipo de Afloramiento:	(x) Concentrado () Difuso																													
Tipo de intervención:	() Natural (x) Antrópica																													
Material Visible:	() Arcilloso (x) Arenoso () Grava (Roca)																													
Estado de flujo observado:	(x) F. Libre () F. Presurizado () F. Canalizado () F. Superficial																													
Continuidad de flujo observado:	(x) Permanente () Intermitente () Variable																													
3. MÉTODO DE AFORO																														
Tipo de recipiente: <u>Balde Calibrado</u>	Datos del recipiente:																													
Volumen Calibrado: <u>6 Litros</u>																														
	R: <u>0.11</u>																													
	r: <u>0.085</u>																													
	h: <u>0.20</u>																													
El sistema Usado es el método Volumétrico																														
3. INFORMACIÓN DE AFORO																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Medición</th> <th>Volumen (L)</th> <th>Tiempo (s)</th> <th>Aforo (L/s)</th> <th>Caudal Prom. (L/s).</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>6</td> <td>2.05</td> <td>2.93</td> <td rowspan="5">2.828</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>6</td> <td>2.17</td> <td>2.76</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>6</td> <td>2.15</td> <td>2.79</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>6</td> <td>2.16</td> <td>2.78</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>6</td> <td>2.08</td> <td>2.88</td> </tr> </tbody> </table>					Medición	Volumen (L)	Tiempo (s)	Aforo (L/s)	Caudal Prom. (L/s).	1	6	2.05	2.93	2.828	2	6	2.17	2.76	3	6	2.15	2.79	4	6	2.16	2.78	5	6	2.08	2.88
Medición	Volumen (L)	Tiempo (s)	Aforo (L/s)	Caudal Prom. (L/s).																										
1	6	2.05	2.93	2.828																										
2	6	2.17	2.76																											
3	6	2.15	2.79																											
4	6	2.16	2.78																											
5	6	2.08	2.88																											
4. OBSERVACIONES																														
<p>El aforo fue efectuado en temporada de avenida, realizando cinco mediciones consecutivas mediante el método volumétrico. Los valores obtenidos presentan variaciones mínimas entre sí, evidenciando estabilidad del flujo durante el periodo de medición. No se observaron interrupciones ni fluctuaciones significativas del caudal, lo que confirma continuidad del manantial en condiciones de mayor aporte hídrico. El flujo se presenta de forma libre y constante, sin evidencia de presurización ni descarga intermitente.</p>																														
5. VISTAS FOTOGRÁFICAS																														
																														
<p>Foto 02: Descarga de la fuente de manantial de ladera concentrado</p>																														

ANEXO 03 - CALIDAD DEL AGUA DEL MANANTIAL



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 046



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20260220-001

Pág. 1 de 3

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

SOLICITADO POR	: DAVID RAMIREZ PAREDES.
DIRECCION	: Mz. P3 Lote 12 Unicreto Nuevo Chimbote.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE	: Oscar Quintana.
PRODUCTO (DECLARADO POR EL CLIENTE)	: AGUA NATURAL SUBTERRANEA. (AGUA DE MANANTIAL).
LUGAR DE MUESTREO	: NO APLICA
MÉTODO DE MUESTREO	: NO APLICA
PLAN DE MUESTREO	: NO APLICA
ACTA DE MUESTREO	: NO APLICA
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO	: NO APLICA
FECHA DE MUESTREO	: NO APLICA
CANTIDAD DE MUESTRA	: 05 muestras.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: En frasco de vidrio esteril, frascos de plástico con tapa cerrada.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado. Refrigerada.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2026-02-20
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2026-02-20
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	: 2026-02-27
ENSAYOS REALIZADOS EN	: Laboratorio de Microbiología, Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI	: SS 260220-1

RESULTADOS

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS

ENSAYOS	MUESTRA
	CAPTACIÓN DE MANANTIAL (ESTE 772506,29; NORTE9008569,02)
Coliformes Totales (NMP/100mL) Limite de Cuantificación (LC) : 1,8 NMP/100mL	350
Escherichia coli (NMP/100mL) Limite de Cuantificación (LC) : 1,8 NMP/100mL	240

re : Recuento estimado.

ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS

ENSAYOS	MUESTRA
	CAPTACIÓN DE MANANTIAL (ESTE 772506,29; NORTE9008569,02)
Conductividad (uS/cm)	810
Dureza Total (mgCaCO ₃ /L) Limite de Detección : 2mg/L; Limite de Cuantificación : 8mg/L	270
Sólidos Totales Disueltos (mg/L) Limite de Detección : 5mg/L; Limite de Cuantificación : 16mg/L	511
Cloruros (mg/L) Limite de Detección : 5mg/L; Limite de Cuantificación : 16mg/L	24

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752
Celular: 998392893 - 998393974
e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
www.colecbi.com.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 046



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20260220-001

Pág. 2 de 3

ENSAYOS DE METALES

METALES TOTALES (mg/L)	Limite de Cuantificación (mg/L)	CAPTACIÓN DE MANANTIAL (ESTE 772506,29; NORTE9008569,02)
Plata (Ag)	0,002	<0,002
Aluminio (Al)	0,02	<0,02
Arsénico (As)	0,005	<0,005
Boro (B)	0,003	0,087
Bario (Ba)	0,003	<0,003
Berilio (Be)	0,0002	<0,0002
Calcio (Ca)	0,02	89,76
Cadmio (Cd)	0,0001	<0,0001
Cerio (Ce)	0,009	<0,009
Cobalto (Co)	0,0006	<0,0006
Cromo (Cr)	0,0003	0,0008
Cobre (Cu)	0,002	0,006
Hierro (Fe)	0,002	0,008
Mercurio (Hg)	0,001	<0,001
Potasio (K)	0,1	<0,1
Litio (Li)	0,003	<0,003
Magnesio (Mg)	0,02	11,27
Manganeso (Mn)	0,0003	0,0008
Molibdeno (Mo)	0,002	<0,002
Sodio (Na)	0,06	19,34
Niquel (Ni)	0,0006	0,0008
Fósforo (P)	0,01	<0,01
Plomo (Pb)	0,002	<0,002
Antimonio (Sb)	0,003	<0,003
Selenio (Se)	0,005	<0,005
Sílice (SiO ₂)	0,01	17,34
Estaño (Sn)	0,003	<0,003
Estroncio (Sr)	0,0003	0,0873
Titanio (Ti)	0,0007	<0,0007
Talio (Tl)	0,002	<0,002
Vanadio (V)	0,001	<0,001
Zinc (Zn)	0,002	0,005

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752
Celular: 998392893 - 998393974
e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
www.colecbi.com.



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 20260220-002

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR	: DAVID RAMIREZ PAREDES.
DIRECCION	: Mz. P3 Lote 12 Unicrete Nuevo Chimbote.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE	: Oscar Quintana.
PRODUCTO (DECLARADO POR EL CLIENTE)	: AGUA NATURAL SUBTERRANEA. (AGUA DE MANANTIAL).
LUGAR DE MUESTREO	: NO APLICA
MÉTODO DE MUESTREO	: NO APLICA
PLAN DE MUESTREO	: NO APLICA
ACTA DE MUESTREO	: NO APLICA
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO	: NO APLICA
FECHA DE MUESTREO	: NO APLICA
CANTIDAD DE MUESTRA	: 05 muestras.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: En frasco de plástico con tapa cerrada.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado. Refrigeradas
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2026-02-20
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2026-02-20
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	: 2026-02-27
ENSAYOS REALIZADOS EN	: Laboratorio Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI	: SS 260220-1

ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRAS
	CAPTACIÓN DE MANANTIAL (ESTE 772506,29; NORTE9008569,02)
pH	7,24
Turbidez (NTU)	<1
Nitratos (mg/L)	0,038
Sulfatos (mg/L)	117
Color (UCV)	<1
Alcalinidad (mg/L)	138

METODOLOGÍA EMPLEADA

pH : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 24th Ed. 2023. pH Value. Electrometric Method.
Sulfatos : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 SO₄²⁻, 24th Ed. 2023.
Turbidez : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130B, 24th Ed. 2023.
Color : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120B, 24th Ed. 2023.
Nitratos : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 NO₃⁻E, 24th Ed. 2023.
Alcalinidad : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 24th Ed. 2023.

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras : **Proporcionadas por el Solicitante (X)** **Muestras por COLECBI S.A.C. ()**
- COLECBI S.A.C. no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s, tal como se recibió.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecta al proceso de Dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías : **SI ()** **NO (X)**
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negrita y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Marzo 03 del 2 026.
GVR/jms

LC-MP -HRIE
Rev. 10
Fecha 2023-09-15



VARGAS RAMOS ANGEL GUSTAVO
RUC:20445133231
CORP. DE LAB. DE ENSAY. CLIN. BIO. E.
IND. SAC
COLECBI S.A.C.
BIOLOGO MICROBIOLÓGO CBP 0326
gustavov@colecbi.com
Firmado con www.tocapu.pe

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752
Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127
e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
Web: www.colecbi.com



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

ANEXO 04 - CENSO POBLACIONAL

Centro Poblado de CARRIZALES	
Departamento	ANCASH
Provincia	SANTA
Distrito	CHIMBOTE

VARIABLE / INDICADOR	Absoluto	%
Población total 2017	196	-
Población en Edad de trabajar (14 y más años)	142	72.4
Población total en edad electoral (18 a 70 años)	122	62.2
Población total 2017 masculina	105	53.6
Población total 2017 femenina	91	46.4
Relación de masculinidad (h/m)	115.38462	-
Población urbana	-	-
Población rural	196	100
Población de 0 a 14 años	59	30.1
Población de 15 a 29 años	49	25
Población de 30 a 59 años	70	35.7
Población de 60 y más años	16	8.2
Población analfabeta	17	12.5
Hombres analfabetos	4	5.6
Mujeres analfabetas	13	20
Mujeres en edad fértil (15 a 49 años)	49	53.8
Total de madres	53	-
Madres solteras	1	1.9
Mujeres adolescentes (12 a 19 años)	13	-
Madres adolescentes (12 a 19 años)	2	15.4
Con al menos una discapacidad	10	5.1
Sin discapacidad	186	94.9
Viviendas particulares	69	-
Viviendas particulares con ocupantes presentes	49	71
Hogares	53	-

Censos Nacionales 2017. XII de Población y VII de Vivienda

*Población total: es la población censada más la omitida

ANEXO 05 - RESULTADOS DEL DISEÑO DE CAPTACIÓN DE MANANTIAL



“PROPUESTA DE CAPTACIÓN DE MANANTIAL PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR CARRIZALES - CHIMBOTE-2023”

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

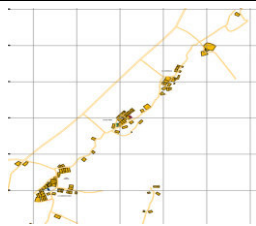
LOCALIDAD: SECTOR CARRIZALES

DISTRITO: CHIMBOTE

PROVINCIA: SANTA

REGIÓN: ANCASH

PARÁMETROS DE DISEÑO

1.- DATOS DEL DISEÑO							
DESCRIPCION	CANT	UND	FORMULAS A APLICAR				
Tasa de crecimiento	1.00	%	año0	2022	P0 :	568	hab
NOTA: En ausencia de más de un censo, se asume una tasa anual de crecimiento poblacional del 1 %.							
Ámbito geográfico: Perú, Departamento, Provincia, Distrito y Centro Poblado							
Justificación							
Propósito de uso	La tasa de crecimiento de población determina la velocidad de cambio demográfico de un país, región o localidad. Permite analizar la evolución demográfica y efectuar comparaciones entre regiones.						
Fórmula	$r = ((Pt/ Po)^{1/n} - 1) \times 100$ Donde: Pt es el total de habitantes del censo de 2007; Po es el total de habitantes del censo de 1993, t es el tiempo transcurrido entre ambos censos(años y fracción),						
Fuente: INEI - 2007							
POBLACION TOTAL							
CENSO (2017)				Municipalidad Provincial del Santa (2022)			
Población total 2017 : 196				Viviendas: 142 Viviendas			
Viviendas particulares: 69				Locales comerciales: 1			
Viviendas particulares con ocupantes presentes: 49(71%)				Locales sociales:4			
Fuente: Censos Nacionales 2017. XII de Población y VII de Vivienda				Fuente: Municipalidad Provincial del Santa			
La población actual del sector Carrizales se estimó considerando el número de viviendas registradas por la Municipalidad Provincial del Santa (142 viviendas). Se aplicó el promedio de 4 habitantes por vivienda obtenido del Censo Nacional 2017 del INEI, resultando una población estimada de 568 habitantes para el año base del estudio.							
Promedio de habitantes por vivienda	4.00	hab/viv	Poblacion	2022	P :	568	hab
			Hogar	2022	H :	142	Casas
Ámbito geográfico: Perú, Departamento, Provincia, Distrito y Centro Poblado							
PADRON GENERAL DE LA POBLACION							
Numero de viviendas domesticas	142	viv					
Fuente: Municipalidad Provincial del Santa							

2.- DOTACIÓN DE DISEÑO								
DESCRIPCION		CANT	UND	DESCRIPCION		CANT	UND	
Dotacion ZONAS RURALES	Sin arrastre hidraulico	Costa	60	l/hab.d	Dotacion ZONAS URBANA Poblacion > 2000 Habitanes	Templado y Calido	220	l/hab.d
		Sierra	50	l/hab.d		Clima Frio	180	l/hab.d
		Selva	70	l/hab.d				
	Con arrastre hidraulico	Costa	90	l/hab.d	Fuente: RNE (DS N°011 - 2006 - VIVIENDA)			
		Sierra	80	l/hab.d				
		Selva	100	l/hab.d				
	Alcantarillado sanitario	Sierra	100	l/hab.d				

Fuente : RM - 192 - 2018

3 .- CALCULO DE CONSUMO NO DOMESTICO																	
3.1 .- CONTRIBUCION DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS																	
CANT.	DESCRIPCION			Nº ALUM.	DOTACION (l/alum.d)	Q. consumo (l/s)											
1	INICIAL NO ESCOLARIZADO "WAWA INTI" 3998061			7	20	0.00162											
1	CONSUMO TOTAL (Qnd):					0.00162											
#	Código modular	Código de institución	Nombre	Nivel / Modalidad	Tipo de Gestión	Dependencia	Dirección	Departamento / Provincia / Distrito	Alumnos (Censo educativo 2024)								
1	3998061		WAWA INTI	Inicial No Escolarizado	Pública de gestión directa	Sector Educación	CARRETERA CARRIZALES LAS TUNAS	Áncash / Santa / Chimbote	7								
Fuente: ESCALE - CENSO EDUCATIVO 2024 - MINISTERIO DE EDUCACIÓN																	
f) La dotación de agua para locales educacionales y residencias estudiantiles, según la siguiente tabla.					<p style="text-align: center;">Tabla N° 03.03. Dotación de agua para centros educativos</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>DOTACIÓN (l/alumno.d)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Educación primaria e inferior (sin residencia)</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Educación secundaria y superior (sin residencia)</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>Educación en general (con residencia)</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Fuente: Elaboración propia</p>					DESCRIPCIÓN	DOTACIÓN (l/alumno.d)	Educación primaria e inferior (sin residencia)	20	Educación secundaria y superior (sin residencia)	25	Educación en general (con residencia)	50
DESCRIPCIÓN	DOTACIÓN (l/alumno.d)																
Educación primaria e inferior (sin residencia)	20																
Educación secundaria y superior (sin residencia)	25																
Educación en general (con residencia)	50																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de local educacional</th> <th>Dotación diaria</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alumnado y personal no residente.</td> <td>50 L por persona.</td> </tr> <tr> <td>Alumnado y personal residente.</td> <td>200 L por persona.</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Fuente: RNE IS .010 Poblacion</p>					Tipo de local educacional	Dotación diaria	Alumnado y personal no residente.	50 L por persona.	Alumnado y personal residente.	200 L por persona.	<p style="text-align: center;">Fuente: RM - 192 - 2018 Zona Rural</p>						
Tipo de local educacional	Dotación diaria																
Alumnado y personal no residente.	50 L por persona.																
Alumnado y personal residente.	200 L por persona.																
3.2 .- CONTRIBUCION DE LOCALES DE REUNIÓN (IGLESIAS, CAPILLAS Y LOCAL COMUNAL)																	
CANT.	DESCRIPCION			Nº ASIENTO	DOTACION (l/pers.d)	Q. consumo (l/s)											
1	IGLESIA N°1			20	3	0.00069											
1	IGLESIA N°2			20	3	0.00069											
1	IGLESIA N°3			20	3	0.00069											
1	LOCAL COMUNAL			30	3	0.00104											
4	CONSUMO TOTAL (Qnd):					0.00312											
g) Las dotaciones de agua para locales de espectáculos o centros de reunión, cines, teatros, auditorios, discotecas, casinos, salas de baile y espectáculos al aire libre y otros similares, según la siguiente tabla.																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de establecimiento</th> <th>Dotación diaria</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cines, teatros y auditorios</td> <td>3 L por asiento.</td> </tr> <tr> <td>Discotecas, casinos y salas de baile y similares</td> <td>30 L por m² de área</td> </tr> <tr> <td>Estadios, velódromos, autódromos, plazas de toros y similares.</td> <td>1 L por espectador</td> </tr> <tr> <td>Circos, hipódromos, parques de atracción y similares.</td> <td>1 L por espectador más la dotación requerida para el mantenimiento de animales.</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Fuente: RNE IS .010 Poblacion > 2000 hb</p>				Tipo de establecimiento	Dotación diaria	Cines, teatros y auditorios	3 L por asiento.	Discotecas, casinos y salas de baile y similares	30 L por m² de área	Estadios, velódromos, autódromos, plazas de toros y similares.	1 L por espectador	Circos, hipódromos, parques de atracción y similares.	1 L por espectador más la dotación requerida para el mantenimiento de animales.				
Tipo de establecimiento	Dotación diaria																
Cines, teatros y auditorios	3 L por asiento.																
Discotecas, casinos y salas de baile y similares	30 L por m² de área																
Estadios, velódromos, autódromos, plazas de toros y similares.	1 L por espectador																
Circos, hipódromos, parques de atracción y similares.	1 L por espectador más la dotación requerida para el mantenimiento de animales.																
3.3 .- CONTRIBUCION PARA RESTAURANTES																	
CANT.	DESCRIPCION			A (m2)	DOTACION (Litros)	Q. consumo (l/s)											
1	COMEDOR POPULAR			40.00	2000	0.02315											
1	CONSUMO TOTAL (Qnd):					0.02315											
d) La dotación de agua para restaurantes estará en función del área de los Comedores, según la siguiente tabla																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Área de los comedores en m²</th> <th>Dotación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hasta 40</td> <td>2000 L</td> </tr> <tr> <td>41 a 100</td> <td>50 L por m²</td> </tr> <tr> <td>Más de 100</td> <td>40 L por m²</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Fuente: RNE IS .010 Poblacion</p>				Área de los comedores en m²	Dotación	Hasta 40	2000 L	41 a 100	50 L por m²	Más de 100	40 L por m²						
Área de los comedores en m²	Dotación																
Hasta 40	2000 L																
41 a 100	50 L por m²																
Más de 100	40 L por m²																
3.4 .- RESUMEN DE CONSUMO NO DOMESTICO																	
DESCRIPCION	CANT	Cnd	UND	RESULTADO													
Estatal	1	0.0016	l/s	Caudal de consumo no domestico													
Comercial	1	0.0231	l/s														
Social	4	0.0031	l/s														
TOTAL	1	0.0279	l/s														
4 .- CALCULO DE CONSUMO DOMESTICO																	
FORMULA	DESCRIPCION		DATO	CANT	UND	RESULTADO											
$P_0 = \text{Dens.} \cdot \text{N}^\circ \text{ viv.}$	Densidad poblacional		Dens :	4.00	Hab/viv	Poblacion inicial											
	Numero de viviendas		Nº viv :	142	viv												
$Cd = \frac{P_0 \cdot \text{Dot.}}{86400} \text{ l/s}$	Poblacion al año "0"		P0 :	568	hab												
	Dotacion		Dot:	90	l/hab.d												
	Caudal de consumo domestico		Cd :	0.592	l/s	Caudal de consumo domestico											



PROPUESTA DE CAPTACIÓN DE MANANTIAL PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR CARRIZALES - CHIMBOTE-2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

LOCALIDAD: SECTOR CARRIZALES
 PROVINCIA: SANTA

DISTRITO: CHIMBOTE
 REGIÓN: ANCASH

CÁLCULO DE LA DEMANDA DE AGUA POTABLE “LOCALIDAD: SECTOR CARRIZALES”

1 - DATOS DEL DISEÑO

DESCRIPCIÓN	DATO	CANT	UND	FUENTE
Tasa de crecimiento	r:	1.00	%	INEI-2017
Densidad poblacional	D:	4.00	hab/viv	Criterio Propio
Nº de viviendas	viv :	142	viv	Mun.Provincial
Nº de Inst. Estatales	viv :	1	viv	Mun.Provincial
Nº de Inst. Sociales	viv :	1	viv	Mun.Provincial
Nº de Inst. Comerciales	viv :	4	viv	Mun.Provincial

2 - PARAMETROS DE DISEÑO

DESCRIPCIÓN	DATO	CANT	UND	FUENTE
Dotación	Dot:	90	l/hab.d	RM - 192 - 2018 - VIVIENDA
Coefficiente de Qmd	K1:	1.30	*	RM - 192 - 2018 - VIVIENDA
Coefficiente de Qmh	K2:	2.00	*	RM - 192 - 2018 - VIVIENDA

3 - CRITERIO TÉCNICO

DESCRIPCIÓN	DATO	CANT	FUENTE
Horas de servicio	Hr:	24.0	Criterio técnico - Propio
Crecimiento Estatal	Re:	0%	Criterio técnico - Propio
Crecimiento Social	Rs:	0%	Criterio técnico - Propio
Crecimiento Comercial	Rc:	0%	Criterio técnico - Propio
% Perdida al año "0"	Hf. "0"	20%	Criterio técnico - Propio
% Perdida al año "20"	Hf. "20"	20%	Criterio técnico - Propio

