



**“FACULTAD DE CIENCIAS E
INGENIERIA”**

**“PROGRAMA ACADÉMICO DE
INGENIERIA CIVIL”**

TESIS

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE Y
SANEAMIENTO DE LA LOCALIDAD DE BRETAÑA,
DISTRITO DE PUINAHUA, REQUENA, LORETO-2020”**

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR (es):

Br. Vela Sifuentes Alcides.

Br. Plaza Torres Luis Daniel.

ASESOR:

Ing. Keuson Saldaña Ferreyra, Mg.

San Juan Bautista – Loreto – Maynas – Perú

2020


.....
Ing. Keuson Saldaña Ferreyra
Ingeniero Civil
Reg. CIP N° 167191

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado para mis padres MIRZA AGUSTINA TORRES CHUMBE Y WILNER PLAZA PILCO que con su apoyo incondicional hicieron posible que yo culmine mis estudios con satisfacción; a mis hermanos, a mi hija que mi motor para seguir adelante, a mis familiares y a todas las personas que confiaron en mí.

LUIS PLAZA

A mi Madre TERESA SIFUENTES VDA DE VELA por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; a mis hermanos y a todas las personas que me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

ALCIDES VELA

AGRADECIMIENTO

Deseamos expresar nuestro agradecimiento sincero a las siguientes personas e instituciones:

A mi asesor: Ing. Keuson Saldaña Ferreyra, por su asesoramiento en el desarrollo del presente estudio.

A todos las personas que pertenecieron a la muestra por haber participado muy gustosamente en el proyecto.

A los miembros del jurado calificador por la dedicación prestada al revisar nuestro proyecto de investigación, su aporte y contribución a la finalización de presente estudio.

A los profesores de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, por sus sabias enseñanzas y por la entrega incondicional de su amistad y buen ejemplo.

A la Universidad Científica del Perú, por darnos la oportunidad de culminar nuestros estudios de Ingeniería Civil.

MUCHAS GRACIAS

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

La Tesis titulada:

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE LA LOCALIDAD DE BRETaña, DISTRITO DE PUINAHUA, REQUENA, LORETO- 2020”

De los alumnos: **VELA SIFUENTES ALCIDES Y PLAZA TORRES LUIS DANIEL**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **23% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 7 de setiembre del 2020.



Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética - UCP

Urkund Analysis Result

Analysed Document: UCP_ING.CIV_2020_T_AlcidesVela_LuisPlaza_V1.pdf (D78510147)
Submitted: 9/2/2020 7:23:00 PM
Submitted By: revision.antiplagio@ucp.edu.pe
Significance: 23 %

Sources included in the report:

Cubas Benavides & Cueva Alcalde.pdf (D47708467)
15762--Bendezu Pariona, Rafael Nazario.pdf (D52571881)
1.Memoria_tecnica_SAP_TRIGALES_Luis_Moncayo1.docx (D12741109)
<https://ecovidaconsultores.com/wp-content/uploads/2018/05/RM-192-2018-VIVIENDA-TECNOL%C3%93GICAS-PARA-SISTEMAS-DE-SANEAMIENTO-EN-EL-%C3%81MBITO-RURAL.pdf>

Instances where selected sources appear:

53

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N°348-2018-UCP-FCEI del 10 de julio de 2018, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- | | |
|---------------------------------------|------------|
| • Ing. Gonzalo Chalvín Marina Peña | Presidente |
| • Ing. Paul Enrique Macedo Quispe | Miembro |
| • Ing. Juan Jesús Ocaña Aponte, M.Sc. | Miembro |

Como Asesor: **Ing. Keuson Saldaña Ferreyra, Mg.**

En la ciudad de Iquitos, siendo las 09:30 horas del día 25 de septiembre del 2020, a través de la plataforma ZOOM supervisado en línea por la Secretaria Académica del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica del Perú, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE LA LOCALIDAD DE GRAN BRETAÑA, DISTRITO DE REQUENA, REQUENA, LORETO”**.

Presentado por los sustentantes:

**LUIS DANIEL PLAZA TORRES
Y
ALCIDES VELA SIFUENTES**

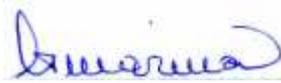
Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS**

El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADA POR MAYORÍA**

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.



Presidente



Miembro



Miembro

APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto público vía zoom, el día 25 de septiembre del 2020 a las 9:30 am.



Ing. Gonzalo Marina Chalvin

Presidente



Ing. Pool Macedo Quispe

Miembro del jurado



Ing. Juan Jesus Ocaña Aponte, Mg.

Miembro del jurado



Ing. Keuson Saldaña Ferreyra, Mg.

Asesor

Índice de contenido

CAPITULO I: MARCO TEÓRICO	13
1.1. Antecedentes de estudio.....	13
1.2. Bases teóricas	16
1.2.1. CRITERIOS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE AGUA	
1.2.1.1. PARA CONSUMO HUMANO	16
1.2.2. Componentes del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano	24
1.2.3. Disposición sanitaria de excretas.....	36
1.3. Definición de términos Básicos	47
Capítulo II: Planteamiento del problema.....	50
2.1. Descripción del problema.....	50
2.2. Formulación del problema.....	52
2.2.1. Problema general.....	52
2.2.2. Problemas específicos	53
2.3. Objetivos	53
2.3.1. Objetivo general	53
2.3.2. Objetivos específicos	53
2.4. Hipótesis	54
2.5. Variables	54
2.5.1. Identificación de las variables.....	54
2.5.2. Definición conceptual y operacional de las variables.	54
2.5.3. Operacionalización de las variables.	55
Capítulo III: Metodología	55
3.1. Tipo y diseño de investigación	55
3.1.1. Tipo de investigación	55

3.1.2.	Diseño de investigación	55
3.2.	Población y muestra	56
3.2.1.	Población	56
3.2.2.	Muestra	56
3.3.	Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos	56
3.3.1.	Técnica de Recolección de Datos.....	56
3.3.2.	Instrumentos de Recolección de Datos.....	56
3.4.	Procesamiento y análisis de datos.....	57
Capítulo IV.	Resultados.....	57
4.1.	Levantamiento topográfico.....	57
4.1.1.	Generalidades	57
4.1.2.	Objetivos	58
4.1.3.	Trabajos topográficos realizados.....	58
4.2.	Estudio de suelos.....	61
4.2.1.	Objetivo del estudio.....	61
4.2.2.	Geología regional del área de estudio	61
4.2.3.	Estudios realizados	63
4.2.4.	Investigación del campo.....	64
4.2.5.	Ensayos de laboratorio	65
4.2.6.	Perfil estratigráfico	66
4.2.7.	Nivel freático y filtraciones.....	67
4.2.8.	Análisis de cimentación.....	67
4.2.9.	análisis de la capacidad admisible de carga y asentamientos	67
4.2.10.	Calculo de la cohesión:	69
4.2.11.	Capacidad de Carga Neta Admisible	69

4.3.	Estudio del agua	69
4.3.1.	Generalidades.....	70
4.3.2.	Geografía	70
4.3.3.	Conceptos teóricos	71
4.3.4.	Características del agua	73
4.3.5.	resultados de los análisis del rio puhinahua zona de captación.	76
4.4.	Diseño del sistema de agua potable	87
4.4.1.	Generalidades.....	87
4.4.2.	Consideraciones previas de los cálculos hidráulicos ...	90
4.4.3.	Captación.....	94
4.4.4.	Laboratorio.....	97
4.4.5.	Vertedero triangular de ingreso de pared delgada	98
4.4.6.	Floculador Hidráulico de flujo horizontal – 6 lps	100
4.4.7.	Sedimentador convencional y flujo horizontal	101
4.4.8.	Cisterna – unidad de almacenamiento de 35 m3	102
4.4.9.	Caseta de dosificación	103
4.4.10.	Reservorio de 100 m3 de capacidad.....	104
4.4.11.	Sistema eléctrico exterior.....	104
4.4.12.	Redes de distribución de agua.....	104
4.4.13.	Cerco Perimétrico	105
4.5.	Unidades básicas de saneamiento (UBS).....	105
4.5.1.	Sistema proyectado de ubs y tratamiento de aguas residuales	105
	Capítulo V. Discusión, conclusiones y recomendaciones.....	106
5.1.	Discusiones.....	106
5.2.	Conclusiones	106

5.3. Recomendaciones	107
ANEXO 1	
ANEXO 2	
ANEXO 3	

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Balsa flotante	25
Figura 2. Modelo estático.....	29
Figura 3. Diagrama de fuerzas	29
Figura 4. Tasa con separador de orine	46
Figura 5. Urinario	47
Figura 6. Casa de Fuerza, Caseta de Bombeo y Sistema de Filtros	96
Figura 7. Laboratorio de planta de tratamiento	97

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Periodos de diseño de infraestructura sanitaria	17
Tabla 2 Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab.d)	18
Tabla 3. Dotación de agua para centros educativos	19
Tabla 4. Criterios de Estandarización de Componentes Hidráulicos	22
Tabla 5. Determinación del Qmd para diseño	23
Tabla 6. Determinación del Volumen de almacenamiento	24
Tabla 7. Especificaciones técnicas	30
Tabla 8. Selección del proceso de tratamiento del agua para consumo humano	30
Tabla 9. Criterios de diseño	31
Tabla 10. Especificación de la capa soporte de grava	34
Tabla 11. Especificaciones para la arena	35
Tabla 12. principales indicadores del distrito de Puinahua	52
Tabla 13. Operacionalización de variables	55
Tabla 14. técnicas e instrumentos de recolección de datos .	56
Tabla 15. BMs relativos asumidos	59

RESUMEN

El presente trabajo trata de un sistema de agua potable y saneamiento, donde se hizo un sondeo a la población viendo sus necesidades; el sistema de agua potable consta de lo siguiente: captación, conducción, planta de tratamiento cisterna. La tecnología que se planteó para el sistema de saneamiento consiste en una unidad de UBS que tiene los siguientes componentes: Un lavatorio, una taza especial que contiene dos orificios uno para la disposición de excretas y otro para la orine, también tiene, un urinario, ducha, lavatorio. La cantidad de personas beneficiarias es de 1 686, 373 viviendas, que les dará una mejor calidad de vida y que reducirá los índices de enfermedades diarreicas y gastrointestinales.

En el presente trabajo se hizo una serie de trabajos de campo, en primer lugar, se hizo la topografía, también hicimos las calicatas en zonas estratégicas para extraer las muestras de suelo, también se recolecto la muestra de la fuente de agua.

Con este proyecto se busca reducir las enfermedades diarreicas y gastrointestinales y así mejorar la calidad de vida de las personas y va enfocado a los niños que son los más vulnerables ante estas enfermedades y así estos niños sean el futuro de su pueblo, la región y el país.