AÑO	POBLACION "METODO ARITMETICO"	CONX. DOMESTICA	CONEX. ESTATAL		CONEX. SOCIAL		CONEX. COMERCIAL		DOMESTICO				NO DOMESTICO						
			Re:	0.00%	Rs:	0.00%	Rc:	0.00%	Qdom. (l/s)	Qest. (l/s)	Qsoc. (l/s)	Qcom. (l/s)	% Pérdidas Físicas	QPcd	QPcnd	Qmd. (l/s)	Qmh. (l/s)		
																K:	1.30	K:	2.00
2022	Base (*)	568	142	1	1	4	0.592	0.0016	0.0031	0.0231	20.00%	0.740	0.035	0.996	1.514				
2023	0	568	142	1	1	4	0.592	0.0016	0.0031	0.0231	20.00%	0.740	0.035	0.996	1.514				
2024	1	574	143	1	1	4	0.598	0.0016	0.0031	0.0231	20.00%	0.747	0.035	1.006	1.529				
2025	2	579	145	1	1	4	0.604	0.0016	0.0031	0.0231	20.00%	0.754	0.035	1.016	1.544				
2026	3	585	146	1	1	4	0.609	0.0016	0.0031	0.0231	20.00%	0.762	0.035	1.025	1.558				
2027	4	591	148	1	1	4	0.615	0.0016	0.0031	0.0231	20.00%	0.769	0.035	1.035	1.573				
2028	5	596	149	1	1	4	0.621	0.0016	0.0031	0.0231	20.00%	0.777	0.035	1.044	1.588				
2029	6	602	151	1	1	4	0.627	0.0016	0.0031	0.0231	20.00%	0.784	0.035	1.054	1.603				
2030	7	608	152	1	1	4	0.633	0.0016	0.0031	0.0231	20.00%	0.791	0.035	1.064	1.618				
2031	8	613	153	1	1	4	0.639	0.0016	0.0031	0.0231	20.00%	0.799	0.035	1.073	1.632				
2032	9	619	155	1	1	4	0.645	0.0016	0.0031	0.0231	20.00%	0.806	0.035	1.083	1.647				
2033	10	625	156	1	1	4	0.651	0.0016	0.0031	0.0231	20.00%	0.814	0.035	1.092	1.662				
2034	11	630	158	1	1	4	0.657	0.0016	0.0031	0.0231	20.00%	0.821	0.035	1.102	1.677				
2035	12	636	159	1	1	4	0.663	0.0016	0.0031	0.0231	20.00%	0.828	0.035	1.112	1.692				
2036	13	642	160	1	1	4	0.669	0.0016	0.0031	0.0231	20.00%	0.836	0.035	1.121	1.706				
2037	14	648	162	1	1	4	0.675	0.0016	0.0031	0.0231	20.00%	0.843	0.035	1.131	1.721				
2038	15	653	163	1	1	4	0.680	0.0016	0.0031	0.0231	20.00%	0.851	0.035	1.141	1.736				
2039	16	659	165	1	1	4	0.686	0.0016	0.0031	0.0231	20.00%	0.858	0.035	1.150	1.751				
2040	17	665	166	1	1	4	0.692	0.0016	0.0031	0.0231	20.00%	0.865	0.035	1.160	1.765				
2041	18	670	168	1	1	4	0.698	0.0016	0.0031	0.0231	20.00%	0.873	0.035	1.169	1.780				
2042	19	676	169	1	1	4	0.704	0.0016	0.0031	0.0231	20.00%	0.880	0.035	1.179	1.80				
2043	20	682	170	1	1	4	0.710	0.0016	0.0031	0.0231	20.00%	0.888	0.035	1.199	1.845				

(*) Año de referencia de Estudios


PROPUESTA DE CAPTACIÓN DE MANANTIAL PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR CARRIZALES - CHIMBOTE-2023
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

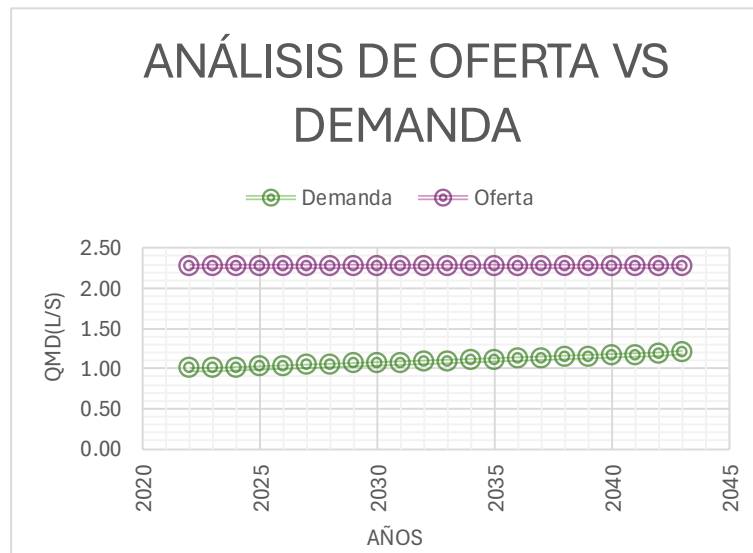
 LOCALIDAD: SECTOR CARRIZALES
 PROVINCIA: SANTA

 DISTRITO: CHIMBOTE
 REGIÓN: ANCASH

Los Caudales son resultado de los aforos realizados en Situ, el método empleado para tal fin es el método Volumétrico

UBICACIÓN Y RENDIMIENTO DE LAS FUENTES				
Nombre de la fuente	Caudal Aforado (Estiaje)	Este	Norte	Cota
CAPTACION 01	2.274 l/s	772506.29	9008569.02	145.53 m.s.n.m
Total de Caudal Ofertado	2.274 l/s	Caudal máximo diario:		1.199 l/s

Año	Oferta	Demanda
2022	2.274 l/s	0.996 l/s
2023	2.274 l/s	0.996 l/s
2024	2.274 l/s	1.006 l/s
2025	2.274 l/s	1.016 l/s
2026	2.274 l/s	1.025 l/s
2027	2.274 l/s	1.035 l/s
2028	2.274 l/s	1.044 l/s
2029	2.274 l/s	1.054 l/s
2030	2.274 l/s	1.064 l/s
2031	2.274 l/s	1.073 l/s
2032	2.274 l/s	1.083 l/s
2033	2.274 l/s	1.092 l/s
2034	2.274 l/s	1.102 l/s
2035	2.274 l/s	1.112 l/s
2036	2.274 l/s	1.121 l/s
2037	2.274 l/s	1.131 l/s
2038	2.274 l/s	1.141 l/s
2039	2.274 l/s	1.150 l/s
2040	2.274 l/s	1.160 l/s
2041	2.274 l/s	1.169 l/s
2042	2.274 l/s	1.179 l/s
2043	2.274 l/s	1.199 l/s


Observación: LA FUENTE ABASTECE LA DEMANDA.


PROPUESTA DE CAPTACIÓN DE MANANTIAL PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR CARRIZALES - CHIMBOTE-2023

 LOCALIDAD: SECTOR POBLADO CARRIZALES
 PROVINCIA: SANTA

 DISTRITO: CHIMBOTE
 REGIÓN: ANCASH

DISEÑO HIDRAULICO DE LA CAPTACION N°01
1 .- CAUDAL DE AFORO EN ESTACIONES DEL AÑO

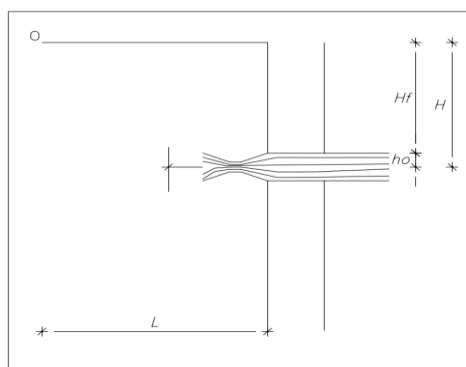
DATOS DE CAPTACION		Nº VECES AFORO	VOL. RECIP. (l)	Tiempo (seg)	Q.Af. Min (l/s)	Q.Aforo Max (l/s)	Qmd. Dem (l/s)
CAP:	CAP N°01	1	6.00	2.67	2.274	2.828	1.199
ESTE	772506.29	2		2.61			
NORTE	9008569.015	3		2.72			
ALTURA	145.527	4		2.53			
Lugar :	Carrizales	5		2.66			
Qmd. Calculado							1.20
Qmd. Estandarizado							1.50

MESES DE AVENIDAS: ENERO-MARZO

MESES DE ESTIAJE: ABRIL- DIC

2 .- DISTANCIA ENTRE EL PUNTO DE AFLORAMIENTO Y CAMARA HUMEDA

FORMULA	DESCRIPCION	DATOS	CANT	UND	RESULTADO
$V_{real} = C_d \sqrt{2gH}$	Alt. entre afloramiento y punto de salida	H:	0.40	m	Altura asumida
	Coefficiente de descarga	C_d :	0.80		
	Gravedad	g:	9.81	m/s ²	
	Velocidad de salida ≤ 0.60 m/s	V_{real} :	2.24	m/s	
$H_0 = \frac{V^2}{2g}$	Velocidad Asumida	V:	0.60	m/s	Velocidad de salida
	Altura de salida	H_0 :	0.018	m	Altura de salida calculada
$H_f = H - H_0$	Altura de afloramiento	H_f :	0.38	m	Altura util de afloramiento
$L = H_f / 0.30$	Longitud calculada	L:	1.27	m	Longitud de afloramiento
	Longitud constructiva	L:	1.30	m	


Figura 1.2 Carga disponible y pérdida de carga

3.0 .- CALCULO DE ANCHO DE LA PANTALLA

3.1 .- CALCULO DE DIAMETRO DE TUBERIA DE ENTRADA

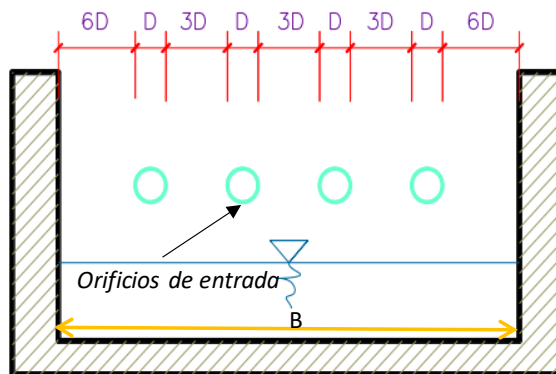
FORMULA	DESCRIPCION	DATOS	CANT	UND	RESULTADO
$A = \frac{Q_{max}}{Cd * V}$	Caudal maximo de aforo	$Q_{max} :$	0.0028	m ³ /s	Area de la tubería de entrada
	Coefficiente de descarga	$Cd :$	0.80		
	Velocidad de paso	$V :$	0.60	m/s	
	Area	$A :$	0.00589	m ²	
$D = \left[\frac{4A}{\pi} \right]^{1/2}$	Diametro de entrada max 2"	$D :$	0.087	m	Diametro de tubería de entrada
	Diametro de entrada max 2"	$D :$	3.40	pulg	
	D. com. Estandar de entrada max 2"	$Dc :$	2.00	pulg	

3.2 .- CALCULO DE NUMERO DE ORIFICIOS

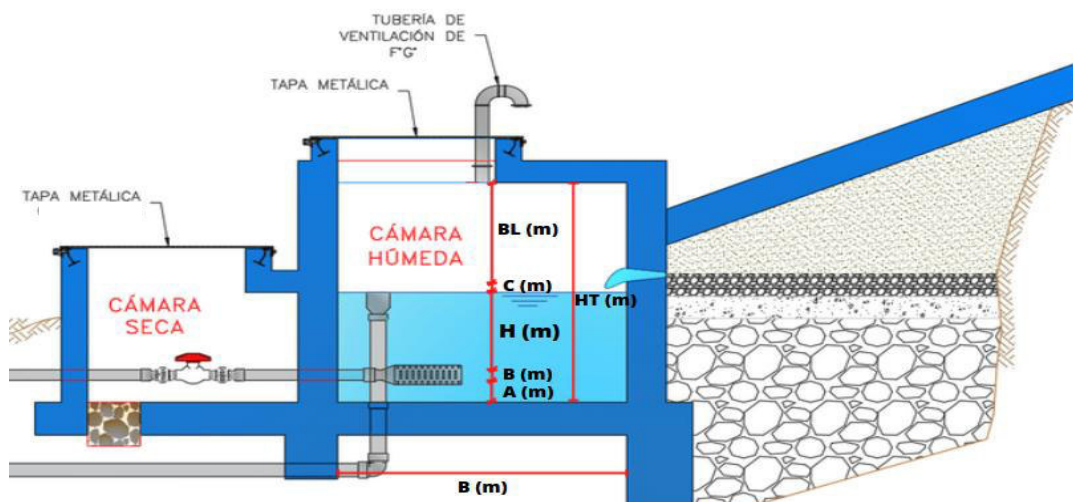
FORMULA	DESCRIPCION	DATOS	CANT	UND	RESULTADO
$NA = \frac{D_{cal}^2}{D_{com}^2} + 1$	Diametro calculado	$D_{cal} :$	3.40	pulg	Numero de orificios de entrada
	Diametro comercial	$D_{com} :$	2.00	pulg	
	Numero de orificio	$NA :$	4	und	

3.3 .- ANCHO DE LA PANTALLA

FORMULA	DESCRIPCION	DATOS	CANT	UND	RESULTADO
$B = 2(6D) + NA + D + 3D(NA - 1)$	Diametro comercial	$D_{com} :$	0.0508	m	Ancho de la pantalla
	Numero de orificio	$NA :$	4	und	
	Ancho	$B :$	1.30	m	

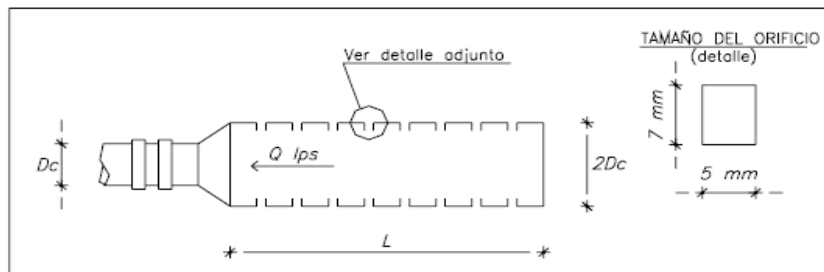


4 .- CALCULO DE LA ALTURA DE LA CAMARA HUMEDA



FORMULA	DESCRIPCION	DATOS	CANT	UND	RESULTADO	
$H=1.56 * \frac{V^2}{2g}$	Caudal Maximo diario	Qmd :	1.20	l/s	Adoptado conforme a los criterios de diseño de la RM N.º 192-2018-MVCS	
	Caudal Maximo diario Adoptado	Qmd :	1.50	l/s		
	Caudal Maximo diario Adoptado	Qmd :	0.0015	m3/s		
		Diametro de la L.C salida de la Cap.	D:	2.00	pulg	Altura dinamica del agua
		Diametro de salida agua	Ds :	0.05	m	
		Velocidad de salida	V:	0.74	m/s	
		Gravedad	g:	9.81	m/s2	
		Altura util	H :	0.044	m	
	$HT = A + B + H + BL + C$	Altura min recomendable 0.30 m	H :	0.30	m	Altura total de la camara de captacion
Sedimentacion de arena min 10cm		A:	0.10	m		
Diametro de salida agua		B:	0.0508	m		
Borde libre (10 - 40 cm)		BL:	0.40	m		
N. Ingreso - N. agua (Min 5 cm)		C:	0.10	m		
	Altura total	HT:	1.00	m		

5 .- CALCULO DIAMETRO DE CANASTILLA Y NUMERO DE RANURAS



FORMULA	DESCRIPCION	DATOS	CANT	UND	RESULTADO
$3Dc < L < 6Dc$	Diametro de tuberia de salida	Dc:	0.051	m	Longitud final de la canastilla
	Longitud de canastilla para 3Dc	L:	15.24	cm	
	Longitud de canastilla para 6Dc	L:	30.48	cm	
	Longitud de canastilla	L:	20.00	cm	
$Dcans = 2Dc$	Diametro de canastilla	Dcans:	0.102	m	Diametro de canastilla
		Dcans:	4	pulg	
$Auo = l * a$	Longitud del orificio	l:	7.00	mm	Area unitaria del orificio de la canastilla
	Ancho del orificio	a:	5.00	mm	
	Area de orificio	Auo :	4E-05	m2	
$Ato = 2 * Atub$	Area de la tuberia de salida	Atub:	2.0E-03	m2	Area total del orificion de la canastilla
	Area total de orificio	Ato :	0.00405	m2	
$N^{\circ} Ran = Ato / Aur$	Numero de ranuras	Nº Ran:	116	und	Numero de orificio de la canastillas

6 .- CALCULO DE DIAMETRO DE TUBERIA DE REBOSE Y LIMPIA

FORMULA	DESCRIPCION	DATOS	CANT	UND	RESULTADO
$D = \frac{0.71 * Q_{max}^{0.38}}{hf^{0.21}}$	Caudal maximo de aforo	Qmax:	2.83	l/s	Diametro de tuberia de rebose
	Perdida de carga 1% < hf < 1.5%	hf:	1.50	%	
	Dia. de tuberia de rebose	D:	2.50	pulg	
	Dia. Comercial de tuberia de rebose	D:	3.00	pulg	
$1.5D \leq D_{cono} \leq 2D$	Cono de rebose	Dcon. Reb:	6.00	pulg	Cono de rebose



PROPUESTA DE CAPTACIÓN DE MANANTIAL PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR CARRIZALES - CHIMBOTE-2023

LOCALIDAD: SECTOR CARRIZALES
PROVINCIA: SANTA

DISTRITO: CHIMBOTE
REGIÓN: ANCASH

DISEÑO DE ESTACIÓN DE BOMBEO

0 .- CALCULO DE LA TUBERÍA DE SUCCIÓN

FORMULA	DESCRIPCION	DATOS	CANT	UND	RESULTADO
$Q_b = Q_{\max} \cdot d \frac{24}{N}$	Periodo de bombeo	N:	8.00	h	Periodo de bombeo calculado
	Caudal máximo diario demandado	Q _{md} :	1.199	l/s	Caudal máximo diario demandado
	Caudal de bombeo, l/s.	Q _b :	3.597	l/s	Caudal de bombeo calculado
$d = 1.1284 \sqrt{\frac{Q}{V}}$	Caudal de bombeo	Q _b :	0.004	m ³ /s	Caudal de bombeo calculado
	Velocidad media de succión	V _m :	0.90	m/s	Velocidad media de succión asumida
	Diámetro interno de la tubería de succión	d:	71.34	mm	Diámetro interno Calculado
	Diámetro interno de la tubería de succión	d:	75	mm	Diámetro interno elegido
	Velocidad media de succión Calculada	V _m :	0.814	m/s	Velocidad media de succión Calculada
	La clase elegida para la tubería de Succión es PVC Clase 10				

Tabla 5. Diámetro de la tubería de succión en función a la velocidad.

Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)
50	0,75
75	1,10
100	1,30
150	1,45
200	1,60
250	1,60
300	1,70
400 o mayor	1,80

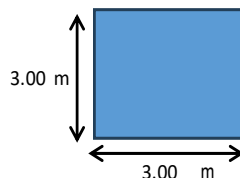
Fuente: Manual de Hidráulica de Azevedo Netto.

0.1 .- DISEÑO DE LA CÁMARA DE BOMBEO

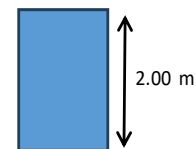
FORMULA	DESCRIPCION	DATOS	CANT	UND	RESULTADO
¿REQUIERE CÁMARA DE BOMBEO CON ALMACENAMIENTO?	Caudal de bombeo	Q _b :	3.597	l/s	Caudal de bombeo calculado
	Caudal mínimo de manantial	Q _m :	2.274	l/s	Caudal aforado
	Q _{manantial} >= Q _{bombeo}	Q _m >= Q _b	FALSO	l/s	Requiere Cámara de bombeo con almacenamiento
$\Delta Q = Q_b - Q_m$	Deficit instantáneo	ΔQ :	1.323	l/s	Deficit instantáneo calculado
$V = \Delta Q \times t$	Tiempo de bombeo	t	8	horas	Tiempo continuo de bomba
	Volumen requerido para 8 horas continuas	V:	38.1	m ³	Volumen de la cámara de bombeo muy dimensionado, por lo que se optará por usar dos bombas en alternancia con el fin de reducir las dimensiones de la cámara de bombeo

LARGO : 3.00 m
ANCHO : 3.00 m
ALTO : 2.00 m
Volumen : 18.00 m³

18.00 m³ >= 38.1 m³ **No cumple**



PLANTA

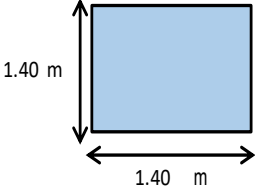
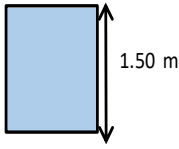


ELEVACIÓN

1 .- CALCULO DE LAS TUBERÍA DE SUCCIÓN PARA 2 BOMBAS DE USO ALTERNADO

FORMULA	DESCRIPCION	DATOS	CANT	UND	RESULTADO																																																																																													
Se instalarán dos bombas en operación alternada, permitiendo aumentar las horas de funcionamiento diario sin sobrecargar los equipos. Cada bomba trabajará 8 horas, asegurando su adecuado descanso y mayor vida útil.																																																																																																		
$Q_b = Q_{\max} \cdot d \frac{24}{N}$	Periodo de bombeo para 2 bomba	N:	16.00	h	Periodo de bombeo calculado																																																																																													
	Caudal máximo diario demandado	Q _{md} :	1.199	l/s	Caudal máximo diario demandado																																																																																													
	Caudal de bombeo, l/s.	Q _b :	1.799	l/s	Caudal de bombeo calculado																																																																																													
$d = 1.1284 \sqrt{\frac{Q}{V}}$	Caudal de bombeo	Q _b :	0.002	m ³ /s	Caudal de bombeo calculado																																																																																													
	Velocidad media de succión	V _m :	1.00	m/s	Velocidad media de succión asumida																																																																																													
	Diámetro interno de la tubería de succión	d:	47.85	mm	Diámetro interno Calculado																																																																																													
	Diámetro interno de la tubería de succión	d:	50	mm	Diámetro interno elegido																																																																																													
	Velocidad media de succión Calculada	V_m:	0.92	m/s	Velocidad media de succión Calculada																																																																																													
La clase elegida para la tubería de Succión es PVC Clase 10					Aporta mayor seguridad estructural																																																																																													
<p>Tabla 5. Diámetro de la tubería de succión en función a la velocidad.</p> <table border="1" style="display: inline-table; margin-right: 20px;"> <thead> <tr> <th>Diámetro (mm)</th> <th>Velocidad (m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>50</td><td>0,75</td></tr> <tr><td>75</td><td>1,10</td></tr> <tr><td>100</td><td>1,30</td></tr> <tr><td>150</td><td>1,45</td></tr> <tr><td>200</td><td>1,60</td></tr> <tr><td>250</td><td>1,60</td></tr> <tr><td>300</td><td>1,70</td></tr> <tr><td>400 o mayor</td><td>1,80</td></tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small;">Fuente: Manual de Hidráulica de Azevedo Netto.</p> <table border="1" style="display: inline-table;"> <thead> <tr> <th colspan="5">CLASE 10 (10 BAR)</th> </tr> <tr> <th>Diam. Nom. (Pulg)</th> <th>Diam. Ext (mm)</th> <th>Esp. Nom. (mm)</th> <th>Diam. Int. (mm)</th> <th>Long. Util (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1/2(*)</td><td>21,0</td><td>1,8</td><td>17,4</td><td>4,984</td></tr> <tr><td>3/4(*)</td><td>26,5</td><td>1,8</td><td>22,9</td><td>4,980</td></tr> <tr><td>1(*)</td><td>33,0</td><td>1,8</td><td>29,4</td><td>4,975</td></tr> <tr><td>1.1/4</td><td>42,0</td><td>2,0</td><td>38,0</td><td>4,968</td></tr> <tr><td>1.1/2(*)</td><td>48,0</td><td>2,3</td><td>43,4</td><td>4,964</td></tr> <tr><td>2(*)</td><td>60,0</td><td>2,9</td><td>54,2</td><td>4,955</td></tr> <tr><td>2.1/2(*)</td><td>73,0</td><td>3,5</td><td>66,0</td><td>4,945</td></tr> <tr><td>3(*)</td><td>88,5</td><td>4,2</td><td>80,1</td><td>4,934</td></tr> <tr><td>4(*)</td><td>114,0</td><td>5,4</td><td>103,2</td><td>4,914</td></tr> <tr><td>6</td><td>168,0</td><td>8,0</td><td>152,0</td><td>4,874</td></tr> <tr><td>8</td><td>219,0</td><td>10,4</td><td>198,2</td><td>4,874</td></tr> <tr><td>10</td><td>273,0</td><td>13,0</td><td>247,0</td><td>4,795</td></tr> <tr><td>12</td><td>323,0</td><td>15,4</td><td>292,2</td><td>4,758</td></tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small;">Fuente: Plastisur</p>						Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	50	0,75	75	1,10	100	1,30	150	1,45	200	1,60	250	1,60	300	1,70	400 o mayor	1,80	CLASE 10 (10 BAR)					Diam. Nom. (Pulg)	Diam. Ext (mm)	Esp. Nom. (mm)	Diam. Int. (mm)	Long. Util (mm)	1/2(*)	21,0	1,8	17,4	4,984	3/4(*)	26,5	1,8	22,9	4,980	1(*)	33,0	1,8	29,4	4,975	1.1/4	42,0	2,0	38,0	4,968	1.1/2(*)	48,0	2,3	43,4	4,964	2(*)	60,0	2,9	54,2	4,955	2.1/2(*)	73,0	3,5	66,0	4,945	3(*)	88,5	4,2	80,1	4,934	4(*)	114,0	5,4	103,2	4,914	6	168,0	8,0	152,0	4,874	8	219,0	10,4	198,2	4,874	10	273,0	13,0	247,0	4,795	12	323,0	15,4	292,2	4,758
Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)																																																																																																	
50	0,75																																																																																																	
75	1,10																																																																																																	
100	1,30																																																																																																	
150	1,45																																																																																																	
200	1,60																																																																																																	
250	1,60																																																																																																	
300	1,70																																																																																																	
400 o mayor	1,80																																																																																																	
CLASE 10 (10 BAR)																																																																																																		
Diam. Nom. (Pulg)	Diam. Ext (mm)	Esp. Nom. (mm)	Diam. Int. (mm)	Long. Util (mm)																																																																																														
1/2(*)	21,0	1,8	17,4	4,984																																																																																														
3/4(*)	26,5	1,8	22,9	4,980																																																																																														
1(*)	33,0	1,8	29,4	4,975																																																																																														
1.1/4	42,0	2,0	38,0	4,968																																																																																														
1.1/2(*)	48,0	2,3	43,4	4,964																																																																																														
2(*)	60,0	2,9	54,2	4,955																																																																																														
2.1/2(*)	73,0	3,5	66,0	4,945																																																																																														
3(*)	88,5	4,2	80,1	4,934																																																																																														
4(*)	114,0	5,4	103,2	4,914																																																																																														
6	168,0	8,0	152,0	4,874																																																																																														
8	219,0	10,4	198,2	4,874																																																																																														
10	273,0	13,0	247,0	4,795																																																																																														
12	323,0	15,4	292,2	4,758																																																																																														

2 .- DISEÑO DE LA CÁMARA DE BOMBEO

FORMULA	DESCRIPCION	DATOS	CANT	UND	RESULTADO
¿REQUIERE CÁMARA DE BOMBEO CON ALMACENAMIENTO?	Caudal de bombeo	Q _b :	1.799	l/s	Caudal de bombeo calculado
	Caudal mínimo de manantial	Q _m :	2.274	l/s	Caudal aforado
	Q _{manantial} >= Q _{bombeo}	Q _m >= Q _b	VERDADERO	l/s	No Requiere Cámara de bombeo con almacenamiento
V=Q _b Xt	Caudal de bombeo	Q _b :	1.80	l/s	Caudal de bombeo calculado
	Tiempo mas largo de desacanso	t	5	min	tiempo de retención de 5 minutos
	Volumen operativo mínimo	V:	0.54	m ³	Volumen operativo calculado
	Volumen adoptado	V:	2.94	m³	Volumen considerando las medidas
<p>LARGO : 1.40 m ANCHO : 1.40 m ALTURA : 1.50 m Volumen : 2.94 m³</p> <p>2.94 m³ >= 0.5 m³ Cumple</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>1.40 m</p> <p>1.40 m</p> <p>PLANTA</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>1.50 m</p> <p>ELEVACIÓN</p> </div> </div>					

3 .- DISEÑO DE CARGA DE SUCCIÓN

FORMULA	DESCRIPCION	DATOS	CANT	UND	RESULTADO
$S > 2.5 \cdot \left(\frac{v^2}{2 \cdot g} \right) + 0.20$	Diámetro en la tubería de succión	D:	50	mm	Valores para calcular la sumergencia mínima
	Velocidad de agua	v:	0.92	m/s	
	Aceleración de la gravedad	g:	9.81	m/s ²	
	Sumergencia mínima (condición hidráulica)	S:	0.31	m	Menor Valor de sumergencia mínima
$S = 2.5 \cdot D + 0.10$	Sumergencia mínima para impedir el ingreso de alre	S:	0.23	m	Mayor Valor de sumergencia mínima
$H + 0.5D$	Nivel de agua mínimo	NA _{min} :	0.33	m	Nivel de agua mínimo calculado

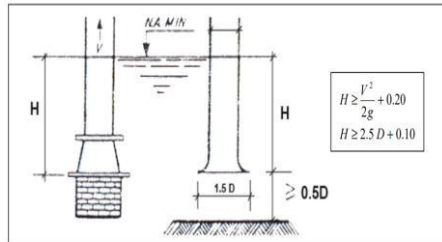
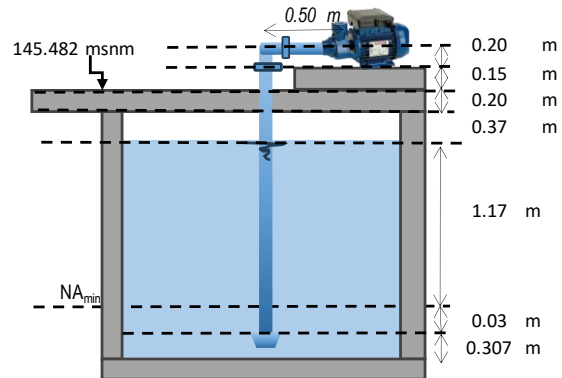


Figura 3. Sumergencia mínima para evitar ingreso de aire en la tubería de succión y deficiencias en el funcionamiento de la bomba.



$h_s = Z_{eb} - Z_{na}$	eje bomba	Z _{eb}	2.09	m	Tomado como cota final
	nivel mínimo de agua	Z _{na}	0.00	m	Tomado como cota inicial en 0
	altura estática de succión	h_s :	2.09	m	Altura estática obtenida
$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.852}}{C^{1.852} \cdot D^{4.87}}$	Longitud total de tubería	L:	2.61	m	Pérdida de carga por fricción en la tubería
	Caudal de bombeo	Q:	1.799	l/s	
	Coefficiente C de Hazen-Williams	C:	140		
	Diámetro en la tubería de succión	D:	50	mm	
	pérdidas por fricción en la tubería	h_f :	0.053	m ³ /s	

Tabla 6. Valores del coeficiente C de Hazen-Williams.

Material	C
Acero galvanizado	125
Acero soldado, tubos nuevos.	130
Acero soldado, tubos en uso.	90
Fierro fundido, nuevos	130
Fierro fundido, después de 15 o 20 años	100
Fierro fundido, gastados	90
PVC	140
Concreto, con buena terminación	130
Concreto, con terminación común.	120

Fuente: Manual de Hidráulica, Azevedo Netto.

$h_k = \sum_{i=1}^n K_i \frac{V^2}{2g}$	k codo de 90° (4 und)	k_1 :	3.60		Pérdida total por accesorios en la succión
	k rejilla (1 und)	k_2 :	0.75		
	k válvula de pie (1 und)	k_3 :	1.75		
	k válvula compuerta (2 und)	k_4 :	0.40		
	Suma total de las pérdidas de carga locales	k_{total} :	6.50		
	Velocidad de agua	v:	0.92	m/s	
	Aceleración de la gravedad	g:	9.81	m/s ²	
	pérdidas por accesorios	h_k :	0.278	m	

Tabla 7. Valores aproximados de K (pérdidas de carga locales).					
Pieza o accesorio		K			
Compuerta abierta					1
Codo 90°					0.90
Codo 45°					0.40
Curva de 90°					0.40
Curva de 45°					0.20
Curva de 22.30°					0.10
Rejilla:					0.75
Boquillas					2.75
Válvula de angula abierta					5.00
Válvula de compuerta abierta					0.20
Válvula tipo globo abierta					10.0
Salida de tubo					1.00
Entrada normal de tubo					0.50
Entrada de borda					1.00
Válvula de pie					1.75
Válvula de retención					2.50
Ampliación gradual					0.30*
Reducción gradual					0.15*

*Con base en la velocidad mayor (sección menor)
Fuente: Manual de hidráulica, Azevedo Netto

$\Delta h_s = h_f + h_k$	pérdida de carga por fricción de accesorio y tubería	$\Delta h_s:$	0.34	m	Pérdidas de carga en succión calculada
$H_s = h_s + \Delta h_s$	Altura estática de succión	$h_s:$	2.09	m	Altura estática obtenida
	Carga de succión	$H_s:$	2.42	m	Carga de Succión total
$NPSH_{disponible} = H_{atm} - (H_{vap} + h_s + \Delta h_s)$	Presión atmosférica	$H_{atm}:$	10.15	m	Presión atmosférica obtenida interpolando
	Presión de vapor	$H_{vap}:$	0.238	m	Presión de vapor obtenida
	Carga neta de Succión positiva disponible	$NPSH_{disponible}$	7.49	m	Carga neta de succión disponible obtenida

Tabla 1. Disminución de la presión atmosférica.				Tabla 2. Presión de vapor del agua.					
Altura sobre el nivel del mar		Presión atmosférica (Pa)		Temperatura		Peso específico		Presión de vapor (P.V.P)	
m	ft	m	Pa	C°	F°	Kg/dm³	M. Abs.	P.SI.Abs	
0	0	10.33	14.69	0	32	0.9998	0.062	0.088	
250	820	10.03	14.26	5	41	1.000	0.089	0.127	
500	1640	9.73	13.83	10	50	0.9996	0.125	0.1781	
750	2640	9.43	13.41	15	59	0.9990	0.174	0.247	
1000	3280	9.13	12.98	20	68	0.9982	0.238	0.338	
1250	4101	8.83	12.55	25	77	0.9970	0.323	0.459	
1500	4291	8.53	12.13	30	86	0.9955	0.432	0.614	
1750	5741	8.25	11.73	35	95	0.9939	0.573	0.815	
2000	6561	8.00	11.38	40	104	0.9921	0.752	1.070	
2250	73.81	7.75	11.02	45	113	0.9900	0.977	1.389	
2500	8202	7.57	10.68	50	122	0.9880	1.258	1.789	
2750	9022	7.28	10.35	55	131	0.9857	1.605	2.283	
3000	9842	7.05	10.02	60	140	0.9831	2.031	2.889	
3250	10662	6.83	9.71	70	158	0.977	3.177	4.519	
3500	11483	6.62	9.42	75	167	0.9748	3.931	5.591	
3750	12303	6.41	9.12	80	179	0.9718	4.829	6.869	
4000	13123	6.20	8.82	85	185	0.9687	5.894	8.383	
4250	13943	5.98	8.52	90	194	0.9653	7.149	10.168	
4500	14764	5.78	8.22	95	203	0.9619	8.619	12.259	
				100	212	0.9583	10.332	14.696	

4 .- DISEÑO DE TUBERÍA Y CARGA DE IMPULSIÓN

FORMULA	DESCRIPCION	DATOS	CANT	UND	RESULTADO
$h_i = Z_{PTAP} - Z_{eje\ Bomba}$	Cota de Punto de entrega	$Z_{ent.}$	155.55	m	Nivel de punto de entrega del sistema
	Cota de Eje de Bomba	$Z_{eje\ Bomba}$	145.83	m	Altura estática obtenida
	Altura estática de impulsión	$h_i:$	9.72	m	Altura estática obtenida
$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}}$	Velocidad de agua propuesta	V:	1.00	m/s	Velocidad Propuesta- CEPIS/OPS
	Caudal de Bombeo	Q:	0.0018	m³	Caudal de bombeo
	Diámetro de tubería	D:	0.0479	m	diámetro de tubería calculada
	Diámetro de tubería elegido	D:	0.0500	m	diámetro de tubería comercial
	Velocidad en tubería de impulsión final	V:	0.92	m/s	Velocidad de impulsión calculada
$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.852}}{C^{1.852} \cdot D^{4.87}}$	Longitud total de tubería	L:	348.73	m	Pérdida de carga por fricción en la tubería
	Caudal de bombeo	Q:	1.7985	l/s	
	Coefficiente C de Hazen-Williams	C:	140	m³	
	Diámetro en la tubería de impulsión	D:	50	mm	
	pérdidas por fricción en la tubería	$h_f:$	7.049	m	

Tabla 6. Valores del coeficiente C de Hazen-Williams.		CLASE 10 (10 BAR)				
Material	C	Diam. Nom. (Pulg)	Diam. Ext (mm)	Esp. Nom. (mm)	Diam. Int. (mm)	Long. Util (mm)
Acero galvanizado	125	1/2(*)	21.0	1.8	17.4	4.984
Acero soldado, tubos nuevos.	130	3/4(*)	26.5	1.8	22.9	4.980
Acero soldado, tubos en uso.	90	1(*)	33.0	1.8	29.4	4.975
Fierro fundido, nuevos	130	1.1/4	42.0	2.0	38.0	4.968
Fierro fundido, después de 15 o 20 años	100	1.1/2(*)	48.0	2.3	43.4	4.964
Fierro fundido, gastados	90	2(*)	60.0	2.9	54.2	4.955
PVC	140	2.1/2(*)	73.0	3.5	66.0	4.945
Concreto, con buena terminación	130	3(*)	88.5	4.2	80.1	4.934
Concreto, con terminación común.	120	4(*)	114.0	5.4	103.2	4.914
		6	168.0	8.0	152.0	4.874
		8	219.0	10.4	198.2	4.874
		10	273.0	13.0	247.0	4.795
		12	323.0	15.4	292.2	4.758

Fuente: Manual de Hidráulica, Azevedo Netto.

Fuente: Plastisur

$h_k = \sum_{i=1}^n K_i \frac{V^2}{2g}$	<i>k salida de tubo (1)</i>	<i>k₁:</i>	1.00		Pérdida total por accesorios en la impulsión
	<i>k válvula de retención (1)</i>	<i>k₂:</i>	2.50		
	<i>k válvula de compuerta (3)</i>	<i>k₃:</i>	0.60		
	<i>k válvula de entrada normal de tubo (1)</i>	<i>k₄:</i>	0.50		
	<i>k codo 90° (4) aproximada</i>	<i>k₅:</i>	3.60		
	<i>k codo 45° (6) aproximada</i>	<i>k₆:</i>	2.40		
	<i>Suma total de las pérdidas de carga locales</i>	<i>k_{total}:</i>	10.60		
	<i>Velocidad de agua</i>	<i>v:</i>	0.916	m/s	
<i>Aceleración de la gravedad</i>	<i>g:</i>	9.81	m/s ²		
<i>pérdidas por accesorios (aproximada)</i>	<i>h_k:</i>	0.453	m		

Tabla 7. Valores aproximados de K (pérdidas de carga locales).

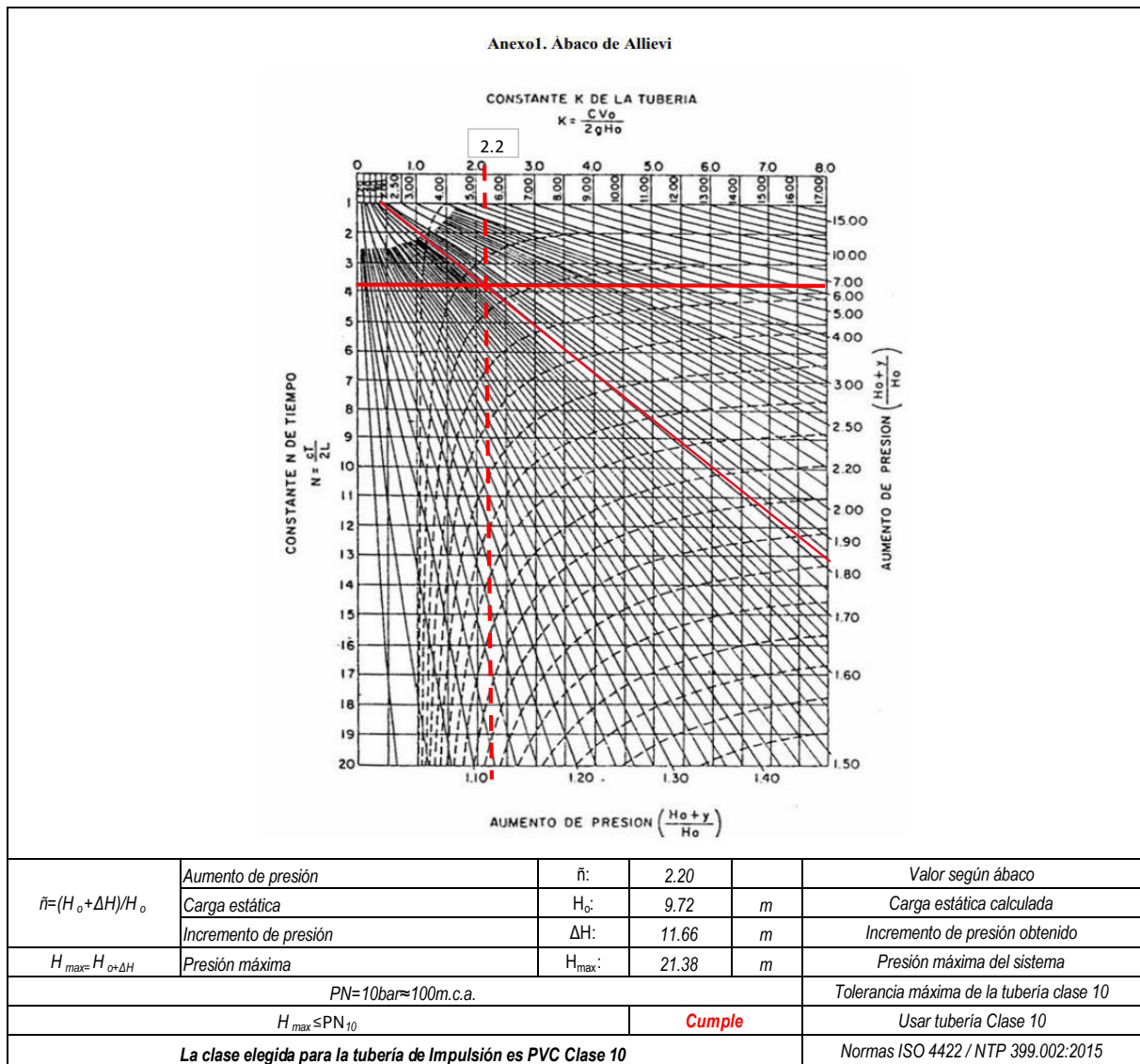
Pieza o accesorio	K
Compuerta abierta	1
Codo 90°	0.90
Codo 45°	0.40
Curva de 90°	0.40
Curva de 45°	0.20
Curva de 22.30°	0.10
Rejilla	0.75
Boquillas	2.75
Válvula de angula abierta	5.00
Válvula de compuerta abierta	0.20
Válvula tipo globo abierta	10.0
Salida de tubo	1.00
Entrada normal de tubo	0.50
Entrada de borda	1.00
Válvula de pie	1.75
Válvula de retención	2.50
Ampliación gradual	0.30*
Reducción gradual	0.15*

*Con base en la velocidad mayor (sección menor)
Fuente: Manual de hidráulica, Azevedo Netto

$\Delta h_i = h_i + j_k$	<i>pérdidas de carga en impulsión</i>	$\Delta h_i:$	7.50	m	<i>pérdida de carga en impulsión calculada</i>
$H_i = h_i + \Delta h_i$	<i>Carga de impulsión</i>	$H_i:$	17.22	m	<i>Carga de impulsión Calculada</i>
$H_t = H_g + \Delta h_s + \Delta h_i + P_s$	<i>pérdidas de carga en succión</i>	$\Delta h_s:$	2.42	m	<i>Carga de Succión total</i>
	<i>Altura estática Total</i>	$H_g:$	11.81	m	<i>Altura geométrica, diferencia de nivel</i>
	<i>Presión de entrega de servicio</i>	$P_s:$	2.00	m	<i>Se recomienda 2 metros</i>
	<i>Altura dinámica Total /Altura manométrica total</i>	$H_t:$	23.73	m	<i>Altura dinámica total obtenida</i>