PALABRAS CLAVE: Diseño, saneamiento rural, salud pública.

ABSTRACT

The present work deals with a system of drinking water and sanitation, where the population was surveyed seeing their needs; The constant drinking water system of the following: collection, conduction, cistern treatment plant. The technology that was proposed for the sanitation system consists of a unit of UBS that has the following components: A lavatory, a special cup that contains two holes, one for the disposal of excreta and the other for urine, it also has a urinal, shower, sink. The number of beneficiaries is 1 686, 373 homes, which will give them a better quality of life and that will reduce the rates of diarrheal and gastrointestinal diseases.

In the present work a series of field work was done, firstly, the topography was made, we also made the calicatas in strategic areas to extract the soil samples, the sample is also collected from the water source.

This project seeks to reduce diarrheal and gastrointestinal diseases and thus improve the quality of life of people and focus on children who are the most vulnerable to these diseases and thus these children are the future of their people, the region and the country.

KEY WORDS: Design, rural sanitation, public health.

CAPITULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes de estudio

En la Declaración del Milenio de las Naciones Unidas del año 2000 y en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, Johannesburgo, 2002, se establecen los compromisos contraídos por los gobiernos para reducir a la mitad para el año 2015 el porcentaje de personas que no tiene un acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento y de lograr una mejora significativa en las condiciones de vida de por lo menos 100 millones de habitantes de barrios de tugurios para el año 2020 **(Apaza, 2015, Pág. 04)**.

Se estima que para el 2015, el 60% de la población del mundo vivirá en zonas urbanas y el 90% del aumento demográfico tendrá lugar en las zonas urbanas y gran parte de ese aumento se dará en los asentamientos ilegales y tugurios **(ONU, 2012)**.

Se ha estimado que el déficit en infraestructura, en función de alcanzar al año 2030 una cobertura casi universal, y las demás metas en cobertura de tratamiento, incremento de servicios de drenaje pluvial, optimización de la capacidad de fuentes y demás estructuras para soportar las demandas, institucionalización de servicios en las zonas urbano-marginales, más la renovación y rehabilitación de las infraestructuras actuales, supone una inversión con equivalentes al 0,31% del PIB global actual de la región calculado a precios del 2010 erogaciones efectivas del orden de los US\$ 12,500 millones anuales **(Apaza, 2015, Pág. 04)**.

En el sector de agua potable y saneamiento del Perú, se han logrado importantes avances en las últimas dos décadas del siglo XX y primera del siglo XXI, como el aumento del acceso de agua potable del 30% al

62% ocurrido entre los años 1980 al 2004 y el incremento del acceso de saneamiento del 9% al 30% entre los años 1985 al 2004 en las áreas rurales **(Apaza, 2015, Pág. 04).**

Respecto a la cobertura del servicio de agua potable, para el año 2013, el mayor porcentaje corresponde al departamento de Lima y Callao (89%), seguido de Tacna (88%) y Moquegua (80%), mientras que los departamentos con menor cobertura son Loreto (37%), Ucayali (30%) y Huancavelica (30%) **(Contraloría General de la Republica, 2012, Pág. 12)**

Para el año 2008, en la zona urbana y periurbana de Iquitos, se ha ejecutado el proyecto “ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable de la ciudad de Iquitos”, mediante la construcción, suministro y montaje del equipamiento, pruebas y puesta en operación de la Nueva Planta Hidráulica de Tratamiento de Agua Potable con capacidad de 700 l/s; instalación de 53.5 km de tuberías para redes de distribución de agua, de DN 90 a 450 mm; Instalación de 10.30 km de Líneas de Impulsión de DN 250 a 800 mm, para los Reservorios Elevados; Construcción de seis (06) Reservorios Elevados con volumen total de 11000 m³; construcción y rehabilitación de plantas de bombeo; ejecución del sistema principal de alimentación de energía eléctrica en 10 kv, que a la fecha tiene serias deficiencias y no está en funcionamiento cuya inversión fue superior a los 100 millones de soles.

(<http://www.odebrecht.com.pe/negocios/infraestructura/obras-realizadas/saneamiento/ampliacion-agua-potable-iquitos>, 2008).

La localidad de Bretaña, tiene como principal actividad la agricultura, pecuaria y el comercio, siendo la más resaltante la pecuaria; los habitantes de esta localidad han venido asentándose en sectores ya definidos, que con el transcurso del tiempo han venido aumentando el número de habitantes en cada una de estas familias, a consecuencia de

este fenómeno, también trajo muchas necesidades de servicios básicos como el agua y saneamiento (agua potable y desagüe), luz eléctrica, educación entre otros, que aún sigue mostrando serias deficiencias.

Uno de los principales factores de morbilidad y mortalidad en la localidad de Breña es la nula cobertura del servicio de saneamiento y disposición de las aguas servidas y excretas. La falta de una rápida y adecuada evacuación de las aguas residuales provenientes de las viviendas hace que sus características séptica e infecciosa y de fácil descomposición produzcan efectos dañinos a la salud de los pobladores **(PDC, 2015-2018)**.

El gobierno local preocupado por las principales causas de morbilidad y mortalidad que se presentan permanentemente en la localidad de Breña, por los altos índices de enfermedades endémicas como la malaria, meningitis, dengue y gastrointestinales como secuela de la ingesta de agua no tratada y de las inadecuadas condiciones de disposición final de excretas como principal foco del vector transmisor **(PDC, 2015-2018)**.

La comunidad de Breña, en la actualidad no cuenta con los servicios de agua potable como tampoco con el servicio de disposición de las aguas servidas. Debiendo señalar, que durante el año 2006, a través de una Organización No Gubernamental (ONG), se construyó un tanque elevado para abastecer a través de piletas públicas, cuyos componentes se encuentran actualmente deteriorados y en mal estado por problemas técnicos (inconcluso y problemas en la fuente de abastecimiento) y que nunca entraron en funcionamiento. Asimismo se señala, que desde el punto de vista hidráulico no se puede aprovechar dicho tanque elevado, por su poca capacidad de almacenamiento (volumen aprox. 18 m³) y su escasa altura (aproximadamente 12 m.). Por otro lado, no se implementaron el sistema de captación y el sistema de tratamiento de agua **(PDC, 2015-2018)**.

1.2. Bases teóricas

Según la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural (2018) nos menciona lo siguiente:

1.2.1. CRITERIOS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE AGUA

1.2.1.1. PARA CONSUMO HUMANO

1.2.1.1.1. Parámetros de diseño

a. Período de diseño:

(Ministerio de Vivienda, 2018) El período de diseño se determina considerando los siguientes factores:

Vida útil de las estructuras y equipos.

Vulnerabilidad de la infraestructura sanitaria

Crecimiento poblacional.

Economía de escala

(Ministerio de Vivienda, 2018) Como año cero del proyecto se considera la fecha de inicio de la recolección de información e inicio del proyecto, los períodos de diseño máximos para los sistemas de saneamiento deben ser los siguientes:

Tabla 1. Periodos de diseño de infraestructura sanitaria

ESTRUCTURA	PERIODO DE DISEÑO
✓ 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

Fuente: MVCS

b. Población de diseño

(Ministerio de Vivienda, 2018) Para estimar la población futura o de diseño, se debe aplicar el método aritmético, según la siguiente formula:

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

Donde:

P_i : Población inicial (habitantes)

P_d : Población futura o de diseño (habitantes)

r : Tasa de crecimiento anual (%)

t : Período de diseño (años)

Es importante indicar:

✓ La tasa de crecimiento anual debe corresponder a los períodos intercensales, de la localidad específica. (Ministerio de Vivienda, 2018)

✓ En caso de no existir, se debe adoptar la tasa de otra población con características similares, o en su defecto, la tasa de crecimiento distrital rural. (Ministerio de Vivienda, 2018)

✓ En caso, la tasa de crecimiento anual presente un valor negativo, se debe adoptar una población de diseño, similar a la actual ($r = 0$), caso contrario, se debe solicitar opinión al INEI. (Ministerio de Vivienda, 2018)

Para fines de estimación de la proyección poblacional, es necesario que se consideren todos los datos censales del INEI; además, de contar con un padrón de usuarios de la localidad. Este documento debe estar debidamente legalizado, para su validez. (Ministerio de Vivienda, 2018)

c. Dotación

(Ministerio de Vivienda, 2018) La dotación es la cantidad de agua que satisface las necesidades diarias de consumo de cada integrante de una vivienda, su selección depende del tipo de opción tecnológica para la disposición sanitaria de excretas sea seleccionada y aprobada bajo los criterios establecidos en el capítulo IV de la Norma citada, las dotaciones de agua según la opción tecnológica para la disposición sanitaria de excretas y la región en la cual se implemente son:

Tabla 2 Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab.d)

REGIÓN	DOTACIÓN SEGÚN TIPO DE OPCION 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

Fuente: MVCS

(Ministerio de Vivienda, 2018) Para el caso de piletas públicas se asume 30 l/hab.d. Para las instituciones educativas en zona rural debe emplearse la siguiente dotación:

Tabla 3. 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

Fuente: MVCS

Dotación de agua para viviendas con fuente de agua de origen pluvial

Se asume una dotación de 30 l/hab.d. Esta dotación se destina en prioridad para el consumo de agua de bebida y preparación de alimentos, sin embargo, también se debe incluir un área de aseo personal y en todos los casos la opción tecnológica para la disposición sanitaria de excretas debe ser del tipo seco. (Ministerio de Vivienda, 2018)

d. Variaciones de consumo

d.1. (Ministerio de Vivienda, 2018) Consumo máximo diario (Q_{md}) Se debe considerar un valor de 1,3 del consumo promedio diario anual, Q_p de este modo:

$$Q_p = \frac{D \times P}{86400}$$

$$Q_{md} = 1,3 \times Q_p$$

Donde:

Q_p : Caudal promedio diario anual en l/s

Q_{md} : Caudal máximo diario en l/s

Dot: Dotación en l/hab.d

P_d : Población de diseño en habitantes (hab)

d.2. Consumo máximo horario (Q_{mh})

Se debe considerar un valor de 2,0 del consumo promedio diario anual, Q_p de este modo:

$$Q_p = \frac{Dot \times P}{d}$$

$d = 365$

$$Q_{mh} = 2 \times Q_p$$

Donde:

Q_p : Caudal promedio diario anual en l/s

Q_{mh} : Caudal máximo horario en l/s

Dot : Dotación en l/hab.d

P_d : Población de diseño en habitantes (hab)

1.2.1.1.2. Tipo de fuentes de abastecimiento de agua

a. Criterios para la determinación de la fuente

(Ministerio de Vivienda, 2018) La fuente de abastecimiento se debe seleccionar de acuerdo a los siguientes criterios:

Calidad de agua para consumo humano.