5 .- GOLPE DE ARIETE

$\alpha = \sqrt{\frac{\left(\frac{K}{\rho}\right)}{1 + K \left(\frac{D}{E e}\right)}}$	<i>Diámetro interior de la tubería</i>	<i>D:</i>	0.050	m	<i>Diámetro de tubería de impulsión</i>
	<i>Módulo de elasticidad del material</i>	<i>E:</i>	2940000000	Pa	<i>Elasticidad dada por el fabricante</i>
	<i>Espesor de la tubería</i>	<i>e:</i>	0.0029	m	<i>Espesor de tubería PVC CLASE 10</i>
	<i>Módulo Volumétrico del agua</i>	<i>K:</i>	2180000000	Pa	<i>Hydraulic Institute; Wylie & Streeter</i>
	<i>Densidad del fluido</i>	$\rho:$	1000	kg/m ³	<i>Densidad del agua</i>
	<i>Aceleración de la gravedad</i>	<i>g:</i>	9.81	m/s ²	<i>gravedad establecida</i>
$T_c = 2L/a$	<i>Celeridad Calculada</i>	<i>a:</i>	397.68	m/s	<i>a ≤ 1000 m/s (límite según TIXE 2004)</i>
	<i>Longitud total de tubería</i>	<i>L:</i>	348.73	m	<i>Valor aproximado en cad</i>
	<i>Carga estática</i>	<i>Ho:</i>	9.72	m	<i>Carga estática calculada</i>
	<i>Velocidad en la línea</i>	<i>Vo:</i>	0.92	m/s	<i>Velocidad de impulsión</i>
	<i>Tiempo Crítico</i>	<i>Tc:</i>	1.75	s	<i>Tiempo crítico calculado</i>
$k = 2 - 0.0005 \cdot L$	<i>Coefficiente experimental</i>	<i>k:</i>	1.826		<i>coeficiente experimental calculado</i>
$T = 1 + (k \cdot L \cdot Vo) / (Ho \cdot g)$	<i>Tiempo para que el caudal sea nulo</i>	<i>T:</i>	7.12		<i>tiempo adimensional para el ábaco Allievi</i>
$K = a \cdot Vo / (2 \cdot g \cdot Ho)$	<i>Constante K</i>	<i>K:</i>	1.91		<i>constante usada para el ábaco de Allievi</i>
$N = T / T_c$	<i>Tiempo relativo de maniobra</i>	<i>N:</i>	4.06		<i>N > 1 = Cierre lento</i>

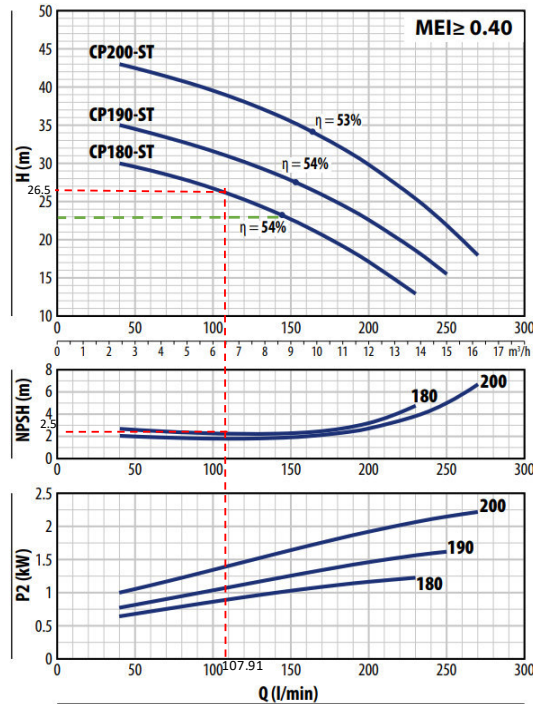


5 .- DISEÑO DE BOMBA

FORMULA	DESCRIPCION	DATOS	CANT	UND	RESULTADO
$n = n1 * n2$	Eficiencia del motor	$n1$:	0.70		$70\% \leq n1 \leq 85\%$
	Eficiencia de la bomba	$n2$:	0.85		$85\% \leq n2 \leq 90\%$
	Eficiencia del sistema de bombeo	n :	0.60		OPS/CEPIS
$P_b = Q_b * H_b / (76n)$	Caudal de Bombeo	Q :	1.7985	l/s	Caudal de bombeo
	Altura manométrica total	H_b :	23.73	m	Altura dinámica total obtenida
	Potencia del equipo de bombeo	P_b :	0.9	HP	Potencia del equipo de bombeo calculado
	Potencia del equipo de comercial de bombeo	P_b :	1.5	HP	Potencia del equipo de la bomba elegida

ELECCIÓN DE LA BOMBA

CP 180-ST CP 190-ST CP 200-ST



TIPO		POTENCIA (P2)		1~	3~	Q	m³/h															
Monofásico	Trifásico	kW	HP				0	0.6	1.2	2.4	3.6	5.4	6.0	7.2	8.4	9.0	9.6	12	13.8	15	16.2	
CPm 100-ST4	CP 100-ST4	0.25	0.33				16	15.5	15	13.5	11.2	6.5										
CPm 100-ST6	CP 100-ST6																					
CPm 130-ST4	CP 130-ST4	0.37	0.50				22.5	21.5	20.8	18.8	16	10.8	9									
CPm 130-ST6	CP 130-ST6																					
CPm 132-ST4	CP 132-ST4	0.55	0.75				24	-	23	21.5	19.8	16.5	15	12								
CPm 132-ST6	CP 132-ST6																					
CPm 150-ST4	CP 150-ST4	0.75	1				32	-	31	29.8	28	24.8	23.2	20	16	14						
CPm 150-ST6	CP 150-ST6																					
CPm 158-ST4	CP 158-ST4	0.75	1				36.5	35.5	34.5	33	31	26.2	24	19								
CPm 158-ST6	CP 158-ST6																					
CPm 170-ST4	CP 170-ST4	1.1	1.5				41	40	39.2	37.8	36	32	30	25.8	20							
CPm 170-ST6	CP 170-ST6																					
CPm 170M-ST4	CP 170M-ST4	1.1	1.5				36.5	-	35.5	34.3	33	30	29	26.4	23	21	19					
CPm 170M-ST6	CP 170M-ST6																					
CPm 180-ST4	CP 180-ST4	1.1	1.5				31.5	-	-	30	29.2	27.5	26.8	25.2	23.5	22.5	21.5	17	13			
CPm 180-ST6	CP 180-ST6																					
CPm 190-ST4	CP 190-ST4	1.5	2				37	-	-	35	34	32.2	31.5	30.2	28.7	27.8	27	22.7	18.5	15.5		
CPm 190-ST6	CP 190-ST6																					
CPm 200-ST4	CP 200-ST4	2.2	3				45	-	-	43	42	40.2	39.5	38	36.5	35.5	34.5	29.8	25.5	22	18	
CPm 200-ST6	CP 200-ST6																					

Q = Caudal H = Altura manométrica total HS = Altura de aspiración Tolerancia de las curvas de prestaciones según EN ISO 9906 Grado 3B.

TIPO		BOCAS		DIMENSIONES mm											kg		
Monofásico	Trifásico	DN1	DN2	a	f	h	h1	h2	h3	n2	t	w	s	1~	3~		
CPm 100-ST4	CP 100-ST4	1 1/4"	1"	31.5	266	181	92	93.5	185.5	120	181	68.5	9	5.8	5.8		
CPm 130-ST4	CP 130-ST4			34	296	219*	107	112	219	165	221	80.5	9.5	6.7	6.7		
CPm 132-ST4	CP 132-ST4														7.4	7.3	
CPm 150-ST4	CP 150-ST4															11.1	11.1
CPm 158-ST4	CP 158-ST4															11.1	11.1
CPm 170-ST4	CP 170-ST4															16.0	14.7
CPm 170M-ST4	CP 170M-ST4			33.5	370	251	120	117.5	237.5	180	244	86.5	11	15.9	14.6		
CPm 180-ST4	CP 180-ST4													15.8	15.8		
CPm 190-ST4	CP 190-ST4			33.5	370	250	120	117.5	237.5	180	244	86.5	11	17.1	17.1		
CPm 200-ST4	CP 200-ST4				390									19.6	19.6		

(*) h=233 mm para versiones monofásicas de 110V

Se usará reducciones excéntricas para la succión y reducciones concéntricas para la impulsión

Bomba Centrífuga escogida	Pedrollo CPm 180-ST4			
Caudal de Bombeo	Q:	6.47	m³/h	CUMPLE
Altura manométrica de la bomba comercial	H _{bc} :	26.50	m	Obtenido de la ficha técnica del fabricante
Altura manométrica total	H _b :	23.73	m	Altura requerida
Altura manométrica total requerida < Altura manométrica de la bomba comercial		Cumple		Se encuentra dentro del rango
Carga neta de Succión positiva disponible	NPSH disponible	7.49	m	Carga neta de succión disponible obtenida
Carga neta de Succión requerida	NPSH requerida	2.50	m	Carga neta requerida por el fabricante
NPSH disponible > NPSH requerida		Cumple		No hay riesgo de cavitación



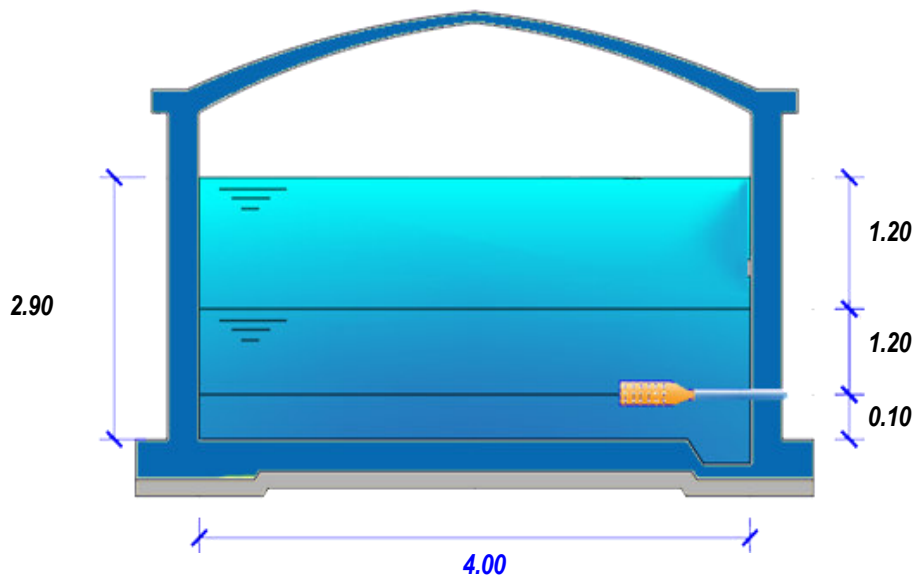
PROPUESTA DE CAPTACIÓN DE MANANTIAL PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR CARRIZALES - CHIMBOTE-2023

LOCALIDAD: SECTOR CARRIZALES
PROVINCIA: SANTA

DISTRITO: CHIMBOTE
REGIÓN: ANCASH

DISEÑO HIDRÁULICO DE RESERVORIO

FORMULA	DESCRIPCIÓN	DATOS	CANT	UND	RESULTADO
$V_{reg} = Fr \cdot Q_p$	% Regulacion (RM-192- MVCS y RNE)	$Fr:$	25.00	%	Volumen de regulación
	Caudal promedio de consumo	$Q_p:$	0.923	l/s	
	Volumen de regulacion	$V_{reg}:$	19.94	m ³	
$V_{res} = Q_{md} \cdot T$	Caudal máximo diario	$Q_{md}:$	1.199	l/s	Volumen de Reserva
	Tiempo de reserva 2 hrs < T < 4 hr	$T:$	2.00	hrs	
	Volumen de reserva	$V_{res}:$	8.63	m ³	
$V_{inc} = Q_{hid} \cdot T$	N° Hidrante Domestico (15 Lps)	N°	0.00	Und	Volumen de Incendio
	N° Hidrante Comercial e Industrial (30 Lps)	N°	0.00	Und	
	Tiempo 1- 2 hrs	$T:$	2.00	hrs	
	Volumen de A.C.I	$V_{inc}:$	0.00	m ³	
$V_{alc} = V_{reg} + V_{res} + V_{inc}$	Volumen de almacenamiento	$V_{alc} :$	29.00	m ³	Volumen total



Nota: El reservorio mostrado es referencial y solo representa el volumen requerido; su ubicación y diseño estructural no forman parte del alcance de la presente tesis.

ANEXO 06 – PROCEDIMIENTOS PARA EL DISEÑO HIDRÁULICO

1. DATOS GENERALES

- **Localidad:** Centro Poblado Carrizales
- **Distrito:** Chimbote
- **Provincia:** Santa
- **Región:** Áncash
- **Fuente:** Manantial – Captación 01
- **Caudal aforado:** 2.274 L/s
- **Cota de captación:** 145.53 m s.n.m

2. PARÁMETROS DE DISEÑO

La determinación del promedio de habitantes por vivienda se realizó a partir de la información censal proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2017), complementándose con los datos del plano de lotización municipal (véase Anexo 10).

2.1. Datos Poblacionales

- Número de viviendas = 142 viviendas
- Habitantes por vivienda = 4 hab/viv

2.2. Población base (Año 2022)

$$P_0 = 142 \times 4$$

$$P_0 = 568 \text{ habitantes}$$

2.3. Tasa de crecimiento

Para el presente estudio, se ha establecido una tasa de crecimiento anual equivalente a:

$$r = 1\%$$

Valor considerado adecuado para centros poblados rurales con crecimiento demográfico estable.

2.4. Proyección de Población

La proyección poblacional se realizó mediante el método aritmético, considerando un horizonte de diseño de 20 años.

$$P_f = P_0 + (P_0 \times r \times n)$$

$$P_f = 568 + (568 \times 0.01 \times 20)$$

$$P_f = 682 \text{ habitantes}$$

Por lo tanto, la población de diseño para el horizonte de 20 años es 682 habitantes.

2.5. Dotación de diseño

De acuerdo con la Resolución Ministerial N.º 192-2018-MVCS, para sistemas de bastecimiento en zonas rurales, las dotaciones se establecen según región y tipo de servicio.

Tabla 12

Tabla Dotación en zonas rurales RM - 192 - 2018

DESCRIPCION		CANT	UND	
Dotación	Costa	60	l/hab.d	
	Sierra	50	l/hab.d	
	Selva	70	l/hab.d	
ZONAS	Costa	90	l/hab.d	
RURALES	Con arrastre hidráulico	Sierra	80	l/hab.d
		Selva	100	l/hab.d
	Alcantarillado sanitario	Sierra	100	l/hab.d

Para el presente estudio, y considerando las características del centro poblado en evaluación, se ha seleccionado una dotación de diseño de 90 L/hab. día

2.6. Consumo Doméstico

El caudal doméstico promedio se determinó mediante:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{P_0 \times \text{Dot}}{86400}$$

Donde:

- Q_{dom} = Caudal doméstico medio, expresado en litros por segundo (L/s).
- P_0 = Población proyectada de diseño (habitantes).
- Dot = Dotación unitaria diaria, en litros por habitante por día (L/hab·día)

$$Q_{\text{dom}} = \frac{568 \times 90}{86400}$$

$$Q_{\text{dom}} = 0.592\text{L/s}$$

2.7. Consumo No Doméstico

2.7.1. Contribución de instituciones Educativas.

Según la Estadística de la Calidad Educativa (2024), a través de la plataforma ESCALE – Censo Educativo, el Sector Carrizales cuenta con (01) institución Educativa con nombre "WAWA INTI" 3998061, la institución educativa registra 7 estudiantes.

Tabla 13

Dotación de agua para centros educativos

DESCRIPCIÓN	DOTACIÓN (l/alumno.d)
Educación primaria e inferior (sin residencia)	20
Educación secundaria y superior (sin residencia)	25
Educación en general (con residencia)	50

Para el presente estudio, se adopta una dotación de 20 L/alumno·día para educación primaria sin residencia, en concordancia con la normativa vigente del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2018).

Volumen diario:

$$V_d = N \times Dot$$

Donde:

- V_d = Volumen diario (L/día)
- N = Número de alumnos
- Dot = Dotación normativa (L/alumno·día)

$$V_d = 7 \times 20$$

$$V_d = 140 \text{ L/día}$$

Caudal promedio diario (L/s):

$$Q = \frac{V_d}{86400}$$

Donde:

$$Q = \frac{140}{86400}$$

$$Q = 0.00162 \text{ L/s}$$

2.7.2. Contribución de iglesias, capillas y similares.

En el sector Carrizales se identificaron tres (03) iglesias y un (01) local comunal, los cuales corresponden a edificaciones destinadas a reuniones colectivas:

Tabla 14

Dotaciones de agua para locales de espectáculos, centros de reunión, cines u otros similares

Tipos de establecimiento	Dotación Diaria
Cines, Teatros y auditorios	3L por asiento
Discotecas, casinos y salas de Baile y similares	30L por m ² de área
Estadios, velódromos autódromos, plazas de toros y similares	1L por espectador
Circos, hipódromos, parques de atracción y similares	1L por espectador más la dotación requerida para el mantenimiento de animales

En conformidad con la Norma Técnica IS.010 – Instalaciones Sanitarias para Edificaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobada por el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2006), la dotación de agua para locales de reunión (cines, teatros, auditorios, iglesias y similares) es de 3L/asiento.día

Cálculo para cada iglesia:

- Número de asientos: $N = 20$
- Dotación: $Dot = 3L/asiento \cdot día$

Volumen diario:

$$V_d = N \times Dot$$

$$V_d = 20 \times 3$$

$$V_d = 60 L/día$$

Caudal promedio diario:

$$Q = \frac{V_d}{86400}$$

$$Q = \frac{60}{86400}$$

$$Q = 0.00069 \text{ L/s}$$

Para las tres iglesias

$$V_{total} = 3 \times 60$$

$$V_{total} = 180 \text{ L/día}$$

$$Q_{total} = \frac{180}{86400}$$

$$Q_{total} = 0.00208 \text{ L/s}$$

Cálculo para el local comunal

- Número de asistentes estimados: $N = 30$

Volumen diario:

$$V_d = 30 \times 3$$

$$V_d = 90 \text{ L/día}$$

Caudal promedio diario:

$$Q = \frac{90}{86400}$$

$$Q = 0.00104 \text{ L/s}$$

Consumo total de locales de reunión

$$V_{total} = 180 + 90$$

$$V_{total} = 270 \text{ L/día}$$

$$Q_{total} = \frac{270}{86400}$$

$$Q_{total} = 0.00312 \text{ L/s}$$

2.7.3. Contribución para restaurantes

En el sector Carrizales se identificó un (01) comedor popular, el cual forma parte de las edificaciones no domésticas consideradas en el sistema de abastecimiento.

Según lo establecido en la Norma Técnica IS.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones, el requerimiento de agua en establecimientos de tipo restaurante se calcula en función del área útil del comedor, tomando como referencia los rangos definidos por la normativa:

Tabla 15

Dotación de Agua para Restaurantes

Área de los comedores en m ²	Dotación
Hasta 40	2000 L
41 a 100	50 L por m ²
Más de 100	40 L por m ²

El comedor popular presenta un área destinada exclusivamente al comedor de 40 m². De acuerdo con la Norma Técnica IS.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones, para áreas comprendidas hasta 40 m² corresponde una dotación de 2000L por día.

Caudal promedio diario

$$Q = \frac{2000}{86400}$$

$$Q = 0.02315 \text{ L/s}$$

2.7.4. Resumen de Consumo no doméstico

Con base en los cálculos desarrollados para los establecimientos estatales, comerciales y sociales existentes en el sector Carrizales, se obtuvo el caudal promedio diario correspondiente.

Tabla 16

Resumen de Consumo no Doméstico

DESCRIPCION	Q(L/s)
Estatad (Educación)	0.0016
Comercial (comedor)	0.0231
Social (iglesias + local)	0.0031
TOTAL	0.0279

El caudal promedio diario total correspondiente al consumo no doméstico es:

$$Q_{nd} = 0.02789 \text{ L/s}$$

2.7.5. CAUDAL PROMEDIO TOTAL

La proyección anual completa de la población y la demanda está en el Anexo 05: Cálculo de la Demanda de Agua Potable: “Localidad Sector: Carrizales”.

$$Q_{prom} = Q_{dom} + Q_{nd}$$

$$Q_{prom} = 0.592 + 0.0279$$

$$Q_{prom} = 0.62 \text{ L/s}$$

3. CÁLCULO DE LA DEMANDA DE AGUA POTABLE (HORIZONTE 20 AÑOS)

3.1. Datos Generales de Diseño

- Población inicial (año base): $P_0 = 568 \text{ hab}$
- Número de viviendas: $N_v = 142$
- Densidad poblacional: $D = 4 \text{ hab/viv}$
- Tasa de crecimiento anual: $r = 1.0\% = 0.01$
- Horizonte de diseño: $n = 20 \text{ años}$
- Dotación doméstica: $Dot = 90 \text{ L/hab} \cdot \text{día}$
- Coeficiente máximo diario: $K_1 = 1.30$

- Coeficiente máximo horario: $K_2 = 2.00$
- Pérdidas físicas: 20%

3.2. Proyección de la Población (Aritmético)

$$P_f = P_0(1 + r \cdot n)$$

Donde:

- P_f = población futura (hab)
- P_0 = población base (hab)
- r = tasa de crecimiento anual (adimensional)
- n = horizonte de diseño (años)

$$P_f = 568(1.20)$$

$$P_f = 681.6$$

$$P_f \approx 682 \text{ hab}$$

3.3. Cálculo del Caudal Doméstico Futuro

$$Q_{\text{dom}} = \frac{P_f \times \text{Dot}}{86400}$$

Donde:

- P_f = Población futura
- $\text{Dot} = 90 \text{ L/hab} \cdot \text{día}$

$$Q_{\text{dom}} = \frac{682 \times 90}{86400}$$

$$Q_{\text{dom}} = 0.710 \text{ L/s}$$

Considerando pérdidas físicas (20%)

$$Q_{pcd} = \frac{Q_{dom}}{1 - \%P}$$

Donde:

- Q_{pcd} = Caudal doméstico corregido (L/s)
- Q_{dom} = Caudal no doméstico calculado (L/s)
- $\%P$ = Porcentaje de pérdidas físicas

$$Q_{pcd} = \frac{0.710}{1 - \%P}$$

$$Q_{pcd} = \frac{0.710}{0.80}$$

$$Q_{pcd} = 0.888 \text{ L/s}$$

3.4. Cálculo del Caudal No Doméstico

Valor calculado previamente:

$$Q_{nd} = 0.0279 \text{ L/s}$$

Considerando pérdidas físicas (20%)

Donde:

- Q_{pcnd} = Caudal no doméstico corregido (L/s)
- Q_{nd} = Caudal no doméstico calculado (L/s)
- $\%P$ = Porcentaje de pérdidas físicas

$$Q_{pcnd} = \frac{Q_{nd}}{1 - \%P}$$

$$Q_{pcnd} = \frac{0.02789}{0.80}$$

$$Q_{pcnd} = 0.035 \text{ L/s}$$

Caudal Promedio Total Futuro

$$Q_{\text{prom}} = Q_{\text{pcd}} + Q_{\text{pcnd}}$$

Donde:

- Q_{prom} = caudal promedio total futuro (L/s)
- Q_{pcd} = caudal doméstico corregido por pérdidas (L/s)
- Q_{pcnd} = caudal no doméstico corregido por pérdidas (L/s)

$$Q_{\text{prom}} = 0.8875 + 0.03486$$

$$Q_{\text{prom}} = 0.922 \text{ L/s}$$

3.5. Caudal Máximo Diario

El caudal máximo diario se obtiene a partir del caudal promedio total, ajustado mediante un factor que representa las variaciones de consumo durante el día:

$$Q_{\text{md}} = Q_{\text{prom}} \times K_1$$

Donde:

- Q_{md} = caudal máximo diario (L/s)
- Q_{prom} = caudal promedio total (L/s)
- K_1 = coeficiente máximo diario

$$Q_{\text{md}} = Q_{\text{prom}} \times K_1$$

$$Q_{\text{md}} = 0.92236 \times 1.30$$

$$Q_{\text{md}} = 1.199 \text{ L/s}$$

3.6. Caudal Máximo Horario (Caudal de Diseño)

El caudal máximo horario se calcula considerando el caudal promedio total y un factor que refleja las variaciones de consumo en las horas de mayor demanda:

$$Q_{mh} = Q_{prom} \times K_2$$

Donde:

- Q_{mh} = caudal máximo horario (L/s)
- Q_{prom} = caudal promedio total (L/s)
- K_2 = coeficiente máximo horario

$$Q_{mh} = 0.92236 \times 2.00$$

$$Q_{mh} = 1.84472$$

$$Q_{mh} \approx 1.845 \text{ L/s}$$

Análisis De Oferta – Demanda

El caudal ofertado por la fuente, determinado mediante aforo en época de estiaje, es:

$$Q_{oferta} = 2.274 \text{ L/s}$$

El caudal máximo diario proyectado al horizonte de diseño (20 años) es:

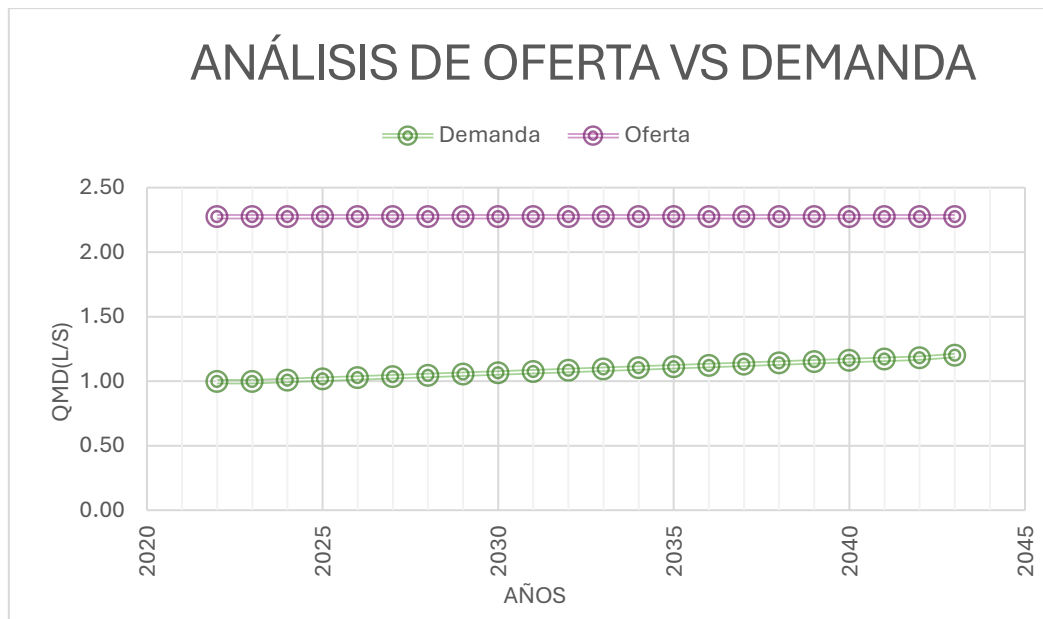
$$Q_{md} = 1.199 \text{ L/s}$$

Se verifica la condición:

$$Q_{oferta} > Q_{md}$$

Figura 17

Gráfico de Oferta vs Demanda



La gráfica muestra que el caudal ofertado (2.274 L/s) es superior al caudal máximo diario proyectado durante todo el horizonte de diseño, evidenciando que la fuente cubre la demanda futura del sistema.

4. DISEÑO HIDRÁULICO DE LA CAPTACIÓN

4.1. Distancia entre el Punto de Afloramiento y la Cámara Húmeda

Determinación de la Velocidad Ideal

La velocidad ideal del flujo (sin pérdidas) se calcula mediante la ecuación de Torricelli:

$$V_{ideal} = \sqrt{2gH}$$

Donde:

- Altura asumida entre el punto de afloramiento y el punto de salida: $H = 0.40 \text{ m}$
- Coeficiente de descarga asumida: $C_d = 0.8$

$$V_{ideal} = \sqrt{2(9.81)(0.40)}$$

$$V_{ideal} = 2.80 \text{ m/s}$$

Determinación de la Velocidad Real

$$V_{real} = C_d \sqrt{2gH}$$

$$V_{real} = 0.80 \times 2.80$$

$$V_{real} = 2.24 \text{ m/s}$$

Verificación con Criterio de Diseño

Para estructuras de captación se recomienda: $V \leq 0.60 \text{ m/s}$

Dado que:

$$V_{real} = 2.24 \text{ m/s} > 0.60 \text{ m/s}$$

No cumple el criterio hidráulico, por lo tanto, se adopta:

$$V_{diseño} = 0.60 \text{ m/s}$$

Cálculo de la Altura de Salida

La altura necesaria para producir la velocidad adoptada se determina mediante la relación energética:

$$H_0 = \frac{V_{diseño}^2}{2g}$$

Donde:

- H_0 = Altura de salida o carga cinética (m)
- $V_{diseño}$ = Velocidad de diseño (m/s)
- g = Aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

$$H_0 = \frac{0.60^2}{2(9.81)}$$

$$H_0 = 0.018 \text{ m}$$

Altura Útil de Afloramiento

$$H_f = H - H_0$$

$$H_f = 0.40 - 0.018$$

$$H_f = 0.382 \text{ m}$$

Cálculo de la Longitud del Afloramiento

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

$$L = \frac{0.382}{0.30}$$

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

Se adopta una longitud constructiva de:

$$L = 1.30 \text{ m}$$

4.2. Cálculo del Ancho de Pantalla

Cálculo del Área Requerida de Paso

Para garantizar que la velocidad no supere el valor de diseño, el área necesaria se determina mediante:

$$A = \frac{Q_{max}}{C_d \cdot V}$$

Donde:

- Caudal máximo de aforo: $Q_{max} = 2.828 \text{ L/s} = 0.0028 \text{ m}^3/\text{s}$
- Coeficiente de descarga: $C_d = 0.80$
- Velocidad de diseño adoptada: $V = 0.60 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Reemplazando:

$$A = \frac{0.0028}{0.80 \times 0.60}$$

$$A = 0.0058 \text{ m}^2$$

Cálculo del Diámetro Hidráulico Requerido

El diámetro equivalente se determina mediante:

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4(0.0058)}{3.1416}}$$

$$D = 0.087 \text{ m}$$

$$D = 87 \text{ mm}$$

En pulgadas:

$$D_{com} = 3.40 \text{ pulgadas}$$

Selección del Diámetro Comercial

Se adopta el diámetro comercial inmediato inferior para distribución mediante múltiples orificios:

$$D_{com} = 2''$$

Cálculo del Número de Orificios

Dado que el diámetro requerido es mayor al diámetro comercial adoptado, se determina el número de orificios necesarios para garantizar el área total equivalente.

La relación empleada es:

$$N_A = \left(\frac{D_{calc}}{D_{com}}\right)^2 + 1$$

Reemplazando:

$$N_A = \left(\frac{3.40}{2}\right)^2 + 1$$

$$N_A = (1.70)^2 + 1$$

$$N_A = 2.89 + 1$$

$$N_A = 3.89$$

Se redondea al entero superior:

$$N_A = 4 \text{ orificios}$$

4.3. Cálculo de la Altura de la Cámara húmeda

La altura total de la cámara húmeda (H_t), se determina a partir de la suma de los elementos hidráulicos y constructivos necesarios para garantizar el adecuado funcionamiento del sistema, conforme a los criterios establecidos en el Manual de Opciones Tecnológicas para Sistemas de Agua en el Ámbito Rural.

$$H_t = A + B + H + C + BL$$

Donde:

- A = altura destinada a la acumulación y sedimentación de arenas
- B = valor equivalente a la mitad del diámetro de la tubería de salida
- H = altura dinámica necesaria para que el gasto fluya
- C = diferencia mínima entre el nivel de ingreso y el nivel del agua
- BL = borde libre

Cálculo de la Velocidad de Salida

Datos del Diseño

- Caudal máximo diario obtenido: $Q_{md} = 1.20 \text{ L/s}$
- Caudal máximo diario adoptado (criterio conservador): $Q_{md} = 1.50 \text{ L/s}$

- En unidades del Sistema Internacional: $Q = 0.0015 \text{ m}^3/\text{s}$
- Diámetro de tubería de salida: $D_s = 2'' = 0.05 \text{ m}$
- Aceleración de la gravedad: $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

Área de la tubería de salida:

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

$$A = \frac{\pi(0.05)^2}{4}$$

$$A = 0.00196 \text{ m}^2$$

Velocidad de salida:

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

$$V = \frac{0.0015}{0.00196}$$

$$V = 0.74 \text{ m/s}$$

Altura Dinámica del Agua (H)

Según el Manual de Opciones Tecnológicas, la altura dinámica se determina mediante:

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

Reemplazando:

$$H = 1.56 \frac{(0.74)^2}{2(9.81)}$$

$$H = 0.043 \text{ m}$$

Pero el manual recomienda:

$$H_{\text{mín}} = 0.30 \text{ m}$$

Entonces:

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

Componentes de la Altura Total

- Altura para sedimentación mínima (arena): $A = 0.10 \text{ m}$
- Diámetro de la tubería de salida considerado en el diseño: $B = 0.05 \text{ m}$
- Altura efectiva de la lámina de agua: $H = 0.30 \text{ m}$
- Borde libre (recomendado 10 – 40 cm): $BL = 0.40 \text{ m}$
- Diferencia entre nivel de ingreso y nivel de agua (mínimo 5 cm): $C = 0.10 \text{ m}$

Cálculo de la Altura Total

$$HT = A + B + H + BL + C$$

$$HT = 0.10 + 0.05 + 0.30 + 0.40 + 0.10$$

$$HT = 0.95 \text{ m}$$

Se adopta:

$$HT = 1.00 \text{ m}$$

4.4. Cálculo del diámetro de la Canastilla y Número de Ranuras

Datos de Diseño

- Diámetro de tubería de salida: $D_c = 2" = 0.051 \text{ m}$

Área de tubería de salida:

$$A_{tub} = \frac{\pi D_c^2}{4}$$

$$A_{tub} = \frac{\pi(0.051)^2}{4}$$

$$A_{tub} = 0.00203 \text{ m}^2$$

Longitud de la Canastilla

Según el Manual de Opciones Tecnológicas (MVCS), la longitud debe cumplir:

$$3D_c < L < 6D_c$$

$$3D_c = 3(0.051) = 0.153 \text{ m}$$

$$6D_c = 6(0.051) = 0.306 \text{ m}$$

Se adopta:

$$L = 0.20 \text{ m}$$

Diámetro de la Canastilla

Criterio constructivo:

$$D_{cans} = 2D_c$$

$$D_{cans} = 2(0.05)$$

$$D_{cans} = 0.10 \text{ m} \approx 4''$$

Área Total de Ranuras

Se adopta el criterio hidráulico:

$$A_{total} \geq 2A_{tub}$$

$$A_{total} = 2(0.00203)$$

$$A_{total} = 0.00405 \text{ m}^2$$

Área Unitaria de Ranura

Dimensiones adoptadas:

- Longitud: $l = 7 \text{ mm} = 0.007 \text{ m}$
- Ancho: $a = 5 \text{ mm} = 0.005 \text{ m}$

Área unitaria:

$$A_{uo} = l \times a$$

$$A_{uo} = 0.007 \times 0.005$$

$$A_{uo} = 0.000035 \text{ m}^2$$

Número de Ranuras

$$N = \frac{A_{total}}{A_{uo}}$$

$$N = \frac{0.00405}{0.000035}$$

$$N = 115.71$$

Se adopta:

$$N \approx 116 \text{ ranuras}$$

4.5. Dimensionamiento de la Tubería de Rebose y Limpia

El dimensionamiento de las tuberías de rebose y limpieza se realiza considerando criterios hidráulicos establecidos para sistemas rurales, adoptando pendientes comprendidas entre 1% y 1.5%, conforme a las recomendaciones del MVCS:

$$D_r = \frac{0.71 \cdot Q^{0.38}}{h_f^{0.21}}$$

Donde:

- D_r = diámetro de la tubería de rebose, expresado en pulgadas
- Q = caudal máximo de la fuente (L/s)
- h_f = pérdida de carga unitaria o pendiente hidráulica (m/m)

Datos de Diseño

- Caudal máximo de la fuente: $Q_{max} = 2.83 \text{ L/s}$
- Pendiente adoptada (valor máximo recomendado):

$$h_f = 1.5\% = 0.015 \text{ m/m}$$

Cálculo del Diámetro de Rebose

$$D_r = \frac{0.71 \cdot (2.83)^{0.38}}{(0.015)^{0.21}}$$

$$D_r = \frac{1.0579}{0.414}$$

$$D_r = 2.55 \text{ pulg}$$

Selección del Diámetro Comercial

Diámetro calculado:

$$D_r = 2.55''$$

Se adopta el diámetro comercial inmediato superior:

$$D_r = 3''$$

Diámetro de Tubería de Limpia

De acuerdo con los criterios de diseño establecidos en el manual correspondiente, la tubería de limpieza debe adoptar el mismo diámetro que la tubería de rebose, a fin de garantizar condiciones hidráulicas equivalentes.

Por lo tanto:

$$D_{limpia} = 3''$$

Cálculo del Cono de Rebose

Datos de Diseño

- Diámetro adoptado de la tubería de rebose: $D_r = 3''$
- En unidades del Sistema Internacional: $D_r = 0.0762 \text{ m}$

Criterio de Dimensionamiento

En estructuras de descarga libre, se recomienda que el diámetro del cono sea mayor que el diámetro de la tubería, para permitir expansión progresiva del flujo y reducir pérdidas locales.

Se adopta el siguiente criterio constructivo:

$$D_{cono} = k \cdot D_r$$

Donde:

- D_{cono} = diámetro del cono de rebose
- D_r = diámetro de la tubería de rebose
- k = coeficiente geométrico de expansión ($1.5 \leq k \leq 2.0$)
- Para un diseño conservador se adopta:

$$k = 2$$

Cálculo del Diámetro del Cono

$$D_{cono} = 2 \times 3''$$

$$D_{cono} = 6''$$

5. ESTACIÓN DE BOMBEO

5.1. Cálculo De La Tubería De Succión (01 Bomba)

Datos Generales

- periodo de bombeo de: $N = 8$ horas/día
- Caudal máximo Demandado: $Q_{max,d} = 1.199$ L/s

Determinación del caudal de bombeo

Se utiliza la relación:

$$Q_b = Q_{max,d} \times \frac{24}{N}$$

Donde:

- Q_b = Caudal de bombeo

$$Q_b = 1.199 \times \frac{24}{8}$$

$$Q_b = 3.597 \text{ L/s}$$

En unidades del SI:

$$Q_b = 0.003597 \text{ m}^3/\text{s}$$

Velocidad en tubería de succión

Velocidad adoptada: $V = 0.90 \text{ m/s}$

Diámetro Calculado

$$d = 1.1284 \sqrt{\frac{Q}{V}}$$

$$d = 1.1284 \sqrt{\frac{0.003597}{0.90}}$$

Resultado:

$$d_{calc} = 71.34 \text{ mm}$$

Diámetro adoptado:

$$d = 75 \text{ mm}$$

5.2. Diseño de Cámara de Bombeo (01 bomba)

Datos de diseño

- Caudal de bombeo: $Q_b = 3.597 \text{ L/s}$
- Caudal mínimo aforado del manantial: $Q_m = 2.274 \text{ L/s}$
- Tiempo de bombeo: $t = 8 \text{ horas}$

Verificación de necesidad de Almacenamiento

Se evalúa la condición:

$$Q_m \geq Q_b$$

Reemplazando:

$$2.274 < 3.597$$

Como el caudal del manantial es menor que el caudal de bombeo:

$$Q_m < Q_b$$

Se requiere cámara de bombeo con almacenamiento.

Cálculo del déficit instantáneo

Se determina la diferencia entre el caudal bombeado y el caudal disponible:

$$\Delta Q = Q_b - Q_m$$

$$\Delta Q = 3.597 - 2.274$$

$$\Delta Q = 1.323 \text{ L/s}$$

Este valor representa el déficit instantáneo que debe ser compensado mediante almacenamiento.

Cálculo Del Volumen Requerido

Se emplea la relación:

$$V = \Delta Q \times t$$

Conversión del tiempo:

$$t = 8 \text{ h} = 28\,800 \text{ s}$$

Cálculo:

$$V = 1.323 \times 28\,800$$

$$V = 38.1 \text{ m}^3$$

Volumen de la cámara de bombeo muy dimensionado, por lo que se optará por usar dos bombas en alternancia con el fin de reducir las dimensiones de la cámara de bombeo.

5.3. Tubería De Succión Para (02) Bombas En Operación Alternada

El dimensionamiento de la tubería de succión considera la instalación de dos bombas que operan de manera alternada, con la finalidad de optimizar el rendimiento del sistema y reducir las exigencias hidráulicas por equipo.

Este esquema permite disminuir el volumen necesario en la cámara de bombeo, mejorar la eficiencia operativa y prolongar la vida útil de los equipos. Para el presente diseño, se establece un régimen de funcionamiento de 16 horas diarias, en el cual cada bomba opera durante 8 horas en forma alternada, evitando así condiciones de trabajo continuo y sobrecargas en el sistema.

Datos de Diseño

- Caudal máximo diario demandado: $Q_{md} = 1.199 \text{ L/s}$

- Periodo total de bombeo: $N = 16 \text{ h}$

Cálculo del caudal de bombeo por equipo

Se emplea la relación:

$$Q_b = Q_{md} \times \frac{24}{N}$$

Reemplazando:

$$Q_b = 1.199 \times \frac{24}{16}$$

$$Q_b = 1.799 \text{ L/s}$$

En unidades del SI:

$$Q_b = 0.00179 \text{ m}^3/\text{s}$$

Este es el caudal que manejará cada bomba.

Selección de Velocidad en Succión

Se adopta:

$$V_m = 1.00 \text{ m/s}$$

Este valor se encuentra dentro del rango recomendado por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE OS.070), el cual establece velocidades entre 0.6 y 1.5 m/s para este tipo de conducciones.

Cálculo del diámetro interno de succión

Se emplea la ecuación:

$$d = 1.1284 \sqrt{\frac{Q}{V}}$$

$$d = 1.1284 \sqrt{\frac{0.00179}{0.90}}$$

$$d = 47.85 \text{ mm}$$

Se adopta el diámetro comercial inmediato superior:

$$d = 50 \text{ mm}$$

Material: PVC Clase 10 (10 bar)

Verificación De Velocidad Real

$$V = 0.92 \text{ m/s}$$

La verificación de la velocidad real en la tubería de succión arrojó un valor de $V = 0.92 \text{ m/s}$, el cual se encuentra dentro del rango recomendado para líneas de succión, resultando adecuado para evitar problemas de cavitación y garantizando pérdidas por fricción moderadas, asegurando así un funcionamiento hidráulico eficiente y seguro del sistema de bombeo.

5.4. Diseño de cámara de bombeo (Dos bombas en Operación Alternada)

Datos De Diseño

- Caudal de bombeo por equipo: $Q_b = 1.799 \text{ L/s}$
- Caudal mínimo aforado del manantial: $Q_m = 2.274 \text{ L/s}$
- Tiempo máximo de descanso entre arranques: $t = 5 \text{ minutos}$

Verificación De Necesidad De Almacenamiento

Se evalúa la condición:

$$Q_m \geq Q_b$$

Reemplazando:

$$2.274 > 1.799$$

Dado que el caudal disponible resulta superior al caudal requerido de bombeo, se cumple la siguiente condición:

$$Q_m \geq Q_b$$

No se requiere almacenamiento permanente; sin embargo, es necesario un volumen operativo mínimo para evitar arranques frecuentes, mantener la estabilidad hidráulica y asegurar una adecuada sumergencia en la succión.

Cálculo Del Volumen Operativo Mínimo

Se utiliza la relación:

$$V = Q_b \times t$$

Conversión de unidades:

$$Q_b = 1.799 \text{ L/s} = 0.001799 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$t = 5 \text{ min} = 300 \text{ s}$$

Cálculo:

$$V = 0.001799 \times 300$$

$$V = 0.54 \text{ m}^3$$

Este es el volumen hidráulicamente necesario para garantizar un ciclo operativo adecuado.

Dimensionamiento De La Cámara

Para el diseño de la cámara, se consideran las siguientes dimensiones internas:

- Largo = 1.40 m
- Ancho = 1.40 m
- Altura útil = 1.50 m

Cálculo del volumen estructural:

$$V = 1.40 \times 1.40 \times 1.50$$

$$V = 2.94 \text{ m}^3$$

Verificación Del Volumen Adoptado

$$2.94 > 0.54$$

Cumple el volumen mínimo requerido, garantizando una operación hidráulicamente estable, reduciendo la frecuencia de arranques de la bomba y asegurando condiciones adecuadas de funcionamiento y sumergencia.