Caudal de diseño según la dotación requerida.

Menor costo de implementación del proyecto.

Libre disponibilidad de la fuente.

b. Rendimiento de la fuente

(Ministerio de Vivienda, 2018) Todo proyecto debe considerar evaluar el rendimiento de la fuente, verificando que la cantidad de agua que suministre la fuente sea mayor o igual al caudal máximo diario.

(Ministerio de Vivienda, 2018) En caso contrario, debe buscarse otras fuentes complementarias de agua.

c. Necesidad de estaciones de bombeo

En función de la ubicación del punto de captación y la localidad, los sistemas pueden requerir de una estación de bombeo, a fin de impulsar el agua hasta un reservorio o Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP). Debe procurarse obviar este tipo de infraestructura, debido al incremento del costo de operación y mantenimiento del sistema, salvo sea la única solución se puede incluir en el planteamiento técnico. (Ministerio de Vivienda, 2018)

d. Calidad de la fuente de abastecimiento

Para verificar la necesidad de una PTAP, debe tomarse muestras de agua de la fuente y analizarlas, la eficiencia de tratamiento del agua de la PTAP para hacerla de consumo humano debe cumplir lo establecido en el Reglamento de la calidad del agua para el consumo humano (DIGESA-MINSA) y sus modificatorias. (Ministerio de Vivienda, 2018)

(Ministerio de Vivienda, 2018) Asimismo, debe tenerse en cuenta la clasificación de los cuerpos de agua, según los estándares de calidad ambiental (ECA-AGUA), toda vez que definen si un cuerpo de agua puede ser utilizado para consumo humano, según la fuente de donde proceda. El

Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM y sus normas modificatorias o complementarias por el que se aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, define:

Tipo A1: aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección (fuente subterránea o pluvial).

Tipo A2: aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional (fuente superficial).

1.2.1.1.3. Estandarización de Diseños Hidráulicos

Los diseños de los componentes hidráulicos para los sistemas de saneamiento se deben diseñar con un criterio de estandarización, lo que permite que exista un único diseño para similares condiciones técnicas. Los criterios de estandarización se detallan a continuación. (Ministerio de Vivienda, 2018)

Tabla 4. Criterios de Estandarización de Componentes Hidráulicos

ITEM	COMPONENTE HIDRÁULICO	CRITERIO PRINCIPAL	CRITERIOS SECUNDARIOS	DESCRIPCIÓN
1	Barraje Fijo sin Canal de Derivación	Q_{md} (l/s) = (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) o (> 1,00 - 1,50)	Población final y dotación	Para un caudal máximo diario " Q_{md} " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " Q_{md} " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
2	Barraje Fijo con Canal de Derivación			
3	Balsa Flotante			
4	Caisson			
5	Manantial de Ladera			
6	Manantial de Fondo			
7	Galería Filtrante			
8	Pozo Tubular	Q_{md} (l/s) = (menor a 1,00) o (>1,00 - 2,00) o (> 3,00 - 4,00)	Población final y dotación	Para un caudal máximo diario " Q_{md} " menor o igual a 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s, para un " Q_{md} " mayor a 1,00 l/s y hasta 2,00 l/s, se diseña con 2,00 l/s y así sucesivamente.
9	Línea de Conducción		X	
9.1	Cámara de Reunión de Caudales		X	Estructuras de concreto que permiten la adecuada distribución o reunión de los flujos de agua
9.2	Cámara de Distribución de Caudales		X	
9.3	CRP para Conducción	Q_{md} (l/s) = (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) o (> 1,00 - 1,50)		
9.4	Tubo Rompe Carga		X	
9.5	Válvula de Aire		X	
9.6	Válvula de Purga		X	
9.7	Pase Aéreo		X	
10	PTAP Integral	Dependiendo de la calidad del agua de la fuente		Diseñada con todos sus componentes, los que se desarrollan a continuación
10.1	Desarenador	Q_{md} (l/s) = (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) o (> 1,00 - 1,50)	Población final y dotación	Para un caudal máximo diario " Q_{md} " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " Q_{md} " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
10.2	Sedimentador			
10.3	Sistema de Aireación			
10.4	Prefiltro			
10.5	Filtro Lento de Arena	Q_{md} (l/s) = (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) o (> 1,00 - 1,50)	Población final y dotación	Para un caudal máximo diario " Q_{md} " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " Q_{md} " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
10.6	Lecho de Secado	1,50 l/s		
10.7	Cerco Perimétrico de PTAP		X	
11	Estaciones de Bombeo	Q_{md} (l/s) = (menor a 1,00) o (>1,00 - 2,00) o (> 3,00 - 4,00)	Población final y dotación	
12	Línea de Impulsión			

13	Cistema de 5, 10 y 20 m ³	Voist (m ³) = (menor a 5) o (>5 - 10) o (>10 - 20)	Población final y dotación	Para un volumen calculado menor o igual a 5 m ³ , se selecciona una estructura de almacenamiento de 5 m ³ , para un volumen mayor a 5 m ³ y hasta 10 m ³ , se selecciona una estructura de almacenamiento de 10 m ³ y así sucesivamente. Para los volúmenes no considerados, debe tenerse en cuenta lo siguiente: i) debe diseñarse estructuras con un volumen múltiplo de 5, ii) debe considerarse los diseños propuestos como referencia para nuevas estructuras
	Cerco Perimétrico Cistema		X	
13	Reservorio Apoyado de 5, 10, 15, 20 y 40 m ³	Vres (m ³) = (menor a 5) o (>5 - 10) o (>10 - 15) o (>15 - 20) o (>35 - 40)	Población final y dotación	Típicos para modelos pequeños y de pared curva para un reservorio de gran tamaño
14	Reservorio Elevado de 10 y 15 m ³	Vres (m ³) = (>5 - 10) o (>10 - 15)	Población final y dotación	
14.1	Caseta de Válvulas de Reservorio			Sistema de desinfección para todos los reservorios
14.2	Sistema de Desinfección			Para la protección y seguridad de la infraestructura
14.3	Cerco Perimétrico para Reservorio			Para un caudal máximo diario "Q _{md} " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un "Q _{md} " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
15	Línea de Aducción			
16	Red de Distribución y Conexión Domiciliaria			
16.1	CRP para Redes	Q _{md} (l/s) = (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) o (> 1,00 - 1,50)		Para un caudal máximo diario "Q _{md} " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un "Q _{md} " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
16.2	Válvula de Control		X	
16.3	Conexión Domiciliaria		X	
17	Lavaderos	Depende si se implementa en vivienda, institución pública o institución educativa inicial y primaria		Para distintos tipos de conexión domiciliaria
18	Piletas Públicas	Cota de ubicación de los componentes		Solamente en el caso de que las viviendas más altas ya no sean alcanzadas por el diseño de la red
19	Captación de Agua de Lluvia		Falta de fuente	Se realiza la captación de agua de lluvia por ser la única solución posible ante la falta de fuente

Fuente: MVCS

(Ministerio de Vivienda, 2018) Para que el proyectista utilice adecuadamente los componentes desarrollados para expediente técnico acerca de los componentes hidráulicos de abastecimiento de agua para consumo humano, deben seguir los siguientes pasos:

- ✓ Realizar el cálculo del caudal máximo diario (Q_{md})
- ✓ Determinar el Q_{md} de diseño según el Q_{md} real

Tabla 5. Determinación del Q_{md} para diseño

RANGO	Q _{md} (REAL)	SE DISEÑA CON:
1	< de 0,50 l/s	0,50 l/s
2	0,50 l/s hasta 1,0 l/s	1,0 l/s
3	> de 1,0 l/s	1,5 l/s

Fuente: MVCS

✓ (Ministerio de Vivienda, 2018) En la Tabla de dotación de agua, se menciona cuáles son los componentes hidráulicos diseñados en base al criterio del redondeo del Q_{md}

✓ (Ministerio de Vivienda, 2018) Para el caso de depósitos de almacenamiento de agua como cisternas y reservorios se tiene el siguiente criterio:

Tabla 6. Determinación del Volumen de almacenamiento

RANGO	V _{alm} (REAL)	SE UTILIZA:
1 – Reservorio	≤ 5 m ³	5 m ³
2 – Reservorio	> 5 m ³ hasta ≤ 10 m ³	10 m ³
3 – Reservorio	> 10 m ³ hasta ≤ 15 m ³	15 m ³
4 – Reservorio	> 15 m ³ hasta ≤ 20 m ³	20 m ³
5 – Reservorio	> 20 m ³ hasta ≤ 40 m ³	40 m ³
1 – Cisterna	≤ 5 m ³	5 m ³
2 – Cisterna	> 5 m ³ hasta ≤ 10 m ³	10 m ³
3 – Cisterna	> 10 m ³ hasta ≤ 20 m ³	20 m ³

Fuente: MVCS

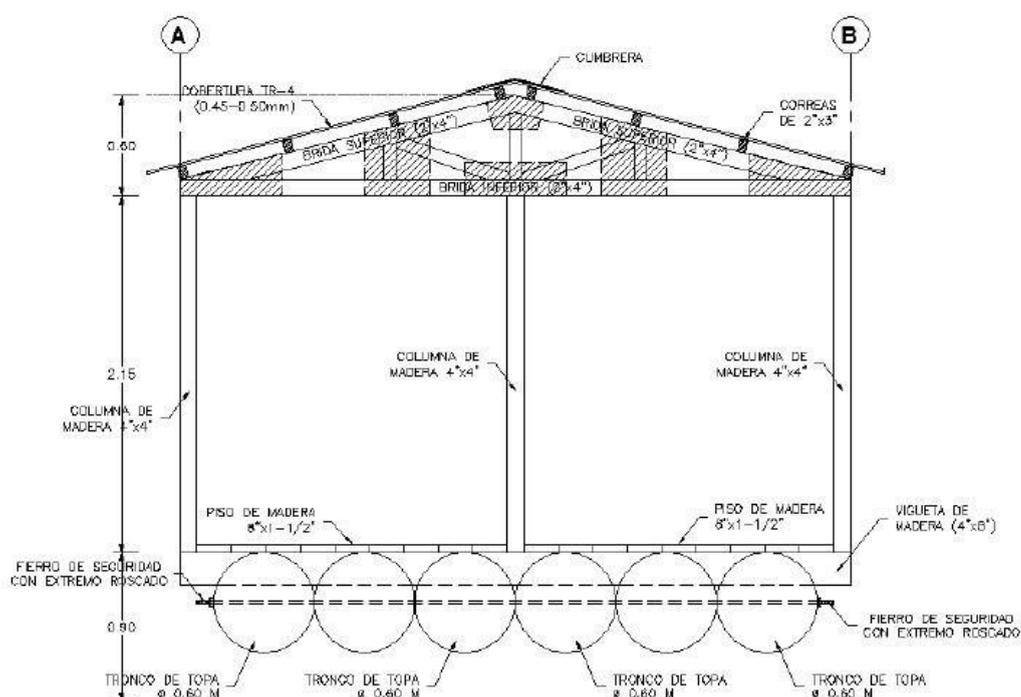
(Ministerio de Vivienda, 2018) De resultar un volumen de almacenamiento fuera del rango, el proyectista debe realizar el cálculo de este para un volumen múltiplo de 5 siguiendo el mismo criterio de la Tabla de determinación de volumen.

1.2.2. Componentes del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano

1.2.2.1. Balsa flotante

(Ministerio de Vivienda, 2018) Es una estructura que permite instalar sobre ella, el equipo de bombeo a utilizar ya sea en lagos o ríos.

Figura 1. Balsa flotante



1.2.2.1.1. Componentes Principales

(Ministerio de Vivienda, 2018) Los elementos que componen son:

✓ Flotadores, el diseño es en función del material disponible en la zona; puede usarse madera, barriles metálicos de diversos tamaños y formas y otros materiales. Los flotadores y la balsa pueden ir clavados o atados con sogas o alambres, durables a la podredumbre o corrosión.

✓ Balsa, se diseña conforme a las características de las instalaciones y los requerimientos de espacio mínimo para la operación y mantenimiento. Las cargas que actúan sobre la balsa deben estar uniformemente distribuidas, de manera que se asegure la mayor estabilidad.

✓ Elementos de fijación, deben disponer de lastre y templadores.

El lastre es el anclaje de la balsa en el fondo del río. Puede ser de metal, concreto u otro material disponible en la zona. El peso del anclaje debe ser tal que impida el arrastre de la balsa en el sentido de la

corriente, y su ubicación en el fondo debe cumplir que la proyección con el punto de amarre en la balsa forme un ángulo de 45° con el nivel del agua. La cuerda que une el lastre con la balsa permitirá la variación de niveles sin afectar la estabilidad de la balsa ni causar daños en la tubería flexible.

Los templadores son los elementos que fijan la ubicación de la balsa desde la orilla. Deben ser cables de acero trenzado de un diámetro de 3/8" mínimo. Se puede aceptar otro material que además de durable pueda soportar los esfuerzos de tracción que se derivan del peso de la balsa y la velocidad de la corriente. Los templadores deben contar con dispositivos que permitan soportar la variación del nivel de la fuente. Deben garantizar durabilidad y resistencia, así como facilitar su manipulación para la operación y mantenimiento. Los anclajes son los elementos fijos en la superficie de la orilla que permiten sujetar la balsa mediante los templadores.

✓ Equipo de bombeo, ubicado sobre la balsa o en la orilla, se debe dimensionar para impulsar el caudal de diseño a niveles adecuados para su utilización. Para el caso del bombeo desde la orilla de la fuente, la altura de succión (H_a) no debe ser superior a 7m.

✓ Tuberías de succión e impulsión, deben ser tuberías flexibles para uso de agua para consumo humano, el diámetro y longitud dependen del caudal de bombeo y de las características del sistema.

En la succión se recomienda una velocidad entre 1,2-1,8 m/s. La canastilla de succión debe estar como mínimo a 0,30 – 0,50 m por debajo del nivel de flotación de la balsa para garantizar la mejor calidad. Se debe colocar en la succión una tubería rígida capaz de soportar la fuerza del agua, con una válvula de pie en su parte inferior, que permita el flujo del agua captada y evite el cebado de la bomba.

Para la impulsión se debe utilizar una manguera flexible con refuerzo interior metálico.

Cálculo de la Balsa Flotante

L : largo de la balsa (m)

A : ancho de la balsa (m)

H : altura de los troncos (m)

γ : peso específico del agua (1 000 kg/m³)

g : aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

γ : peso específico del material (kg/m³)

V : volumen de la balsa flotante (m³)

P_b: peso de la base de la balsa (kg)

P_s: peso de parte superior aproximado (kg/m²)

C_v: carga viva (kg/m²)

Pe : peso conjunto de dos (02) electrobombas

Cálculo de la profundidad de inmersión

Debe calcularse el peso total que va a flotar sobre la balsa flotante

$$W = W$$

$$h = \frac{W_{total}}{\rho \times A \times L}$$

Cálculo de la fuerza de flotación

V_d : volumen desplazado

$$V = h \cdot A \cdot L$$

F_b : fuerza de flotabilidad

$$F_b = V \cdot \gamma$$

Las fuerzas F_b y F_g deben igualarse

Cálculo del Cable de Anclaje de la Balsa de Madera

$$F = \frac{Y \cdot A \cdot v^2}{2g}$$

Donde:

Y : densidad del agua (1 000 kg/m³)

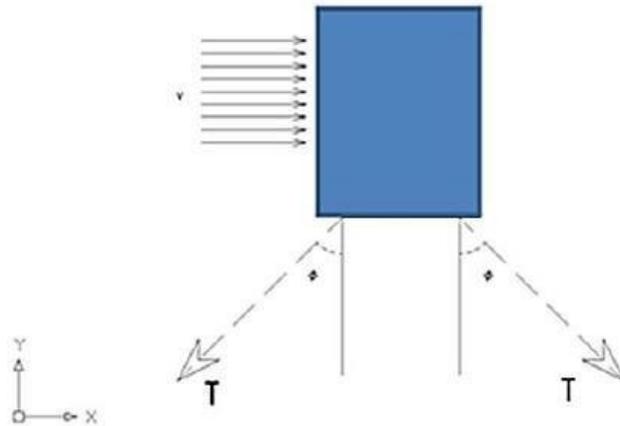
v : velocidad del rio (m/seg)

A : área perpendicular a la corriente del rio (m²)

g : aceleración de la gravedad (9.81m/seg²)

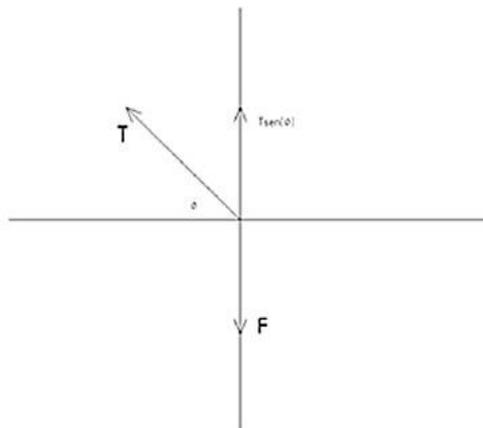
Si se considera la velocidad del rio perpendicular a uno de los lados de la balsa, y la tensión con un ángulo de inclinación igual a Φ, se obtiene el siguiente modelo estático:

Figura 2. Modelo estático



La simplificación matemática, considera la tensión se produce únicamente en un cable mientras que el otro se encontrara distendido.

Figura 3. Diagrama de fuerzas



$$T \sin \phi = F \rightarrow T = \frac{F}{\sin \phi}$$

(Ministerio de Vivienda, 2018) Nos indica que se considera un ángulo de inclinación de los cables de 45° , se obtiene la tensión (T) El esfuerzo de fluencia en el acero es de 4200 kg/cm^2 , y tomado un factor de seguridad igual a 3 ($FS = 3$) se calcula el área de acero necesaria para resistir esa tensión:

Tabla 7. Especificaciones técnicas

N° Varilla	Diámetro Nominal en mm	Diámetro Nominal in	Perímetro mm	Área cm ²	Peso kg/m	Varilla 12m por tonelada
2	6.4	1/4 "	20.10	0.32	0.251	-
2.5	7.9	5/16 "	24.80	0.49	0.384	217
3	9.5	3/8 "	29.80	0.71	0.557	150
4	12.7	1/2 "	39.90	1.27	0.996	84
5	15.9	5/8 "	50.00	1.99	1.560	53
6	19.1	3/4"	60.00	2.87	2.250	37
8	25.4	1"	79.80	5.07	3.975	21

Fuente: MVCS

1.2.2.2. Planta de tratamiento de agua potable (PTAP)

(Ministerio de Vivienda, 2018) Las unidades de la PTAP que deben diseñarse deben ser seleccionadas de acuerdo con las características del cuerpo de agua de donde se captará el agua cruda, tal como indica la tabla siguiente:

Tabla 8. Selección del proceso de tratamiento del agua para consumo humano

ALTERNATIVAS	LÍMITES DE CALIDAD DEL AGUA CRUDA	
	80% DEL TIEMPO	ESPORÁDICAMENTE
Filtro lento (F.L.) solamente	$T_0 \leq 20$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 100$ UT
F.L.+ prefiltro de grava (P.G.)	$T_0 \leq 60$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 150$ UT
F.L.+ P.G.+ sedimentador (S)	$T_0 \leq 200$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 500$ UT
F.L.+ P.G.+ S+ presedimentador	$T_0 \leq 200$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 1000$ UT

Fuente: MVCS

T_0 : turbiedad del agua cruda presente el 80% del tiempo.

C_0 : color del agua cruda presente el 80% del tiempo

$T_{0\text{Max}}$: turbiedad máxima del agua cruda, considerando que este valor se presenta por lapsos cortos de minutos u horas en alguna eventualidad climática o natural.

Cualquiera de las 04 alternativas señaladas anteriormente puede ser complementada por un desarenador si esta contiene arenas.

Adicionalmente, y en forma obligatoria, se deberá incluir Cerco Perimétrico y Lechos de secado de lodos.

1.2.2.2.1. Unidades de tratamiento

1.2.2.2.1.1. Desarenador

Cuya función es la de separar del agua captada las arenas y partículas gruesas en suspensión, para evitar que se deposite en la tubería de conducción y así evitar la sobrecarga de arena en los procesos posteriores de tratamiento. El desarenado normalmente remueve partículas en suspensión gruesa y arena, con tamaños superiores a 0,2 mm. (Ministerio de Vivienda, 2018)

1.2.2.2.1.2. Sedimentador

Se debe incluir este componente cuando se compruebe que, mediante una prueba de sedimentación natural, se llega a remover la turbiedad por sólidos suspendidos y cuyo efluente resulte con alrededor de 50 UNT. Un sedimentador puede remueve partículas en suspensión gruesa y arena, inferiores a 0,2 mm y superiores a 0,05 mm. En la tabla siguiente se muestra los parámetros de diseños para un sedimentador. (Ministerio de Vivienda, 2018)

Tabla 9. Criterios de diseño

Nº	PARÁMETROS	UNIDADES	VALORES OBTENIDOS	ÓPTIMOS
1	Tasa de sedimentación (qs)	m ³ /m ² .d	2,79 a 7,30	2 -10
2	Periodo de retención (To)	horas	7,76 a 3,30	3 a 6
3	Tasa de recolección agua sedimentada (qr)	l/s.m	0,15 a 0,45	1,3 a 3,0

Fuente: MVCS

(Ministerio de Vivienda, 2018) En todos los casos los diseños propuestos deben cumplir con las relaciones de largo/ancho de la zona de sedimentación $3 < L/B < 6$ y con la relación de largo/alto de la zona de sedimentación $5 < L/H < 20$.