5.5. Diseño de Carga de Succión

Datos de Diseño

- Diámetro de succión: $D = 50 \text{ mm}$
- Caudal de bombeo: $Q = 1.799 \text{ L/s}$
- Velocidad media: $V = 0.92 \text{ m/s}$
- Longitud de tubería: $L = 2.90 \text{ m}$
- Coeficiente Hazen-Williams (PVC nuevo): $C = 140$
- Aceleración de la gravedad: $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

Cálculo de Sumergencia Mínima

- Criterio hidráulico

$$S_1 = 2.5 \left(\frac{V^2}{2g} \right) + 0.20$$

$$S_1 = 0.31 \text{ m}$$

- Criterio geométrico (prevención ingreso de aire)

$$S_2 = 2.5D + 0.10$$

$$S_2 = 0.23 \text{ m}$$

Se adopta el mayor valor:

$$S = 0.31 \text{ m}$$

Altura Estática de Succión

$$h_s = Z_{eb} - Z_{na}$$

Donde:

- $Z_{eb} = 2.09 \text{ m}$ (cota eje bomba)
- $Z_{na} = 0.00 \text{ m}$ (nivel mínimo de agua)

$$h_s = 2.09 \text{ m}$$

Pérdidas por fricción en la Tubería

Para la estimación de las pérdidas de carga por fricción, se emplea la expresión de Hazen-Williams:

$$h_f = 10.67 \frac{LQ^{1.852}}{C^{1.852}D^{4.87}}$$

$$h_f = 0.059 \text{ m}$$

Pérdidas Locales En Accesorios

Se emplea:

$$h_k = \sum K \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

- h_k = Pérdida localizada (m)
- K = Coeficiente de pérdida por accesorio
- V = Velocidad del flujo en la tubería (m/s)
- g = Aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

Accesorios considerados:

- 4 codos 90°

- 1 rejilla
- 1 válvula de pie
- 2 válvulas compuerta

$$K_{total} = 6.50$$

$$h_k = 6.5 \frac{0.92^2}{2 \times 9.81}$$

$$h_k = 0.278 \text{ m}$$

Pérdida Total En Succión

$$\Delta h_s = h_f + h_k$$

Donde:

- h_f = Pérdida por fricción
- h_k = Pérdida localizada

$$\Delta h_s = 0.34 \text{ m}$$

Carga De Succión Total

$$H_s = h_s + \Delta h_s$$

Donde:

- h_s = Altura geométrica de succión
- Δh_s = Pérdida total en succión
- H_s = Carga de succión total

$$H_s = 2.09 + 0.34$$

$$H_s = 2.42 \text{ m}$$

Cálculo Del Npsh Disponible

$$NPSH_{disp} = H_{atm} - H_{vap} - H_s$$

Donde:

- Presión atmosférica a 145 msnm: $H_{atm} = 10.15 \text{ m}$
- Presión de vapor del agua: $H_{vap} = 0.238 \text{ m}$

$$NPSH_{disp} = 10.15 - 0.238 - 2.42$$

$$NPSH_{disp} = 7.49 \text{ m}$$

5.6. Diseño de Tubería y Carga De Impulsión para (02) Bombas En Operación Alternada.

Datos de Diseño

- Cota del punto de entrega: $Z_{ent} = 155.55 \text{ m}$
- Cota del eje de bomba: $Z_{eje} = 145.83 \text{ m}$
- Caudal de bombeo: $Q = 1.799 \text{ L/s} = 0.0018 \text{ m}^3$
- Longitud total de impulsión: $L = 348.73 \text{ m}$
- Coeficiente Hazen-Williams (PVC nuevo): $C = 140$

Altura Estática de Impulsión

$$h_i = Z_{ent} - Z_{eje}$$

$$h_i = 155.55 - 145.83$$

$$h_i = 9.72 \text{ m}$$

Selección De Velocidad De Diseño

Se adopta velocidad recomendada:

$$V = 1.00 \text{ m/s}$$

Rango recomendado para impulsión: 0.6 – 2.5 m/s.

Cálculo del Diámetro de Impulsión

Para determinar el diámetro de la tubería de impulsión, se aplica la ecuación de continuidad:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}}$$

$$D_{calc} = 0.0479 \text{ m}$$

Se adopta diámetro comercial:

$$D = 0.050 \text{ m (50 mm)}$$

Velocidad real obtenida:

$$V = 0.916 \text{ m/s}$$

Pérdidas por Fricción en Impulsión

Ecuación de Hazen-Williams:

$$h_f = 10.67 \frac{LQ^{1.852}}{C^{1.852}D^{4.87}}$$

Reemplazando datos:

$$h_f = 7.049 \text{ m}$$

Pérdidas Locales en Impulsión

$$h_k = \sum K_i \frac{V^2}{2g}$$

Accesorios considerados:

- 1 salida de tubo
- 1 válvula de retención
- 3 válvulas compuerta
- 1 válvula de entrada normal

- 4 codos 90°
- 6 codos 45°

$$K_{total} = 10.60$$

$$h_k = 10.60 \frac{0.916^2}{2 \times 9.81}$$

$$h_k = 0.453 m$$

Pérdida Total En Impulsión

$$\Delta h_i = h_f + h_k$$

$$\Delta h_i = 7.50 m$$

Carga Total de Impulsión

$$H_i = h_i + \Delta h_i$$

$$H_i = 9.72 + 7.50$$

$$H_i = 17.22 m$$

5.7. Altura Dinámica Total (Altura Manométrica Total)

$$H_t = H_g + \Delta h_s + \Delta h_i + P_s$$

Donde:

- Altura Estática Total $H_g = 11.81 m$
- Pérdida de carga en succión: $\Delta h_s = 2.42 m$
- Pérdida de carga en impulsión: $\Delta h_i = 7.50 m$
- Presión De Llegada En Punto De Entrega: $P_s = 2.00 m$

Sustituyendo valores:

$$H_t = 11.81 + 2.42 + 7.50 + 2.00$$

$$H_t = 23.73 m$$

5.8. Golpe de Ariete en la Línea de Impulsión

Datos de Diseño

- Diámetro interno de la tubería: $D = 0.050 \text{ m}$
- Espesor de tubería (PVC Clase 10): $e = 0.0029 \text{ m}$
- Módulo de elasticidad del PVC: $E = 2.94 \times 10^9 \text{ Pa}$
- Módulo volumétrico del agua: $K = 2.18 \times 10^9 \text{ Pa}$
- Densidad del agua: $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$
- Longitud total de la línea: $L = 348.73 \text{ m}$
- Velocidad del agua en impulsión: $V_0 = 0.81 \text{ m/s}$
- Carga estática inicial: $H_0 = 9.72 \text{ m}$
- Aceleración de la gravedad: $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

Cálculo de la Celeridad de Onda (a)

Se emplea la expresión:

$$a = \sqrt{\frac{K/\rho}{1 + \frac{KD}{Ee}}}$$

Sustituyendo valores:

$$a = 397.68 \text{ m/s}$$

Coefficiente Experimental (k)

Se adopta la relación:

$$k = 2 - 0.0005L$$

$$k = 1.826$$

Tiempo de Cierre (T)

Tiempo adimensional para el ábaco de Allievi:

$$T = 1 + \frac{kLV_0}{H_0g}$$

$$T = 7.12$$

Constante K para Ábaco de Allievi

$$K = \frac{aV_0}{2gH_0}$$

$$K = 1.91$$

Tiempo Relativo de Maniobra

$$N = \frac{T}{T_c}$$

$$N = 4.06$$

Interpretación del Resultado

Si:

$$N > 1$$

El cierre es considerado **lento**.

Dado que:

$$N = 4.06 > 1$$

Se trata de un cierre lento, por lo tanto, el fenómeno de golpe de ariete no genera sobrepresiones críticas severas.

Determinación Del Aumento De Presión

Datos:

- Del ábaco de Allievi (véase anexo 05) se obtiene: $\tilde{n} = 2.20$
- Carga estática: $H_0 = 9.72 \text{ m}$

- Presión nominal de tubería Clase 10: PN= 100 m.c.a.

Incremento de Presión (ΔH)

El incremento de presión se obtiene mediante:

$$\tilde{n} = \frac{H_0 + \Delta H}{H_0}$$

Despejando:

$$\Delta H = H_0(\tilde{n} - 1)$$

Sustituyendo valores:

$$\Delta H = 9.72(2.20 - 1)$$

$$\Delta H = 9.72(1.20)$$

$$\Delta H = 11.66 \text{ m}$$

Presión Máxima en el Sistema

$$H_{max} = H_0 + \Delta H$$

$$H_{max} = 9.72 + 11.66$$

$$H_{max} = 21.38 \text{ m}$$

Verificación con Presión Nominal de la Tubería

- Tubería seleccionada: PVC Clase 10

$$PN = 10 \text{ bar} \approx 100 \text{ m.c.a}$$

- Criterio de verificación

$$H_{max} < PN$$

$$21.38 < 100$$

Se cumple ampliamente la condición.

5.9. Diseño de la bomba

Datos De Diseño

- Caudal de bombeo: $Q = 1.7985 \text{ L/s} = 6.47 \text{ m}^3/\text{h}$
- Altura manométrica total: $H_t = 23.64 \text{ m}$
- Eficiencia del motor: $\eta_1 = 0.70$
- Eficiencia hidráulica de la bomba: $\eta_2 = 0.85$

Eficiencia total del sistema:

$$\eta = \eta_1 \times \eta_2$$

$$\eta = 0.60$$

Cálculo De La Potencia Requerida

Se emplea la expresión:

$$P_b = \frac{Q \cdot H_t}{76 \cdot \eta}$$

Sustituyendo:

$$P_b = \frac{1.7985 \times 23.64}{76 \times 0.60}$$

$$P_b \approx 0.90 \text{ HP}$$

Selección De Potencia Comercial

Se selecciona la potencia comercial referencial (Véase Anexo 05).

$$P_{comercial} = 1.5 \text{ HP}$$

La selección de la tubería PVC Clase 10 garantiza un adecuado margen de seguridad frente a las sobrepresiones generadas por el golpe de ariete, asegurando una operación hidráulica estable del sistema y evitando sobrecargas adicionales en el motor de la bomba, lo que contribuye a un funcionamiento seguro, eficiente y con mayor vida útil de los equipos.

Selección de la Bomba referencial según Curva Característica

Para el punto de operación:

$$Q = 6.47 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H = 23.73 \text{ m}$$

Se verifica que:

- El punto cae dentro de la curva de operación.
- Se encuentra en zona de eficiencia $\approx 53\text{--}54\%$.
- No se ubica en zona cercana al cierre.

Verificación de Altura Manométrica

Altura manométrica de la bomba comercial:

$$H_{bomba} = 26.50 \text{ m}$$

Condición de diseño:

$$H_{requerida} < H_{bomba}$$

$$23.73 < 26.50$$

Cumple.

Verificación de NPSH

NPSH disponible:

$$NPSH_{disp} = 7.49 \text{ m}$$

NPSH requerido (fabricante):

$$NPSH_{req} = 2.50 \text{ m}$$

Condición:

$$NPSH_{disp} > NPSH_{req}$$

$$7.49 > 2.50$$

- No existe riesgo de cavitación.
- Margen de seguridad adecuado.

Bomba Seleccionada (Referencial)

Modelo seleccionado: Pedrollo CPM 180-ST4 (referencial)

Características principales:

- Potencia: 1.5 HP
- Caudal nominal: 6.47 m³/h
- Altura manométrica nominal: 26.5 m
- Conexiones: 1 1/4” – 1”

La bomba seleccionada se presenta con carácter referencial, con fines de validación hidráulica del diseño.

6. DISEÑO HIDRÁULICO DEL RESERVORIO

El volumen total de almacenamiento se calcula como la suma de los componentes asociados a la regulación, reserva y demanda contra incendios, según la siguiente expresión:

$$V_{alm} = V_{reg} + V_{res} + V_{inc}$$

Donde:

- V_{alm} = Volumen total de almacenamiento (m³)
- V_{reg} = Volumen de regulación (m³)
- V_{res} = Volumen de reserva (m³)
- V_{inc} = Volumen destinado a la atención de incendios (m³)

6.1. Volumen de regulación

El volumen de regulación se define como el volumen necesario para equilibrar las variaciones entre la demanda y la producción de agua a lo largo del día.

Se determina mediante la siguiente expresión:

$$V_{reg} = Fr \times Q_p \times 86400$$

donde:

- Fr = Factor de regulación
- Q_p = Caudal promedio de consumo (L/s)
- 86400 = Número de segundos por día

Datos

$$Fr = 25\% = 0.25$$

$$Q_p = 0.923 \text{ L/s}$$

Cálculo

$$V_{reg} = 0.25 \times 0.923 \times 86400$$

$$V_{reg} = 19.94 \text{ m}^3$$

6.2. Volumen de reserva

Se calcula mediante:

$$V_{res} = Q_{md} \times T$$

Donde:

- Q_{md} = Caudal máximo diario (L/s)
- T = Tiempo de reserva (s)

Datos

$$Q_{md} = 1.199 \text{ L/s}$$

$$T = 2 \text{ horas} = 7200 \text{ s}$$

Cálculo

$$V_{res} = 1.199 \times 7200$$

$$V_{res} = 8.63 \text{ m}^3$$

6.3. Volumen Contra Incendio

Para el presente proyecto no se considera volumen destinado a incendios, debido a que el sistema corresponde a un abastecimiento de agua en zona rural sin instalación de hidrantes contra incendio.

Por lo tanto:

$$V_{inc} = 0$$

6.4. Volumen Total de Almacenamiento

El volumen total se obtiene mediante la integración de los volúmenes previamente determinados:

$$V_{alm} = V_{reg} + V_{res} + V_{inc}$$

Reemplazando:

$$V_{alm} = 19.94 + 8.63 + 0$$

$$V_{alm} = 28.57 \text{ m}^3$$

$$V_{alm} \approx 29.00 \text{ m}^3$$

ANEXO 7 - MATRIZ DE CONSISTENCIA

"PROPUESTA DE CAPTACIÓN DE MANANTIAL PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR CARRIZALES - CHIMBOTE-2023"			
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
Pregunta General	Objetivo General	Hipótesis General	V. Independiente
¿Cómo se plantea la propuesta de captación de manantial para garantizar el abastecimiento de agua potable en el Sector Carrizales - Chimbote?	Diseñar la propuesta de captación de manantial para garantizar el abastecimiento de agua potable en el Sector Carrizales - Chimbote.	La propuesta de captación de manantial diseñada para el Sector Carrizales - Chimbote cumple con los criterios técnicos necesarios para garantizar el abastecimiento de agua potable.	Propuesta de Captación de Manantial.
Preguntas Específicas	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	V. Dependiente
<ul style="list-style-type: none"> • Las características hidráulicas y la calidad del agua del manantial son adecuadas para su aprovechamiento como fuente de abastecimiento en el Sector Carrizales - Chimbote? • ¿Cómo se compara el caudal aforado del manantial con el caudal demandado por la población del Sector Carrizales - Chimbote? • ¿De qué manera influyen las condiciones topográficas del terreno en la implementación del sistema de captación de manantial en el Sector Carrizales - Chimbote? • ¿El diseño del sistema hidráulico para la captación de manantial en el Sector Carrizales - Chimbote garantiza condiciones adecuadas de operación hidráulica? 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar las características hidráulicas y la calidad del agua del manantial para determinar su aptitud como fuente de abastecimiento en el Sector Carrizales - Chimbote. • Comparar el caudal aforado del manantial con el caudal demandado por la población del Sector Carrizales - Chimbote. • Analizar la influencia de las condiciones topográficas del terreno en la implementación del sistema de captación de manantial en el Sector Carrizales - Chimbote. • Verificar si el diseño del sistema hidráulico para la captación de manantial en el Sector Carrizales - Chimbote garantiza condiciones adecuadas de operación hidráulica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Las características hidráulicas y la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua del manantial cumplen con los criterios técnicos y normativos vigentes para su aprovechamiento como fuente de abastecimiento en el Sector Carrizales -Chimbote. • El caudal aforado del manantial es mayor o igual al caudal demandado por la población del Sector Carrizales - Chimbote. • Las condiciones topográficas del terreno favorecen la implementación del sistema de captación de manantial en el Sector Carrizales - Chimbote. • El diseño del sistema hidráulico para la captación de manantial en el Sector Carrizales - Chimbote garantiza condiciones adecuadas de operación hidráulica. 	Abastecimiento de agua potable

ANEXO 8 - MATRIZ DE OPERALIZACIÓN DE VARIABLE

TÍTULO	"PROPUESTA DE CAPTACIÓN DE MANANTIAL PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR CARRIZALES - CHIMBOTE-2023"					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	ESCALA DE MEDICION
INDEPENDIENTE						
Propuesta De Captación de Manantial	Una captación de manantial es una obra diseñada para recoger el agua que aflora naturalmente del subsuelo, protegerla frente a posibles fuentes de contaminación externa y conducirla de manera segura hacia el sistema de abastecimiento, garantizando así su calidad y disponibilidad para el consumo humano. (Meuli y Wehrle,2001)	Análisis de la calidad del agua, aforo del caudal disponible, estudio topográfico del terreno, el diseño hidráulico del sistema y la estimación de costos de implementación.	- Calidad del Agua	- pH - Turbidez - Color - Nitratos - Sulfatos - Coliformes Totales, etc	- Análisis fisicoquímico y microbiológico en laboratorio certificado.	- Escala de Razón
			- Caudales	- Caudal aforado	- Cronómetro - Recipiente - Softwares: Microsoft Excel	- Escala de Razón
				- Caudal demandado	- Software: Microsoft Excel	- Escala de Razón
			- Topografía	- Perfil topográfico	- Estación total, Gps, Software: Civil 3d	- Escala de Razón
			- Diseño hidráulico	- Diámetros de tuberías	- Software: Microsoft Excel	- Escala de Razón
				- Perfil hidráulico	- Softwares: Microsoft Excel, Autocad, Civil 3d	- Escala de Razón
- Costo	- Presupuesto de obra - Apu	- Softwares: Microsoft Excel, S10, Microsoft Project.	- Escala de Razón			

TÍTULO	"PROPUESTA DE CAPTACIÓN DE MANANTIAL PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR CARRIZALES - CHIMBOTE-2023"					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	ESCALA DE MEDICIÓN
DEPENDIENTE						
Abastecimiento de agua potable	Según la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el abastecimiento de agua potable es el conjunto de obras e infraestructura destinadas a captar, conducir, almacenar y distribuir agua a la población en cantidad suficiente, con calidad adecuada y presión necesaria para su consumo.	Evaluación del caudal disponible, la capacidad de almacenamiento, la cobertura del servicio y el nivel de acceso de la población al sistema de agua potable.	- Disponibilidad del recurso hídrico	- Caudal disponible en la captación	- Cronómetro - Recipiente	- Escala de Razón
			- Capacidad de almacenamiento y distribución del agua potable.	- Capacidad total de almacenamiento	- Planos técnicos - Fichas técnicas	- Escala de razón.
				- Ubicación de puntos de distribución	- Planos técnicos - Gps	- Escala de razón.
			- Accesibilidad al agua potable	- Número de hogares con acceso al agua potable - Cobertura del servicio	- Registros municipales	- Escala de Razón

ANEXO 9 - LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

PANEL FOTOGRÁFICO

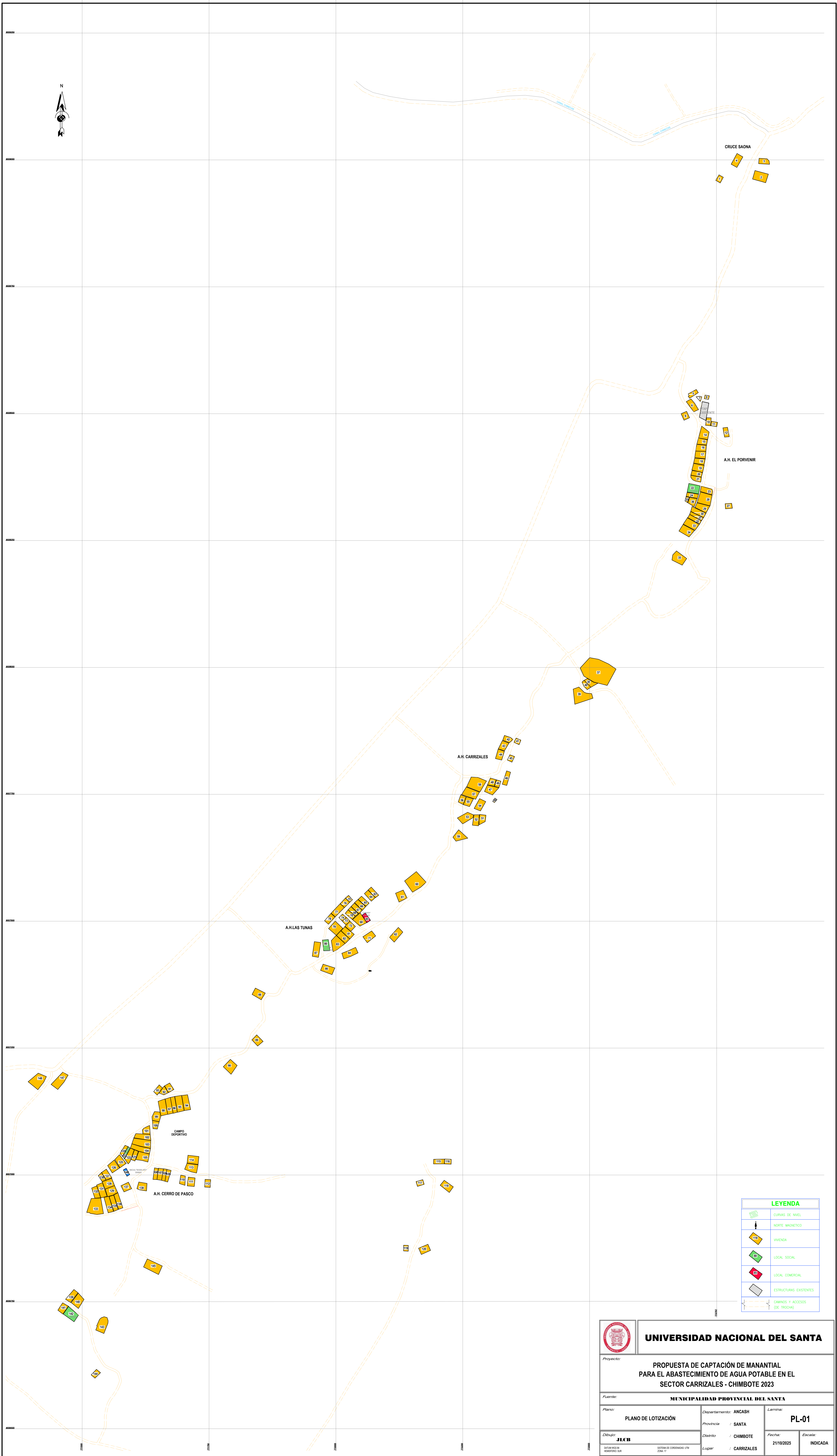


Fotografía N°01: Levantamiento topográfico realizado por profesional encargado



Fotografía N°02: Punto topográfico realizado por personal encargado

ANEXO 10 - PLANO DE LOTIZACIÓN

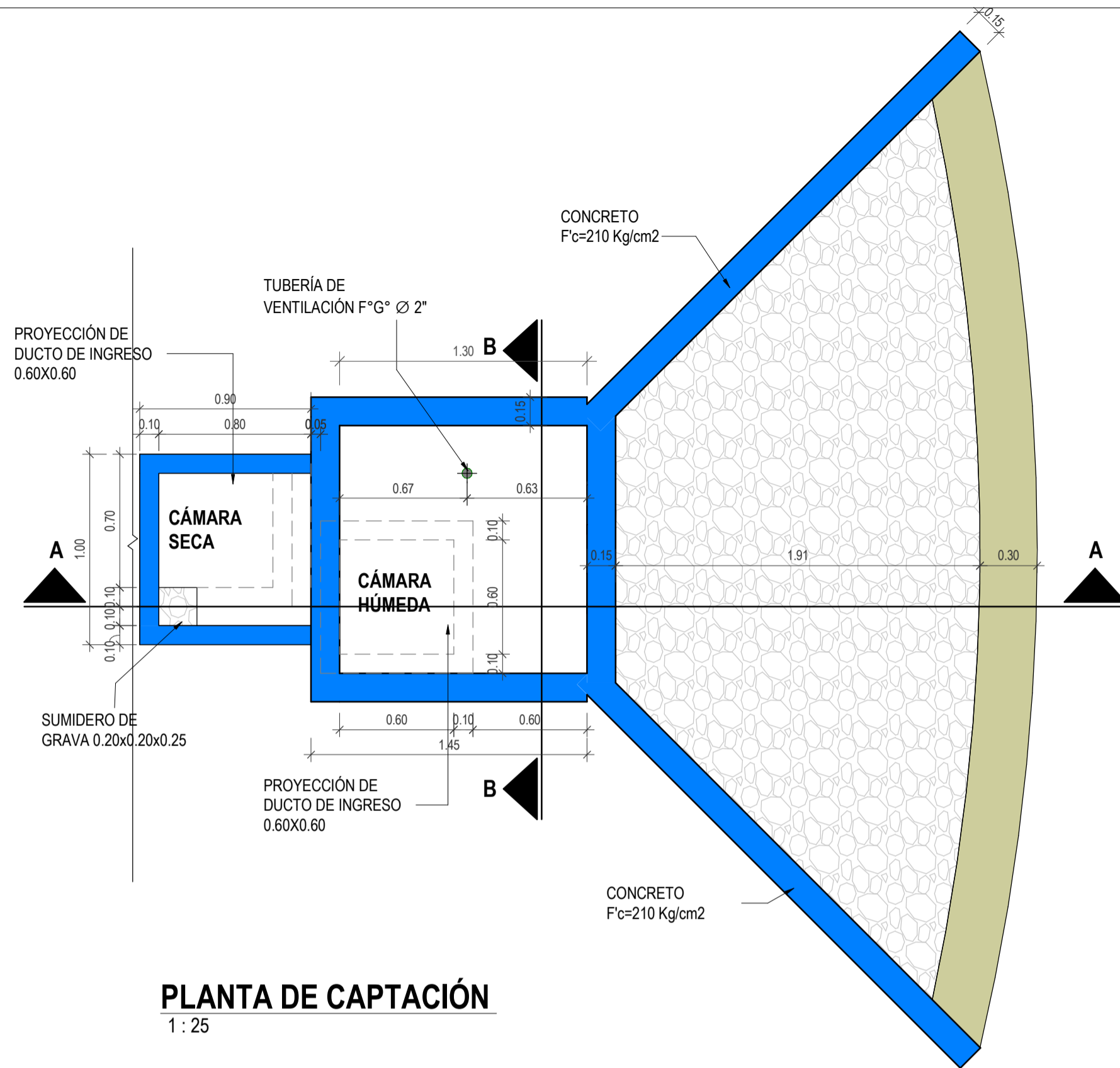


LEYENDA	
	CURVAS DE NIVEL
	NORTE MAGNETICO
	VIVIENDA
	LOCAL SOCIAL
	LOCAL COMERCIAL
	ESTRUCTURAS EXISTENTES
	CAMINOS Y ACCESOS (DE TROCHA)

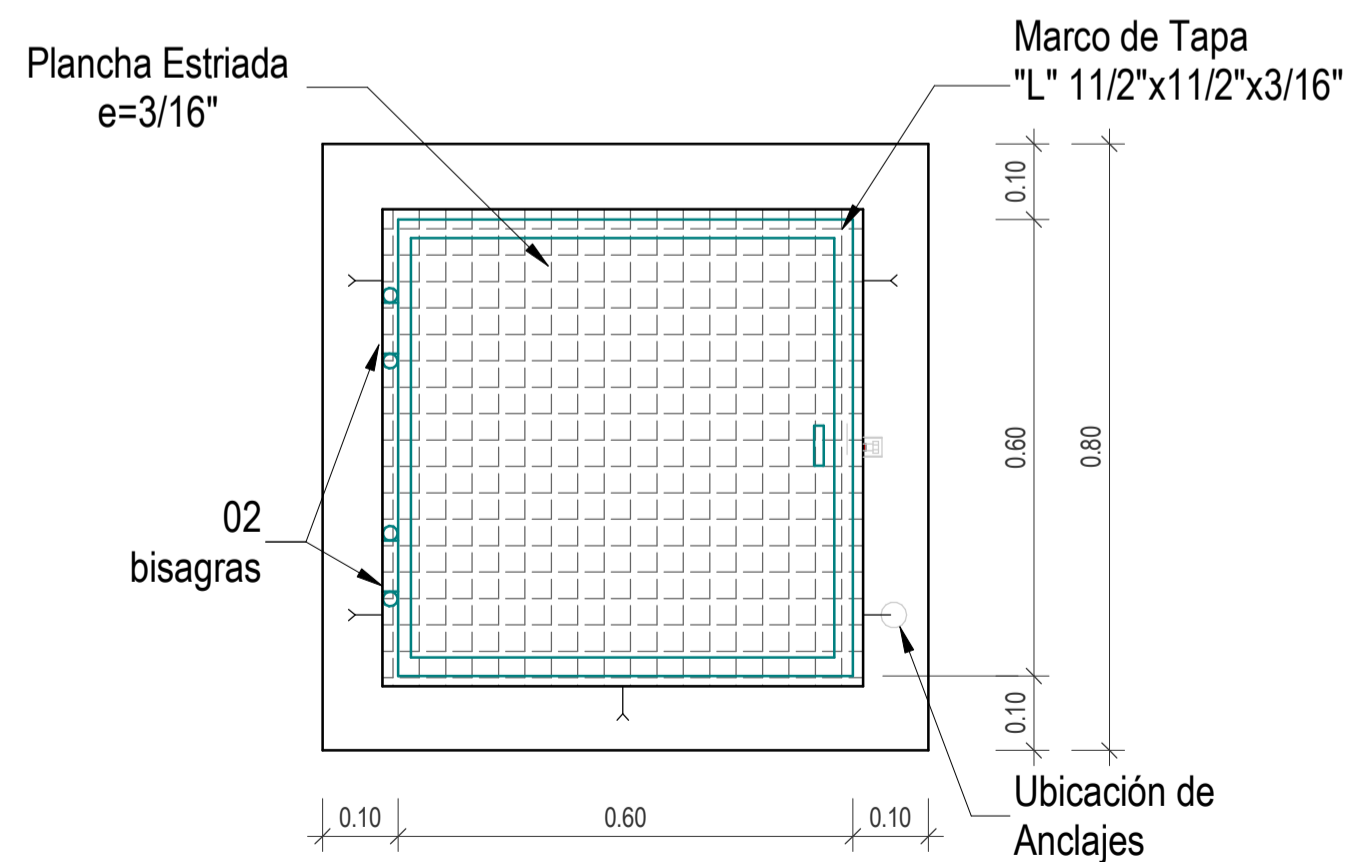
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA			
Proyecto: PROPUESTA DE CAPTACIÓN DE MANANTIAL PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR CARRIZALES - CHIMBOTE 2023			
Fuente: MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL SANTA			
Plano: PLANO DE LOTIZACIÓN		Departamento: ANCASH	Lamina: PL-01
Dibujó: JLCB		Provincia: SANTA	Fecha: 21/10/2025
Escalado: 1:1000		Districto: CHIMBOTE	Estado: INDICADA
SISTEMA DE COORDENADAS UTM ZONA 17 S		Logar: CARRIZALES	

ANEXO 11 - PLANO PERFIL **HIDRÁULICO**

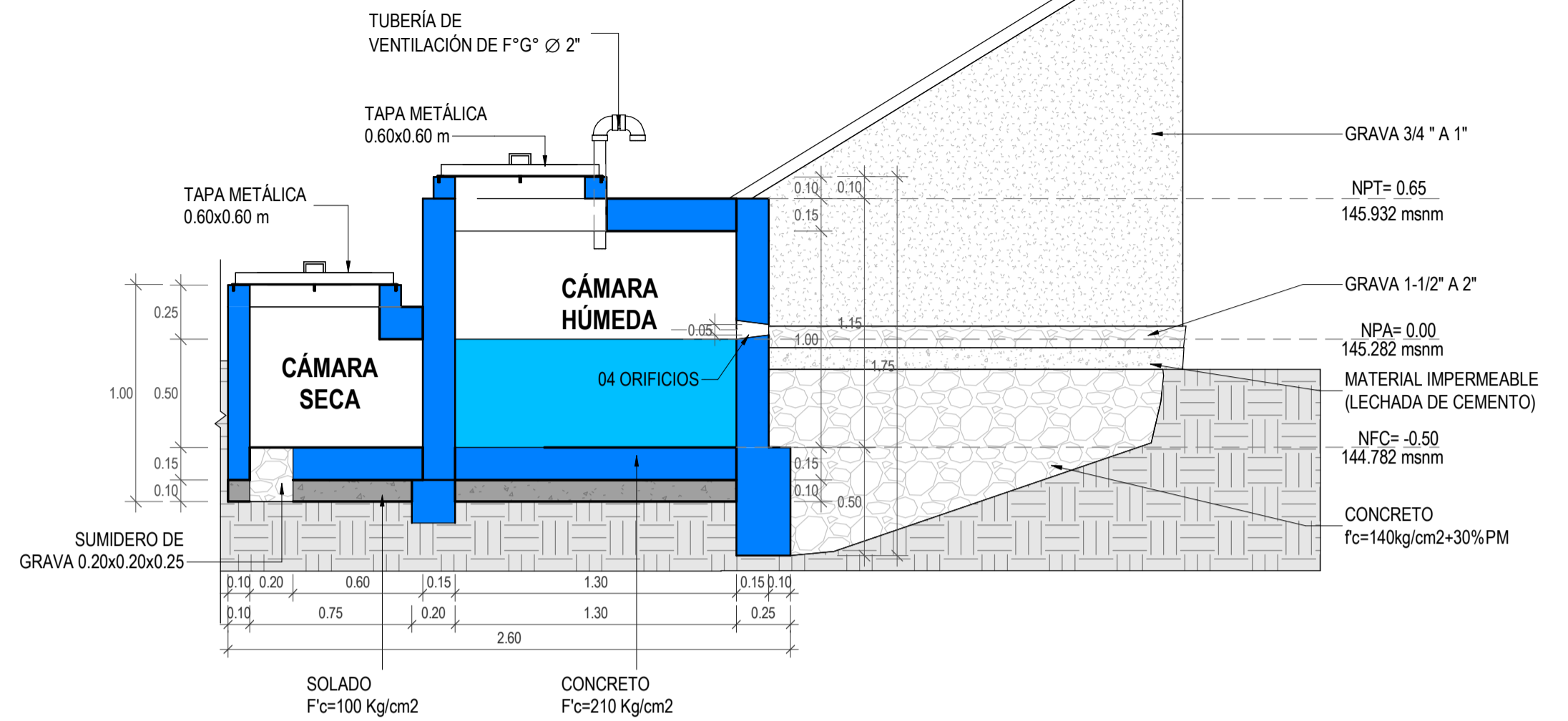
ANEXO 12 - PLANOS HIDRÁULICOS



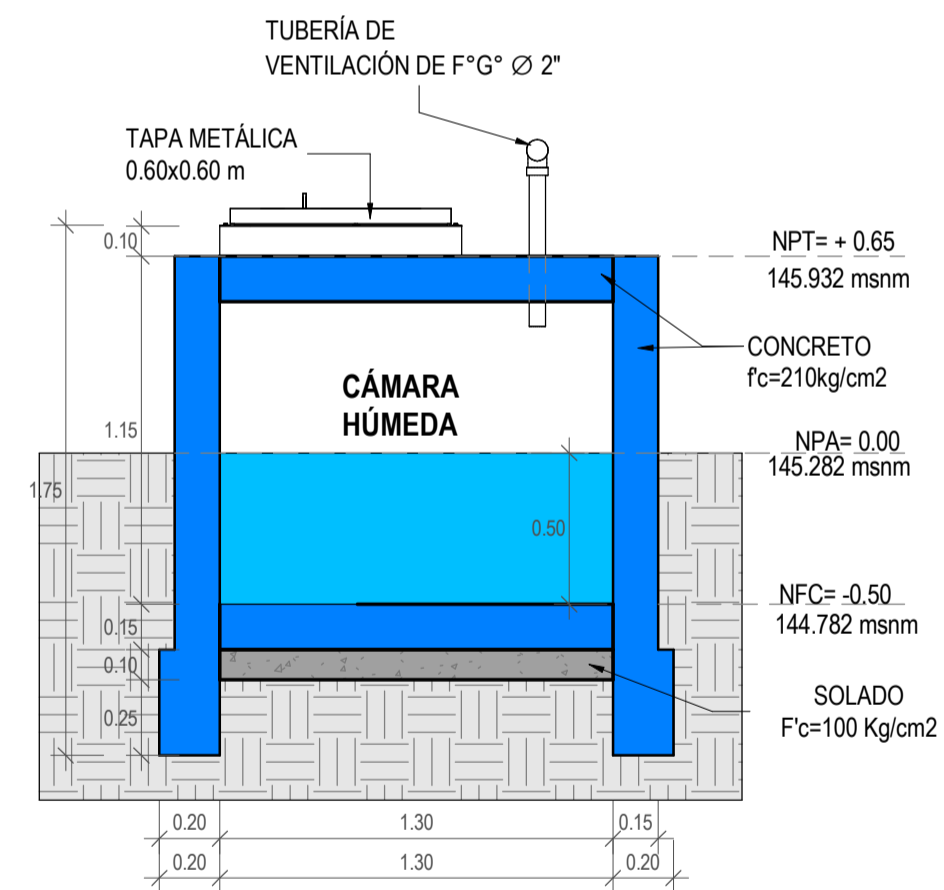
PLANTA DE CAPTACIÓN
1 : 25



PLANTA DE TAPA METÁLICA
1 : 10

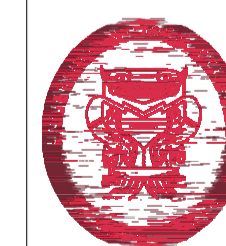


CORTE A-A
1 : 25



CORTE B-B
1 : 25

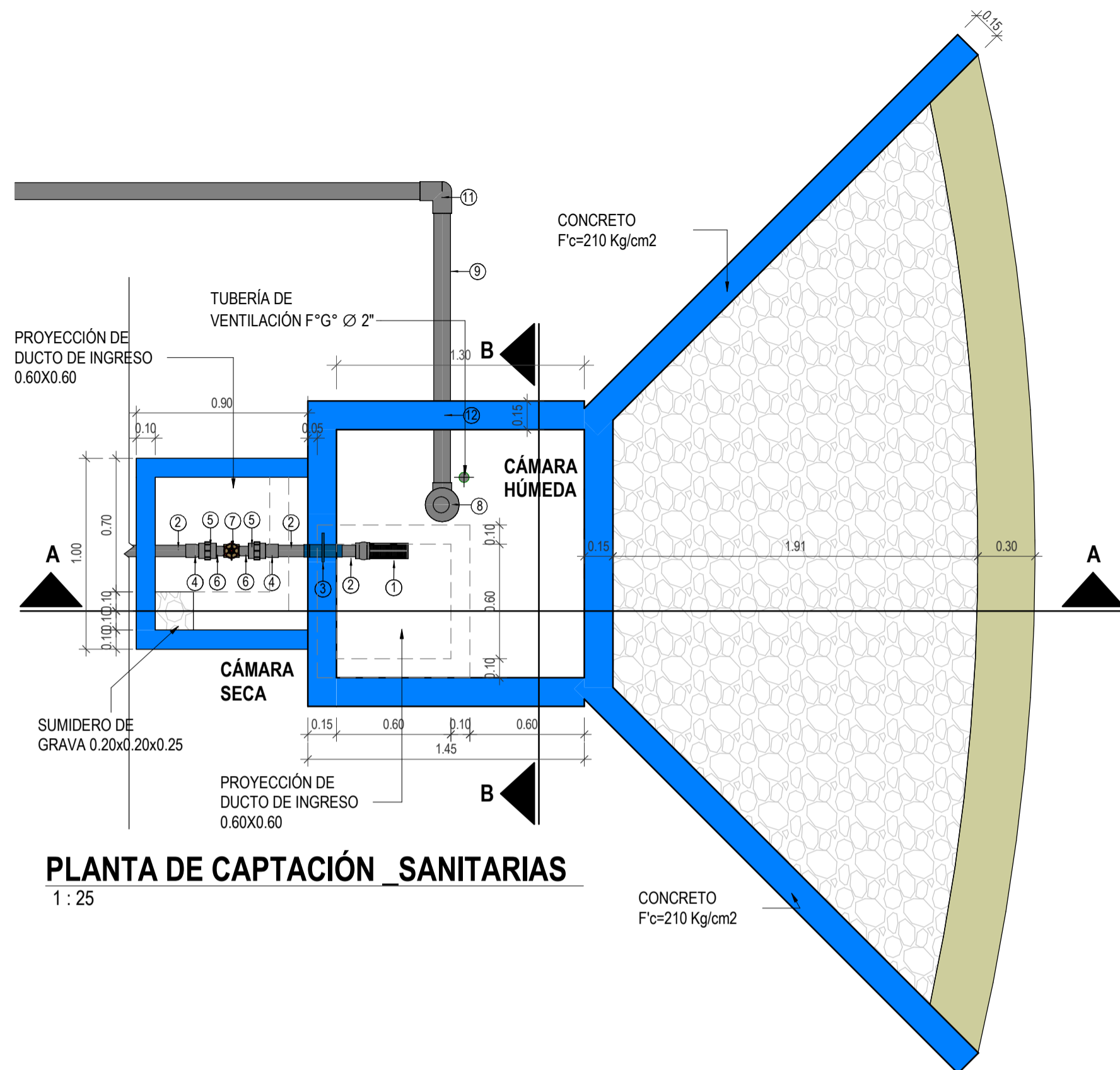
LELEYENDA DE NIVELES	
NPT	NIVEL DE PISO TERMINADO
NPA	NIVEL DE PUNTO DE AFLORAMIENTO
NFC	NIVEL DE FONDO DE CÁMARA



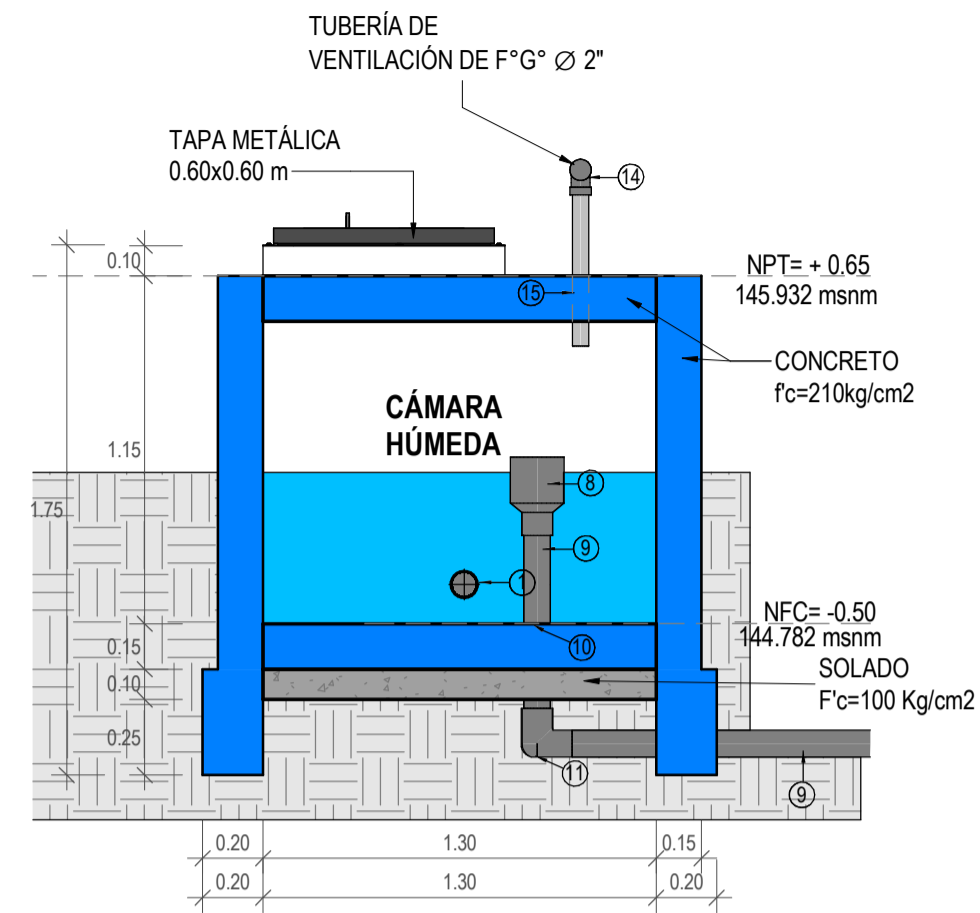
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

PROYECTO:
PROPUESTA DE CAPTACION DE MANTIAL PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
EN EL SECTOR CARRIZALES - CHIMBOTE 2023

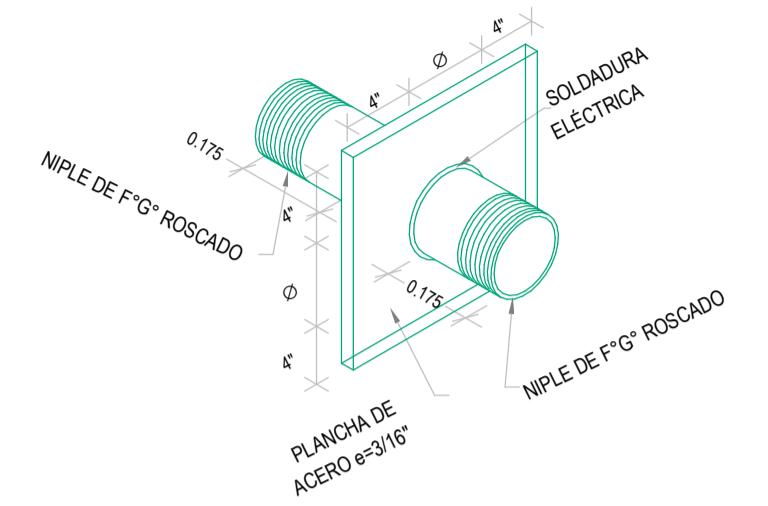
PLANO:	ESTRUCTURA DE COMPONENTES HIDRÁULICOS	DEPARTAMENTO:	ANCASH	LAMINA:	CP-01
REVISADO:	HBDJ	PROVINCIA:	SANTA	FECHA:	
DIBUJO:	DRRP	DISTRITO:	CHIMBOTE	ESCALA:	COMO SE INDICA
		LUGAR:	CARRIZALES		