1.2.2.2.1.3. Aireación

(Ministerio de Vivienda, 2018) Proceso mediante el cual el agua es puesta en contacto íntimo con el aire, con el propósito de:

- Transferir oxígeno al agua para aumentar el OD
- Disminuir la concentración de CO₂
- Disminuir la concentración de H₂S
- Remover gases como metano, cloro y amoníaco
- Oxidar hierro y manganeso
- Remover compuestos orgánicos volátiles
- Remover sustancias volátiles productoras de olores y sabores.

1.2.2.2.1.3.1. Criterios para su instalación

✓ Componente que debe ser incluido cuando no exista la posibilidad de usar otra fuente que no sea aguas subterráneas y la calidad del agua presente Hierro (Fe) y Manganeso (Mn) hasta 1,5 mg/l de Fe+Mn, podrá ser tratada. (Ministerio de Vivienda, 2018)

✓ (Ministerio de Vivienda, 2018) En caso excepcional se ha considerado la siguiente configuración:

PTAP con aireador + sedimentador + filtro lento.

✓ Si la concentración de Hierro (Fe) y Manganeso (Mn) fuera superior a 1,5 mg/l de Fe+Mn, la fuente deberá descartarse.

✓ Tanto para las aguas superficiales como subterráneas, se debe verificar que una vez potabilizadas cumplan con los Límites Máximos Permisibles establecidos por el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano aprobados por el Decreto Supremo N° 031-2010-SA y la normatividad vigente.

1.2.2.2.1.4. Prefiltro de grava

(Ministerio de Vivienda, 2018) Es utilizado para disminuir la carga de material en suspensión antes de la filtración lenta en arena.

(Ministerio de Vivienda, 2018) Los prefiltros como unidades independientes pueden asumir dos funciones:

✓ Como proceso de remoción exclusivamente físico para atenuar altas turbiedades. En este caso operan con velocidades altas y carreras cortas.

✓ Como proceso físico y biológico, como único tratamiento para aguas relativamente claras. En este caso la unidad opera con velocidades bajas y carreras largas.

1.2.2.2.1.4.1. Criterios de diseño

✓ (Ministerio de Vivienda, 2018) Se pueden tratar turbiedades medias de 100 a 400 UNT con límites máximos de 500 a 600 UNT.

✓ (Ministerio de Vivienda, 2018) En todos los casos la altura de la grava es de 50 cm.

✓ (Ministerio de Vivienda, 2018) La graduación del tamaño de la grava en cada cámara es la siguiente:

Cámara 1, grava de 3,0 a 4,0 cm

Cámara 2, grava de 1,5 a 3,0 cm

Cámara 3, grava de 1,0 a 1,5

✓ (Ministerio de Vivienda, 2018) Cuando el objetivo de la unidad es actuar como proceso de remoción de turbiedad antes de un filtro lento, las velocidades de diseño de las cámaras varían entre 1,00 y 0,60 m/h.

✓ (Ministerio de Vivienda, 2018) Cuando el objetivo es físico y biológico las velocidades deben variar entre 0,80 y 0,10 m/h.

1.2.2.2.1.5. Filtro lento de arena

La filtración lenta en arena es el tipo tratamiento del agua más antiguo y eficiente utilizado por la humanidad, además de ser muy fácil de operar y mantener. Simula el proceso de purificación del agua que se da en la naturaleza, al atravesar el agua de lluvia las capas de la corteza terrestre, hasta encontrar los acuíferos o ríos subterráneos. (Ministerio de Vivienda, 2018)

1.2.2.2.1.5.1. Criterios de diseño

✓ Los criterios de diseño respecto a la calidad de agua cruda se pueden observar en la tabla N° 03.18. La unidad de filtración lenta consta principalmente de un medio filtrante dispuesto sobre un lecho de soporte, el cual a su vez se sitúa sobre un drenaje que está compuesto por dos capas de ladrillos tipo King Kong formando los canales del drenaje de 0,20 m de ancho por 0,15 m de alto. Los ladrillos de la capa inferior se deben asentar con mortero, los ladrillos que cubren los canales se colocan dejando 2 cm de separación, para que así el agua pueda percolar. (Ministerio de Vivienda, 2018)

✓ (Ministerio de Vivienda, 2018) Sobre el drenaje se consideran tres capas de grava de diferentes tamaños, con una altura total de 0,20 m.

Tabla 10. Especificación de la capa soporte de grava

N°	TAMAÑO DE LA GRAVA (mm)	ALTURA DE LA CAPA (m)
1	1,5 - 0,40	0,05
2	4,0 - 15,0	0,05
3	10,0 - 40,0	10,0

Fuente: MVCS

(Ministerio de Vivienda, 2018) Sobre la capa soporte se considera un lecho filtrante de arena de 0,80 m de alto.

Tabla 11. Especificaciones para la arena

N°	PARÁMETROS	RECOMENDACIÓN
1	Tamaño efectivo (mm)	0,20 a 0,30
2	Coefficiente de uniformidad	1,8 a 2,0
3	Espesor del lecho (m)	0,80

Fuente: MVCS

(Ministerio de Vivienda, 2018) Sobre la capa de arena se considera una altura de agua máxima de 1,0 m de altura. Esta altura máxima se controla con un aliviadero que descarga en la estructura de salida.

1.2.2.2.1.6. Lecho de secado

En el caso de una PTAP de Filtración Lenta (PFL), las unidades productoras de lodos son los sedimentadores, prefiltros y la unidad de lavado de arena. En las celdas de secado se trata de separar la parte líquida de la sólida, para disponer el efluente líquido a un curso de agua o sistema de alcantarillado y los sólidos secos para ser usados con fines agrícolas o de construcción. (Ministerio de Vivienda, 2018)

1.2.2.2.1.6.1. Criterios de diseño

✓ (Ministerio de Vivienda, 2018) Se debe tener en cuenta la cantidad de lodos producidos en cada componente de la PTAP, incluyendo los datos históricos de precipitación y evaporación de la zona.

✓ (Ministerio de Vivienda, 2018) Las unidades efluentes productoras son los sedimentadores, prefiltros y los filtros lentos del sistema de tratamiento a través de la unidad de lavado de arena.

✓ (Ministerio de Vivienda, 2018) La consideración de esta unidad dentro del sistema de tratamiento es imprescindible.

1.2.2.2.1.7. Cerco perimétrico

(Ministerio de Vivienda, 2018) La función del cerco perimétrico es la de satisfacer la carencia de condiciones de seguridad, con la finalidad de

evitar el deterioro de las estructuras que componen la planta de tratamiento de agua potable.

1.2.2.2.1.8. Obras Exteriores

(Ministerio de Vivienda, 2018) Respecto a las obras adicionales al sistema de tratamiento, se debe considerar el diseño de infraestructura para las oficinas y los servicios higiénicos, así como también la red de agua y alcantarillado interna de la planta de tratamiento.

1.2.3. Disposición sanitaria de excretas

1.2.3.1. UBS-ZIN - Unidad Básica de Saneamiento Compostera para Zona Inundable

a. Aspectos generales

Sistema de disposición sanitaria de excretas sin arrastre hidráulico, el cual permite el almacenamiento de las excretas generadas durante su uso, al mismo tiempo que permite eliminar los organismos patógenos por ausencia de humedad, alta temperatura y ausencia de oxígeno, las excretas adecuadamente secas pueden utilizarse como mejorador de suelos. Por otro lado, la taza especial con separador de orina permite conducir la orina hacia un sistema de almacenamiento, infiltración o tratamiento posterior. (Ministerio de Vivienda, 2018)

(Ministerio de Vivienda, 2018) Lo diferente de este sistema con otros similares es que se instala en una comunidad que permanente o temporalmente se encuentra inundada.

b. Aplicabilidad

(Ministerio de Vivienda, 2018) La presente alternativa de saneamiento se aplica en las situaciones en donde los criterios técnicos, económicos y culturales de las comunidades a atender permitan su sostenibilidad, dentro de estos criterios debe cumplirse:

Disponibilidad de agua, la dotación de agua depende de la región geográfica en donde se ubica el proyecto, para ello debe utilizarse las dotaciones para sistemas de letrinas sin arrastre hidráulico según la Tabla de dotación de agua, y en aquellos lugares en donde el abastecimiento sea por agua de lluvia, debe considerarse la Tabla de dotación de agua por tipo de abastecimiento.

El nivel freático es variable, sin embargo, la zona es inundable permanente o temporalmente.

De existir un pozo de agua para consumo humano, es relativa su distancia ya que es muy difícil bajo una condición de zona inundable poder abastecerse de un pozo cercano.

Zona Inundable, la zona del proyecto es inundable.

Disponibilidad de terreno, esta característica determina si es que es una solución familiar o multifamiliar por el espacio disponible para su instalación.

Aceptabilidad de la solución, tal vez el criterio más importante de todos es cuando la familia beneficiaria acepta la solución de saneamiento seleccionada por el proyecto.

c. Disposición final de aguas grises y excretas

Las aguas grises provenientes de la ducha y lavadero multiusos y orina se deben tratar en un humedal antes de su vertimiento en el cuerpo de agua.

El manejo adecuado de las excretas es de responsabilidad de cada familia, siendo inclusive también la decisión de su aprovechamiento o eliminación posterior, para ello debe contar con la asesoría de la organización comunal a cargo de la operación del sistema.

d. Criterios de diseño

d.1. Requisitos previos

(Ministerio de Vivienda, 2018) Como requisitos previos se deben considerar los siguientes:

La fuente de agua debe otorgar una dotación mínima según la Tabla de dotación de agua, o al menos la de la Tabla de dotación de agua por tipo de abastecimiento.

El nivel freático es variable, sin embargo, la zona es inundable permanente o temporalmente.

En el caso de almacenar excretas, se mantendrán los cálculos de volumen como una cámara compostera, de la misma forma se deben utilizar dos cámaras para utilizarse alternadamente.

Las cámaras deben ubicarse a un nivel que no sea alcanzado por el nivel de las aguas, en periodos de estiaje y avenida y de lluvias intensas periódicas.