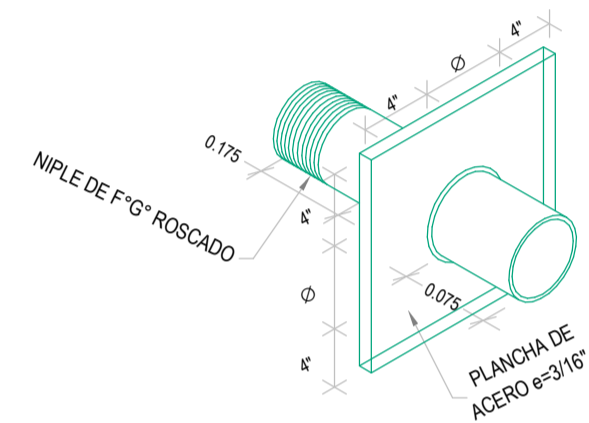
PLANTA DE CAPTACIÓN SANITARIAS
1 : 25



CORTE B-B SANITARIAS
1 : 25



DETALLE DE BRIDA ROMPE AGUA CONDUCCIÓN S/E



DETALLE DE BRIDA ROMPE AGUA REBOSE Y LIMPIEZA S/E

DIAMETRO DE ACCESORIOS SEGUN TUB. DE CONDUCCION

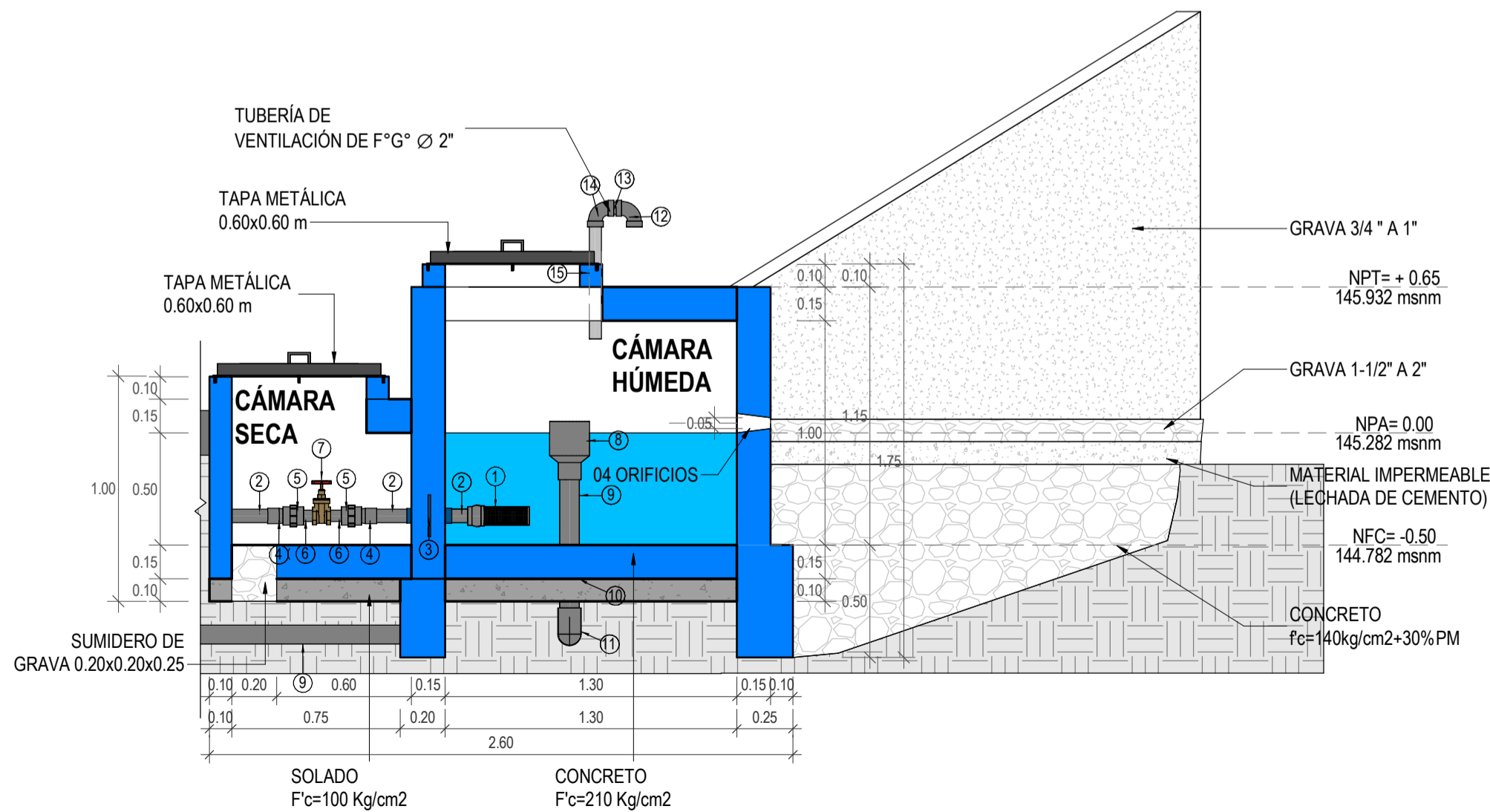
ITEM	TUB. DE COND.	VALVULA Y ACCESORIOS	CANASTILLA	TUB. DE LIMPIA Y ACCESORIO	CONO DE REBOSE
01	Ø2"	Ø2"	Ø4"	Ø3"	Ø6"x3"

CUADRO DE ACCESORIOS

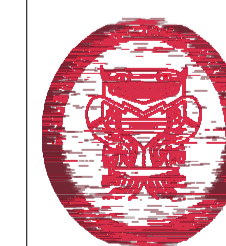
N°	DESCRIPCION	UNID.
TUB. SALIDA		
01	CANASTILLA DE PVC Ø4"	UND
02	TUBERIA PVC CLASE 10 DE Ø2"	ML
03	BRIDA ROMPE AGUA (ARENA GRUESA-PEGAM)	UND
04	ADAPTADOR UPR PVC Ø2"	UND
05	UNION UNIVERSAL CON ROSCA PVC Ø2"	UND
06	NIPLE CON ROSCA PVC Ø2"	ML
07	VÁLVULA COMPUERTA DE BRONCE Ø2"	ML
LIMPIA Y REBOSE		
08	CONO REBOSE PVC Ø6"	UND
09	TUBERIA PVC CLASE 10 DE Ø3"	ML
10	UNION SP PVC Ø3"	UND
11	CODO SP PVC Ø3" x 90°	UND
12	BRIDA ROMPE AGUA (ARENA GRUESA-PEGAM)	UND
VENTILACION		
13	NIPLE F'G° (L=0.20m) DE Ø2"	ML
14	CODO 90° F'G° Ø2" CON MALLA SOLDADA	UND
15	F'G° (L=0.40 m) DE Ø2"	ML

LELEYENDA DE NIVELES

NPT	NIVEL DE PISO TERMINADO
NPA	NIVEL DE PUNTO DE AFLORAMIENTO
NFC	NIVEL DE FONDO DE CÁMARA



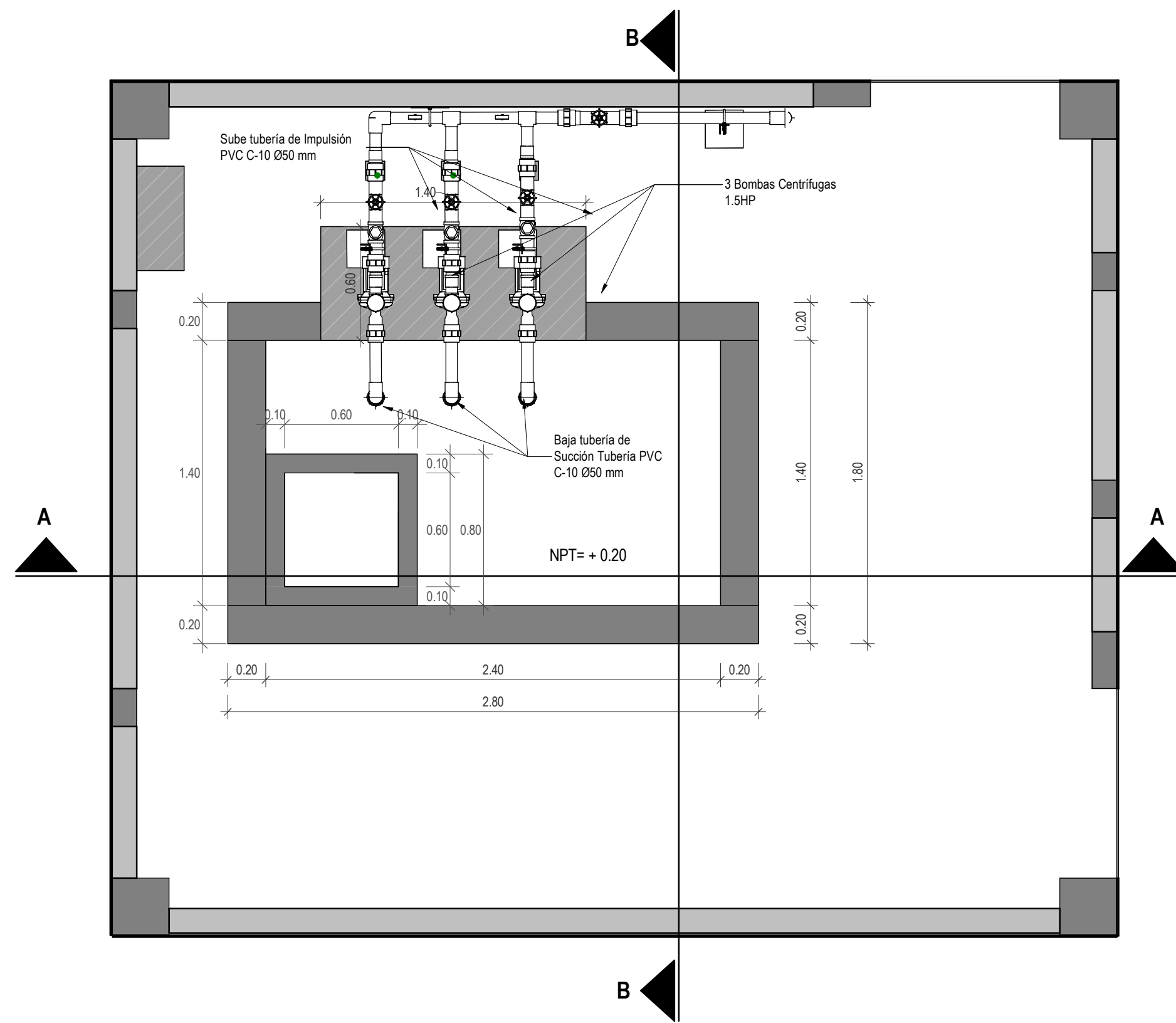
CORTE A-A SANITARIAS
1 : 25



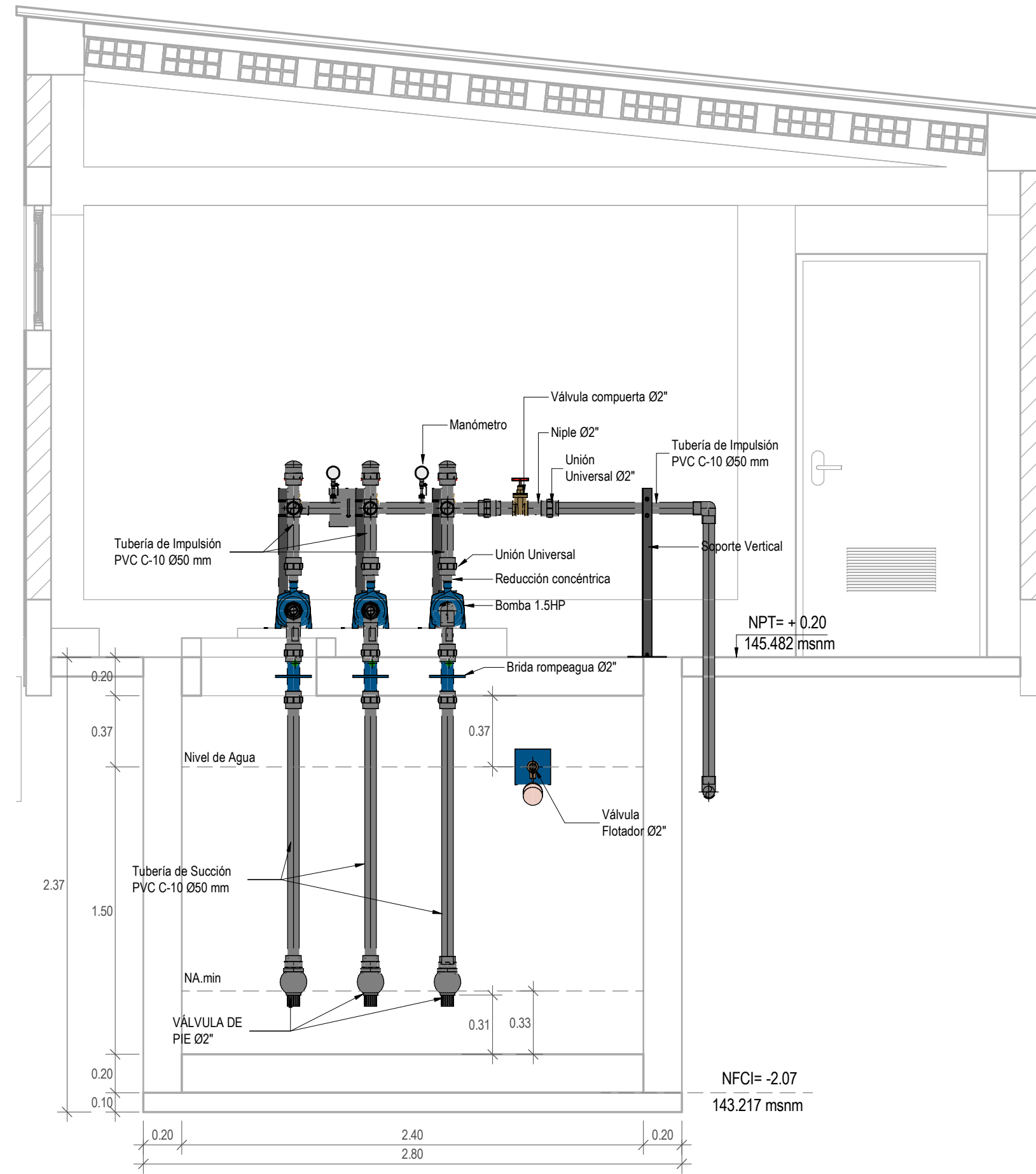
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

PROYECTO:
PROPUESTA DE CAPTACION DE MANTIAL PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR CARRIZALES - CHIMBOTE 2023

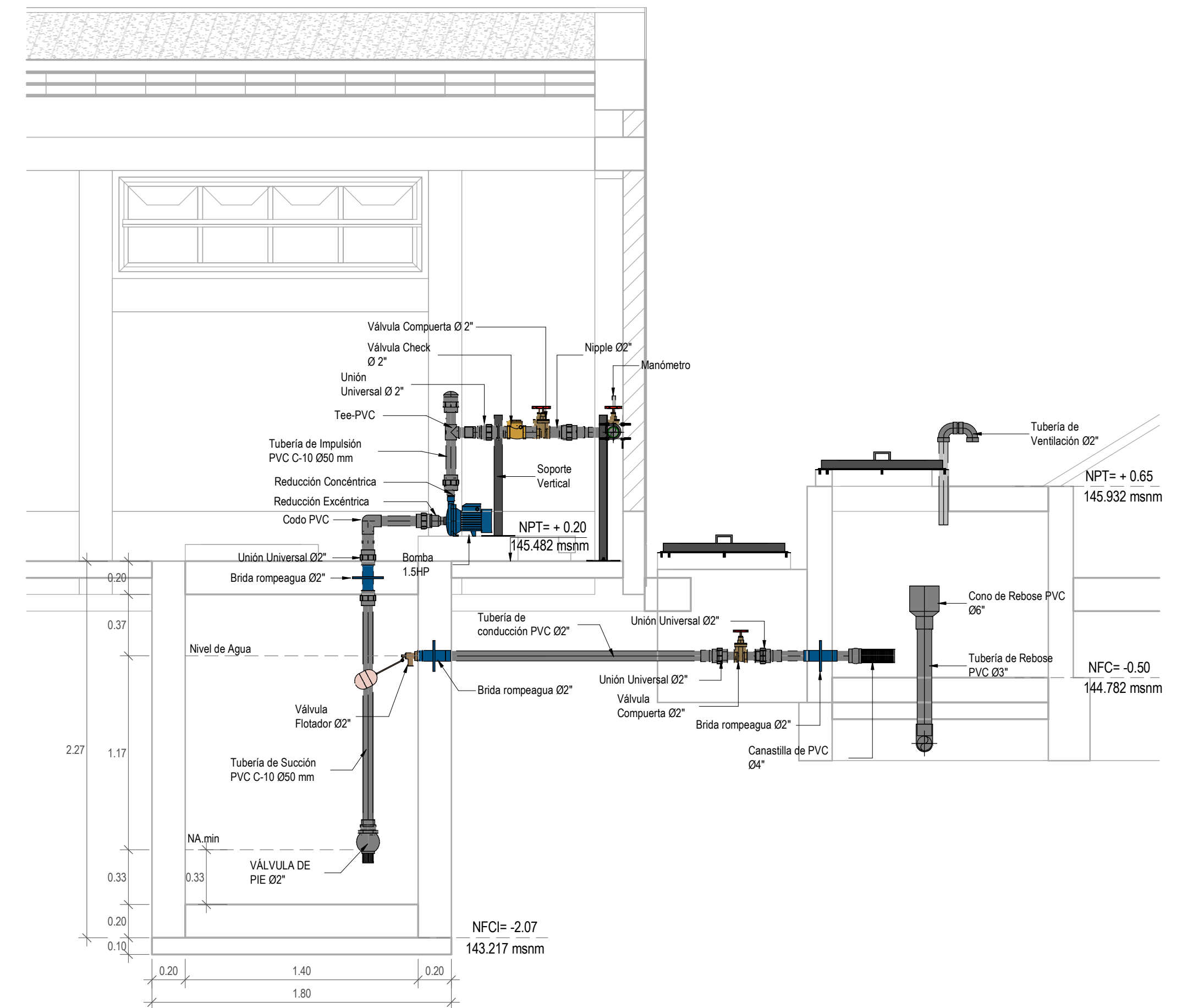
PLANO:	COMPONENTES HIDRÁULICOS	DEPARTAMENTO:	ANCASH	LAMINA:	CP-02
REVISADO:	HBDJ	PROVINCIA:	SANTA	FECHA:	11/03/26
DIBUJO:	DRRP	DISTRITO:	CHIMBOTE	ESCALA:	COMO SE INDICA
		LUGAR:	CARRIZALES		



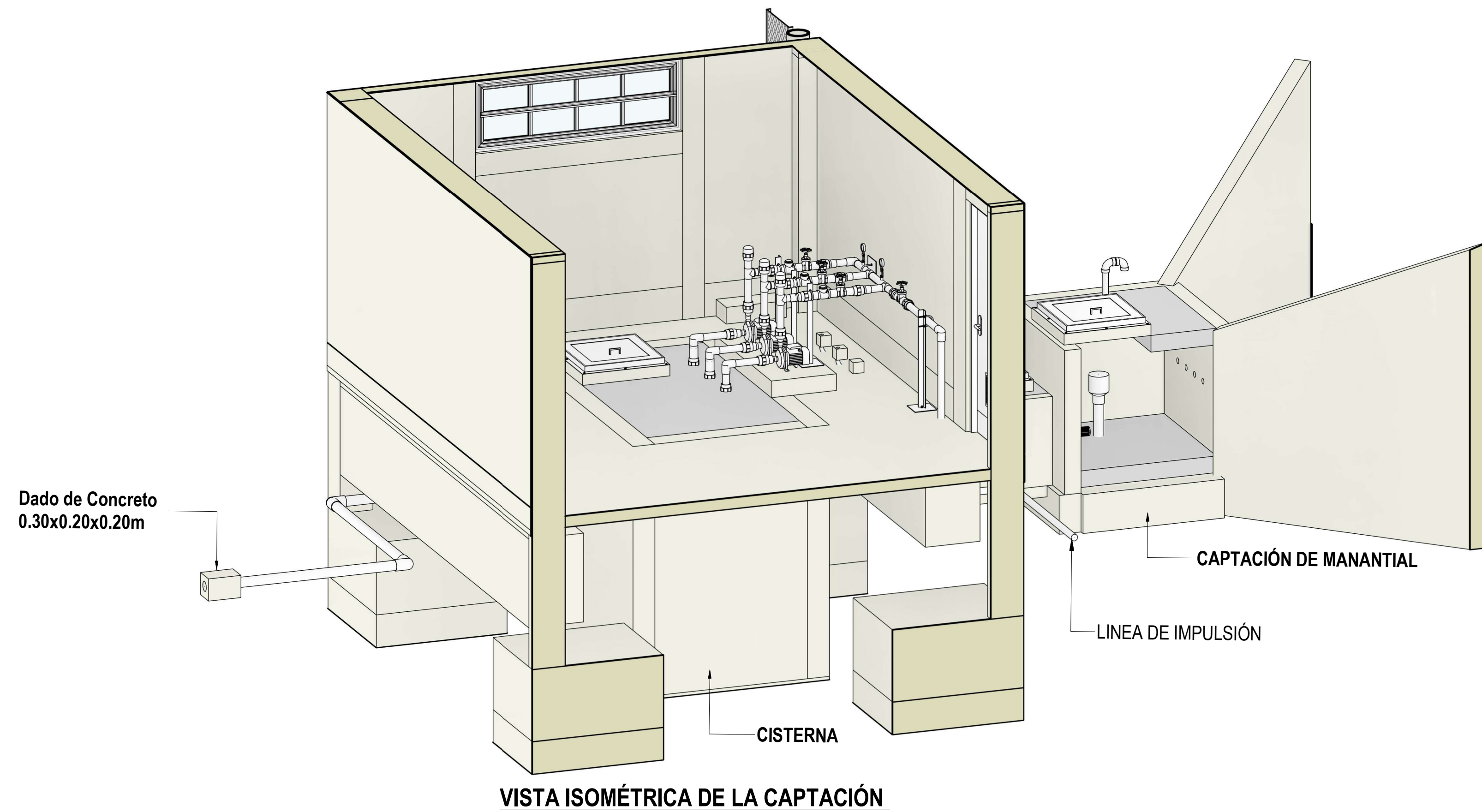
PLANTA ESTACIÓN DE BOMBEO
1:25



CORTE A-A
1:25



CORTE B-B
1:25



VISTA ISOMÉTRICA DE LA CAPTACIÓN

LELEYENDA DE NIVELES	
NPT	NIVEL DE PISO TERMINADO
NFC	NIVEL DE FONDO DE CÁMARA
NFCI	NIVEL DE FONDO DE CISTERNA

	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	
	PROYECTO: PROPUESTA DE CAPTACION DE MANTIAL PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR CARRIZALES - CHIMBOTE 2023	
PLANO: ESTACIÓN DE BOMBEO	DEPARTAMENTO: ANCASH PROVINCIA: SANTA	LAMINA: CP-03
DIBUJO: DRRP	DISTRITO: CHIMBOTE LUGAR: CARRIZALES	FECHA: 11/03/26 ESCALA: COMO SE INDICA
REVISADO: HBDJ		