La caseta y las cámaras deben mantener una integralidad, es por ello, por lo que de la misma forma debe mantenerse aislado del nivel de agua que se acumulen por debajo de ella, incluso en épocas de mayor cantidad de lluvias.

Debe tratarse las aguas residuales antes de verterla al cuerpo receptor en aquellas épocas de inundación.

Si la zona es inundable por temporadas, las aguas grises tratadas deben aprovecharse en riego o infiltrarse, en ningún caso se deben verter sobre el nivel del suelo directamente.

Las excretas almacenadas en las cámaras adecuadamente operadas pueden ser empleados por la familia para fines agrícolas o

simplemente eliminarse de forma controlada de tal forma de no contaminar el medio ambiente.

Debe incluir una taza especial con separador de orina que permita la separación de la orina para destinarla a un posterior tratamiento o disposición final.

Debe incluir además de la taza con separador de orina, un lavadero multiusos, un urinario y una ducha.

Las cámaras deben ser accesibles para facilitar su mantenimiento, limpieza y extracción de excretas secas (compost).

Las excretas almacenadas en las cámaras que han sido adecuadamente tratadas evitando la humedad con el material secante recomendado, pueden ser empleados por la familia para fines agrícolas, siempre y cuando así lo hayan aceptado caso contrario deberán ser eliminadas adecuadamente.

Debe incluir una taza especial que permita la separación de la orina y su conducción hacia el lugar destinado para su recolección y posterior tratamiento o disposición final.

Debe incluir un lavatorio, un urinario, una ducha y un lavadero multiusos.

d.2. Componentes

(Ministerio de Vivienda, 2018) El diseño de la presente UBS-ZIN debe contemplar los siguientes elementos:

Caseta para la taza especial:

Ambiente que alberga la taza con separador de orina, el urinario, la ducha, lavadero multiusos y el lavatorio, su fabricación puede ser de material prefabricado, siempre y cuando se cumplan los requisitos

exigidos en las especificaciones técnicas en cuanto al material, además de impedir que el agua de la zona inundable ingrese a las cámaras de excretas.

Sistema de tratamiento:

Compuesto por dos (02) cámaras independientes prefabricadas que se utilizan de forma alternada para el almacenamiento de las excretas para deshidratarlas con material secante; cada cámara tiene ventilación, otra abertura para el ingreso de las excretas y una última de mayor tamaño para la extracción de las excretas secas.

Sistema complementario de tratamiento:

Compuesto por un Humedal o Biojardinera que permite darle un tratamiento a la orina y aguas grises antes de su eliminación.

d.3. Cámaras composteras

(Ministerio de Vivienda, 2018) Su función principal es la de almacenar las excretas para secarlas, al mismo tiempo que elimina los patógenos presentes en ellas, gracias a que son conservadas en un ambiente cerrado y a una temperatura alta y constante.

(Ministerio de Vivienda, 2018) Considera el uso de dos (02) cámaras independientes y contiguas que trabajan alternadamente, en donde el tiempo promedio de uso continuo de una cámara es de dos (02) años (1 año de operación y 1 año sellado, sin ingreso de excretas adicionales), antes que sea vaciada para volverse a utilizar. Deben cumplirse con los siguientes requisitos:

Las cámaras deben ser independientes y su volumen se calcula de la misma forma que el método convencional.

El material de fabricación de la cámara debe ser resistente a su contacto directo con las excretas y los gases producidos durante su

tratamiento, asimismo debe ser impermeable y ser resistente durante el procedimiento de extracción de las excretas tratadas.

Las cámaras composteras deben de tener una apertura para el ingreso de excretas, otra para la ventilación.

La extracción de lodos, dependiendo del tipo de cámara, puede retirarse por una puerta especial lateral y de no existir esta se realizaría por la parte superior.

El cálculo del volumen de las cámaras se debe realizar de la siguiente manera:

El volumen requerido por cada cámara se calcula por la multiplicación del factor de volumen por el número de personas que utilizarán la UBS-ZIN, se estima un periodo de diseño de un año como mínimo (tiempo de vida útil proyectado para la cámara antes de su clausura).

Volumen interno/útil de una cámara:

$$V_c = 4/3 * (N * F_v)$$

Donde:

V_c : Volumen requerido para una retención de excretas por un período de tiempo determinado.

4/3 : Factor de seguridad al objeto de tener un 75% de la cámara llena al cabo del mismo período de tiempo.

N : Número de personas usuarias de la UBS

F_v : Factor de volumen donde

Se debe estimar como mínimo 0,20 m³ residuos/año

Ese valor mínimo ya contempla la reducción de volumen por la acción de los microorganismos en ese plazo.

El volumen útil de la cámara se define según lo siguiente:

Volumen mínimo: 1,10 m³.

Volumen máximo 2,23 m³. e.

Especificaciones Técnicas

e.1. Caseta

➤ (Ministerio de Vivienda, 2018) Sobre la Caseta debe cumplirse con lo siguiente:

Dentro de cada tipo de caseta se ubica la Taza Especial, acceso a las dos (02) cámaras, un urinario, un lavatorio y una ducha.

La puerta de acceso a la caseta debe tener un ancho de 0,70 metros y una altura de 2,00 metros, la misma que se ubica en la pared frontal de la caseta.

Sobre la ventilación en la caseta, esta es a través de espacios libres debajo del techo de la caseta, el cual tiene malla mosquitero para evitar el ingreso de insectos.

El material de la caseta es prefabricado, siempre y cuando se demuestre lo siguiente:

- Resistencia a la compresión: como mínimo 70 kg/m²
- Resistencia a la compresión igual o mayor al muro de ladrillo
- Resistencia al impacto igual o mayor al muro de ladrillo
- Ser modular y permitir una construcción rápida

- Fácil transporte, ya que es liviana pero muy resistente
- Ser impermeable
- No decolorarse con la exposición directa al sol
- Ser ignífugo
- No permitir la adherencia y crecimiento de hongos
- Ser aislante térmico
- La estructura que se construya debe tener una resistencia sísmica igual o mayor a la de una estructura en mampostería de ladrillo.
- No debe oxidarse
- Debe mantenerse en todo momento el área útil interna y permitir la ubicación de los aparatos sanitarios ya mencionados.

Para la iluminación, la caseta debe contar con ventanas altas cuyas dimensiones no deben afectar la privacidad del usuario.

e.2. Cámaras Composterias

(Ministerio de Vivienda, 2018) Deben habilitarse o construirse dos (02) cámaras que trabajen alternadamente, de tal modo que mientras una está en operación la otra se encuentra sellada, solamente debe almacenar las excretas, deben cumplir los siguientes requisitos:

Dependiendo del tipo de modelo de caseta, las cámaras estarán por debajo de la caseta o parcialmente dentro de ella.

Debe presentar una abertura para la instalación de la taza especial o el asiento con separador de orina, una tubería para la ventilación y una compuerta para la extracción de las excretas secas.

La orina no debe caer en el interior de la cámara, por lo que debe existir un sistema que la conduzca hacia una zona de infiltración o almacenamiento para su posterior tratamiento.

Las cámaras se deben construir en mampostería de ladrillo, sin embargo, también pueden ser prefabricadas, siempre y cuando se cumplan los siguientes requisitos:

- Resistencia a la compresión: como mínimo 70 kg/m²
- Resistencia a la compresión igual o mayor al muro de ladrillo
- Resistencia al impacto igual o mayor al muro de ladrillo
- Ser modular y permitir una construcción rápida
- Fácil transporte, ya que es liviana pero muy resistente
- Ser impermeable
- No decolorarse con la exposición directa al sol
- Ser ignífugo
- No permitir la adherencia y crecimiento de hongos
- Ser aislante térmico
- No debe oxidarse
- Debe mantenerse en todo momento el área útil interna y permitir la ubicación de los aparatos sanitarios ya mencionados.

La tapa o cubierta de la cámara debe cubrir por completo la cámara, de tal forma que se evite el escape de los gases producidos en el interior.

e.3. Aparatos sanitarios

➤ (Ministerio de Vivienda, 2018) Sobre la Taza con Separador de Orina

Debe cumplir los siguientes requisitos:

El material de fabricación debe ser de plástico reforzado y su forma debe parecerse al asiento de un inodoro convencional, salvo algunas modificaciones que permitan separar la orina.

Debe incluir un separador de orina, al que deben acceder tanto adultos, como niños, varones y mujeres, cuando defecuen y orinen al mismo tiempo.

Debe de unirse herméticamente a la cámara en operación, de tal forma que impida el ingreso de insectos o salida de malos olores.

El depósito separador de orina debe conectarse al lugar de disposición final de aguas grises, que depende del tipo de solución seleccionada, a través de una tubería de PVC de 2”.

El hoyo de la taza especial debe ser de 35 cm aproximadamente, debiendo calzar en lo posible con el hoyo de la cámara compostera en uso.

El material de la taza especial debe ser resistente, de fácil limpieza y de una textura tal que no lastime a los usuarios cuando sea utilizada.

La resistencia de la taza especial debe permitir reubicarla a la siguiente cámara sin dañarla, cada vez que se inicie el uso de la siguiente cámara.

Figura 4. Tasa con separador de orine



➤ Urinario

(Ministerio de Vivienda, 2018) Debe cumplir con los siguientes requisitos:

El material de fabricación debe ser de plástico reforzado.

Debe ser para el uso exclusivo de varones, niños, adolescentes o adultos, evitando así que para orinar se sienten en la taza especial.

Se debe conectar a la manguera o tubería que viene de la taza especial, de tal forma de tener un solo conducto de orina.

Para los casos en donde se recolecte la orina, se debe usar recipientes de 20 litros de capacidad, de boca angosta y tapa roscada, de tal forma de evitar su derrame cuando sean trasladados.

Para el aprovechamiento de la orina se debe seguir el siguiente procedimiento:

- Almacenar la orina en los bidones descritos, por un período de 2 a 3 meses para su posterior aplicación en cultivos, dado su alto contenido de nitrógeno que la hace factible para su uso en la agricultura,

- Estimar la producción de orina entre 400 a 500 l/hab.año (33 a 42 l/hab. mes), siendo pues el tiempo de llenado de un bidón de 20 l, para una familia de 6 personas, de aproximadamente de 2 días,
- Diluir la orina con agua para rebajar el pH, en una proporción 1:2 a 1:5.

Figura 5. Urinario



e.4. Ventilación

(Ministerio de Vivienda, 2018) La ventilación permite evacuar los gases producidos en las cámaras hacia el exterior de la UBS-COM de tal forma de evitar que los gases salgan por la taza especial y generen incomodidad a los usuarios dentro de la caseta, debe cumplir con los siguientes requisitos:

El conducto se debe adosar a la pared posterior de la caseta de la UBS-COM por medio de abrazaderas o similares.

La tubería de ventilación debe ser de PVC de 4" y preferentemente de color negro.

En la parte superior del conducto de ventilación, se debe instalar un sombrero de ventilación para la protección frente a las inclemencias del tiempo.

1.3. Definición de términos Básicos

Opciones Tecnológicas: Soluciones de saneamiento que se rigen bajo condiciones técnicas, económicas y sociales para su selección.

Período de diseño: Tiempo durante el cual la infraestructura deberá cumplir su función satisfactoriamente. Se fijará según normatividad vigente dada por las autoridades Normativas del Sector.

Periodo óptimo de diseño: Es el tiempo en el cual la capacidad de un componente del sistema de agua para consumo humano o saneamiento cubre la demanda proyectada, minimizando el valor actual de costos de inversión, operación y mantenimiento, durante el horizonte de evaluación de un proyecto.

Población inicial: Número de habitantes en el momento de la formulación del proyecto.

Población de diseño: Número de habitantes que se espera tener al final del período de diseño.

Captación: Conjunto de estructuras e instalaciones destinadas a la regulación, derivación y obtención del máximo caudal posible de aguas superficiales o subterráneas.

Fuente de abastecimiento: Es el cuerpo de agua natural o artificial, que es utilizado para el abastecimiento de uno o más centros poblados, el mismo que puede ser superficial o subterráneo o incluso pluvial.

Caudal máximo horario: Caudal de agua de la hora de máximo consumo en el día de máximo consumo en el año.

Caudal promedio diario anual: Caudal de agua que se estima consume, en promedio, un habitante durante un año.

Conexión domiciliaria de agua: Conjunto de elementos y accesorios desde la red de distribución del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano hasta la conexión de entrada de agua al domicilio o local público, con la finalidad de dar servicio a cada lote, vivienda o local público.

Nivel de servicio: Es la forma como se brinda el servicio al usuario. Los niveles de servicio pueden ser público o domiciliario.

Disposición Sanitaria de Excretas: Infraestructura cuyas instalaciones permiten el tratamiento de las excretas, ya sea en un medio seco o con agua, de modo que no represente riesgo para la salud y el medio ambiente.

Nivel freático: corresponde al nivel superior de una capa freática o de un acuífero, cuya distancia es medida desde dicho nivel superior hasta el nivel del suelo.

Nivel piezométrico: Distancia desde la superficie del terreno hasta el nivel de agua en el pozo, no afectado por el bombeo. Aplica a acuíferos confinados o semiconfinados.

Hoyo Seco Ventilado: opción tecnológica que permite disponer adecuadamente las excretas y orina en un hoyo con el uso de una taza especial, su ubicación es temporal, ya que al llenarse el hoyo se tiene que clausurar y reubicar la caseta sobre un nuevo hoyo de las mismas dimensiones.

Caseta para la taza especial: Ambiente que contiene la taza especial y que su fabricación es de un material liviano y resistente, que permite su traslado fácilmente cuando el hoyo por debajo de la caseta alcanza su altura máxima. Caudal máximo diario: Caudal de agua del día de máximo consumo en el año.

Zanja de Percolación: permite infiltrar el efluente líquido de la UBS instalada a través de drenes horizontales instalados en un medio filtrante dentro de zanjas.

Zona de infiltración: es aquella zona seleccionada para eliminar por infiltración el efluente líquido de la UBS instalada, por presentar características permeables ideales.

Vida útil: Tiempo en el cual la infraestructura o equipo debe funcionar adecuadamente, luego del cual debe ser reemplazado o rehabilitado.

Capítulo II: Planteamiento del problema

2.1. Descripción del problema

Para algunos, la crisis del agua supone caminar a diario largas distancias para obtener agua potable suficiente, limpia o no, únicamente para salir adelante. Para otros, implica sufrir una desnutrición evitable o padecer enfermedades causadas por las sequías, las inundaciones o por un sistema de saneamiento inadecuado. También hay quienes la viven como una falta de fondos, instituciones o conocimientos para resolver los problemas locales del uso y distribución del agua **(Apaza, 2015, Pág. 11)**

Muchos países todavía no están en condiciones de alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio relacionados con el agua, con lo que su seguridad, desarrollo y sostenibilidad medioambiental se ven amenazados. Además, millones de personas mueren cada año a causa de enfermedades transmitidas por el agua que es posible tratar. Mientras que aumentan la contaminación del agua y la destrucción de los ecosistemas, somos testigos de las consecuencias que tienen sobre la población mundial el cambio climático, los desastres naturales, la pobreza, las guerras, la globalización, el crecimiento de la población, la urbanización y las enfermedades, incidiendo todos ellos **(Apaza, 2015, Pág. 11)**.

Las regiones con mayor déficit porcentual de acceso a agua potable son Huancavelica, Huánuco y Loreto. En Huancavelica, el 66.3 % del total de viviendas no tienen acceso a agua potable. Esto significa que en esta región hay más de 77 mil viviendas (77,735) que no tienen agua. En Huánuco, el 62.3 % de las viviendas, cerca de 110 mil (109,392), no tienen servicio de agua potable. Y en Loreto, el déficit de agua potable

alcanza al 62.2 % de las viviendas, más de 106 mil (106,328) viviendas (<https://inversionenlainfancia.net/blog/entrada/noticia/1409/0>, 2012)

Uno de los principales factores de morbilidad y mortalidad en la localidad de Bretaña es la nula cobertura del servicio de saneamiento y disposición de las aguas servidas y excretas. La falta de una rápida y adecuada evacuación de las aguas residuales provenientes de las viviendas hace que sus características séptica e infecciosa y de fácil descomposición produzcan efectos dañinos a la salud de los pobladores **(PDC, 2015-2018)**.

El gobierno local preocupado por las principales causas de morbilidad y mortalidad que se presentan permanentemente en la localidad de Bretaña, por los altos índices de enfermedades endémicas como la malaria, meningitis, dengue y gastrointestinales como secuela de la ingesta de agua no tratada y de las inadecuadas condiciones de disposición final de excretas como principal foco del vector transmisor **(PDC, 2015-2018)**, ha realizado coordinaciones con el equipo encargado de diseñar el presente estudio y priorizar el diseño de un sistema de agua potable y saneamiento.

La comunidad de Bretaña, en la actualidad no cuenta con los servicios de agua potable como tampoco con el servicio de disposición de las aguas servidas. Debiendo señalar, que durante el año 2006, a través de una Organización No Gubernamental (ONG), se construyó un tanque elevado para abastecer a través de piletas públicas, cuyos componentes se encuentran actualmente deteriorados y en mal estado por problemas técnicos (inconcluso y problemas en la fuente de abastecimiento) y que nunca entraron en funcionamiento. Asimismo se señala, que desde el punto de vista hidráulico no se puede aprovechar dicho tanque elevado, por su poca capacidad de almacenamiento (volumen aprox. 18 m³) y su escasa altura (aproximadamente 12 m.). Por otro lado, no se implementaron el sistema de captación y el sistema de tratamiento de agua **(PDC, 2015-2018)**.

Actualmente la población de la comunidad de Bretaña no cuenta con conexiones domiciliarias de agua y saneamiento, existen 11 piletas distribuidas en toda la localidad, las cuales nunca entraron en funcionamiento y se encuentran deterioradas (PDC, 2015-2018).

El año 2016, se crea el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones Invierte.pe, el cual tiene por finalidad el cierre de brechas de acceso a servicios básicos, ante ello, el sector Saneamiento a través del Ministerio de Economía y Finanzas ha publicado el Anexo 03 del PMI – MEF donde muestra a nivel distrital los indicadores empleados para el cierre de brechas. El distrito de Puinahua, presenta los siguientes indicadores:

Tabla 12. principales indicadores del distrito de Puinahua

Indicadores	Distrito de Puinahua (*)	Localidad de Bretaña (**)
% Población sin acceso agua por red pública	100%	100%
% de conexiones domiciliarias con micro medidor instalado	0.00%	0.00%
% de micro medidores instalados en conexiones domiciliarias que se encuentran operativos	0.00%	0.00%
Promedio de ponderado de horas de abastecimiento de agua potable	0.00	0.00
% Población sin servicios higiénicos	99.50%	100%

Fuente: (*) Base de Datos - Anexo 03 - Directiva N° 003 – PMI MEF
(**) Municipalidad Distrital de Puinahua

2.2. Formulación del problema

2.2.1. Problema general

¿Se disminuye los casos de enfermedades hídricas con el diseño del sistema de agua potable y saneamiento en la localidad de Bretaña, Distrito de Puinahua – Provincia de Requena, Región Loreto, 2020?

2.2.2. Problemas específicos

¿Cuál es la medida de la determinación y evaluación de los parámetros físico químicos, bacteriológicos y metales pesados en las fuentes de agua y su incidencia en el diseño de la infraestructura de agua potable y alcantarillado residual, en la localidad de Bretaña, Distrito de Puinahua – Provincia de Requena – Región Loreto 2020?

¿Qué parámetros técnicos y económicos son los que determinan un diseño adecuado de los sistemas de agua potable en la localidad de Bretaña, Distrito de Puinahua, Provincia de Requena – Región Loreto 2020?

¿Qué parámetros técnicos y económicos son los que determinan un diseño adecuado de los sistemas de alcantarillado residual en la localidad de Bretaña, Distrito de Puinahua, Provincia de Requena – Región Loreto 2020?

¿Qué parámetros técnicos y económicos son los que determinan un diseño adecuado para la planta de tratamiento de agua residual en la localidad de Bretaña, Distrito de Puinahua, Provincia de Requena – Región Loreto 2020?.

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo general

Determinar la mejor alternativa tecnológica en el diseño del sistema de agua potable y saneamiento en la localidad de Bretaña, Puinahua – Requena – Loreto 2020.

2.3.2. Objetivos específicos

Diseñar los elementos que conformaran el sistema de agua potable en la localidad de Bretaña, Puinahua-Requena-Loreto 2020.

Diseñar los elementos que conformaran el sistema de saneamiento en la localidad de Bretaña, Puinahua-Requena-Loreto 2020.

2.4. Hipótesis

Hipótesis nula (H₀):

El diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento contribuirá a disminuir la incidencia de enfermedades gastrointestinales, diarreicas y dérmicas en la localidad de Bretaña, Puinahua-Loreto.

Hipótesis alterna (H₁):

El diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento no contribuirá a disminuir la incidencia de enfermedades gastrointestinales, diarreicas y dérmicas en la localidad de Bretaña, Puinahua-Loreto 2020.

2.5. Variables

2.5.1. Identificación de las variables.

Variable dependiente (Y):

Diseño del sistema de agua potable

Variable independiente (X):

saneamiento.

2.5.2. Definición conceptual y operacional de las variables.

Determinar la mejor alternativa tecnológica en el sistema de agua potable y saneamiento.

Diseñar los elementos que conforman el sistema de agua potable y saneamiento.

2.5.3. Operacionalización de las variables.

Tabla 13. Operacionalización de variables

Dimensiones	Indicadores	Unidad
Levantamiento topográfico	Levantamiento de curvas de nivel	m
	Perfil longitudinal	m
Estudios de mecánica de suelos	Contenido de Humedad	%
	Análisis Granulométrico	%
	Peso Específico	kg/cm ³
	Límite de plástico	%
	Límite líquido	%
	Capacidad portante	kg/cm ²
	Perfil Estratégico del Suelo	m
Diseño del sistema de agua potable	Velocidad	m/s
	Presiones	mca
	Reservorio	m ³
	Diámetro de la tubería	mm,pulg
	caudal de diseño	m ³ /s
Diseño de la UBS	Volumen de retención	m ³
	caudal de diseño	lt/seg
	Componentes de la UBS (inodora, lavadero y ducha)	u
Costos y presupuestos	metrados	unid., ml, m ² , m ³ , kg, glb., p ²
	presupuestos	S/

Fuente: Elaboración propia

Capítulo III: Metodología

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

No experimental

3.1.2. Diseño de investigación

Diseño descriptivo simple: se buscó y recogió información relacionado con el objeto de estudio.

M-O

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Conformada por 1 686 habitantes de la localidad de Bretaña.

3.2.2. Muestra

La muestra se calculó en función a la siguiente ecuación:

$$n = \frac{Z^2 P Q N}{E^2 (N - 1) + Z^2 P Q}$$

Z	1.96 al 95 %
N	1 686
P	50%
Q	50%
E	5%
n	313 habitantes

3.3. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

3.3.1. Técnica de Recolección de Datos

Para la técnica de recolección de datos se empleó a través de fuentes secundarias con la revisión de documentos, informes, publicaciones, libros sobre el tema investigado, se complementó con el uso de información primaria básicamente a través del cuestionario.

3.3.2. Instrumentos de Recolección de Datos

El instrumento empleado para la obtención de la información fue el cuestionario (ver anexos).

Tabla 14. técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas	Instrumentos
Fuentes Secundarias: El análisis de	Revisión bibliográfica de toda la documentación referente al tema de estudio, publicaciones, libros,

documentos	internet, etc.
Fuentes Primarias: Encuesta	Cuestionario: se formulara un conjunto de preguntas, el cual se realizara a cada persona beneficiaria a responder el asunto indicado.

Fuente: elaboración propia.

3.4. Procesamiento y análisis de datos

La información que se obtuvo del cuestionario se procesó en el programa estadístico SPSS versión 22, y los resultados se presentaron y trataron en cuadros estadísticos como gráfico de barras, gráficos lineales, entre otros, así como en el programa Excel y Word, se analizó e interpreto.

Para el modelamiento del sistema de agua potable se empleó el software Watercad versión 08, para el diseño estructural se utilizó el software SAP2000 versión 18, para el diseño de los planos del sistema de saneamiento empleamos el AutoCAD versión 2017 y el resto de cálculos empleamos el programa Excel versión 2010.

Capítulo IV. Resultados

4.1. Levantamiento topográfico

4.1.1. Generalidades

El presente levantamiento topográfico tiene por objeto proporcionar la información a nivel de campo que permitan la realización de los cálculos a nivel de Planimetría y Altimetría necesarios para el desarrollo del diseño de un sistema de agua potable y saneamiento de la localidad de Bretaña, distrito de Puinahua, Requena, Loreto.

Accesibilidad:

El proyecto se ubica en la Región Loreto, Provincia de Requena, Distrito de Puinahua.

El acceso al área del proyecto, se da vía fluvial desde la ciudad de Iquitos aproximadamente a 4 horas en rápido y 10 horas en Lancha.

Los trabajos se han ejecutado en un área aproximada de 121.3072 has. Comprendiendo las calles existentes en la comunidad, previendo futuras ampliaciones.

4.1.2. Objetivos

Ejecución del trazo longitudinal para la creación de Sistema de saneamiento básico en la comunidad de Bretaña – río Puinahua.

Levantamientos topográficos a detalle en los cruces de caños y lugares puntuales que definan los trazos a nivel de detalle, correspondiente al diseño de los componentes técnicos de agua potable y UBS.

Elaboración de la Memoria Descriptiva que describa la metodología empleada en la ejecución de los trabajos de campo.

4.1.3. Trabajos topográficos realizados

Previo a la realización de los trabajos de campo, se ha coordinado con los dirigentes de la comunidad para que nos permitan realizar los trabajos que se van a hacer y explicar que es para un trabajo de tesis.

4.1.3.1. Criterios empleados

Con el objeto de desarrollar un trabajo idóneo y cuyos resultados se asocien a los objetivos del levantamiento topográfico, se ha tomado los criterios más adecuados para la ejecución de la misma, en consecuencia se ha considerado los siguientes criterios:

Permitir o proporcionar los datos necesarios y/o requeridos, para la toma de decisiones con respecto a los componentes técnicos de agua potable y UBS.

Desarrollar el trazado de las redes de agua potable y de la ubicación de las UBS de manera integral, basado en la información de ubicación de

puntos a nivel de poligonal, levantamiento y planteo del eje principal de vía, toma de datos para el perfil longitudinal y secciones transversales.

Brindar un amplio espectro de información para la selección de alternativas en cuanto a diseño, rutas y áreas libres que puedan ser destinadas o seleccionadas para la construcción de algún componente técnico.

4.1.3.1.1. Control planimétrico

Para el control horizontal del trazado a nivel de ejes que comprende el presente estudio, se ha tomado como referencia dos puntos: inicio y cierre establecido debidamente.

4.1.3.2. Descripción de los levantamientos topográficos

La longitud del terreno donde se ha efectuado el levantamiento fue de 6,846.44 ml aproximadamente, la misma que presenta principalmente marcadas zonas en cuanto al desarrollo de su alineamiento, destacando los grandes tramos longitudinales que se observa a nivel de calles a lo largo de la comunidad de Bretaña.

Tabla 15. BMs relativos asumidos

BM 1		BM 2		BM 3	
E : 0805462.603		E : 0572573.414		E : 0572509.799	
N : 9419115.163		N : 9419111.212		N : 9419077.540	
Z : 91.515		Z : 91.472		Z : 91.283	

En el cuadro adjunto se muestra la ubicación de los BM auxiliares con sus respectivas coordenadas UTM, como resultado del levantamiento topográfico a lo largo de toda la comunidad de Bretaña.

4.1.3.3. Equipo empleado

En el desarrollo del presente trabajo se emplearon los siguientes equipos:

- Computadora hp CORE i5.
- Estación total marca TOPCOM modelo ES- 105
- 01 Nivel de ingeniero automático marca SOKKIA B 40 serie.
- Miras, jalones, winchas. prismas, GPS Garmin etc.

4.1.3.4. Trabajo de gabinete

4.1.3.4.1. Cálculos realizados

Con la base de datos de campo, se ha realizado el procesamiento topográfico respectivo, a partir del cual se pudo obtener la distribución urbanística de la comunidad y sus características topográficas: niveles y pendientes.

Obtenido los datos de campo por métodos electrónicos se procedió, a los cálculos de: coordenadas, puntos de intersección de la poligonal de trazo y de apoyo a partir de las lecturas radiales que se realizaron a cada uno de ellos.

4.1.3.4.2. Generación de planos

Los planos se han elaborado en sistemas de modelamiento digital del terreno, utilizándose programas como el AutoCAD civil 3D y AutoCAD, en las siguientes escalas:

- Plano topográfico de planta de trazo, escala 1:1 000.
- Plano de perfil Horizontal escala 1: 1000 y vertical, 1:100.
- Planos Secciones transversales de cada una de las estacas del trazo a escala 1:100.

4.1.3.5. Conclusiones y recomendaciones

Se tiene un sistema de control plano-altimétrico variado a lo largo del Proyecto. Se cuentan con los planos topográficos, que permitirán el planteamiento o desarrollo de la alternativa tecnológica, en lo que se refiere a recomendaciones es revisar bien la máxima creciente que tuvo la

región para de acuerdo a eso poder plantear las mejores alternativas tecnológicas.

4.2. Estudio de suelos

4.2.1. Objetivo del estudio

El principal objetivo del presente informe es que, en base a las condiciones propias del subsuelo de la zona en estudio, se determine los parámetros geotécnicos del terreno de fundación con fines de cimentación de la edificación.

Este estudio permitirá determinar la capacidad portante admisible del suelo, ante la aplicación de cargas estáticas generadas por la estructura proyectada.

4.2.2. Geología regional del área de estudio

El presente estudio tiene la finalidad de determinar las características físicas y mecánicas del suelo de exploración y consecuentemente determinar su capacidad de carga para cimentación; en primer lugar realizamos una revisión del contexto geológico sobre el cual se ubica el área estudiada.

La Estructura Geológica de la Cuenca Cretácea que se desarrolló en el Continente Sudamericano, se encuentra enmarcado en una serie de eventos cronológicos.

En la ciudad de Iquitos, los sedimentos predominantes son el tipo de arena fina y arcilla. No se observa en la zona afloramientos rocosos, ni sedimentos del tipo de agregados gruesos.

La secuencia Geológica de la Cuenca la constituyen rocas del paleozoico de una gran distribución y en su gran parte depositadas en ambiente marino; rocas del triásico jurásico; caliza marinas de poca profundidad y capas rojas continentales del jurásico superior. Los sedimentos Cretáceos, normalmente han provenidos de la erosión desde el

oriente del Escudo Guayano-Brasileño y fueron depositados conformando ciclos transgresivos y regresivos.

Por otro lado las ínter estratificaciones con areniscas muchas veces aparecen potentes capas de lutitas, que han sido pre consolidados durante los movimientos tectónicos, habiéndose levantado probablemente las areniscas ayudadas por las superficies lubricantes de arcilla sumamente plásticas que en la actualidad se presentan como una masa compacta; de este modo las lutitas han ayudado a fallamientos importantes que siempre siguen la dirección del buzamiento de las rocas sedimentarias que han sido afectadas; en ciertas formaciones de las lutitas se presentan bien laminados con horizontes arenosos.

Debido a los diferentes factores climo-atmosféricos la meteorización ha sido el fenómeno más importante que ha modificado las propiedades geológicas iniciales, en tal grado que no dista mucho de ser verdaderos sedimentos sin litificación, presentando consolidación relativamente pequeña debido a la presencia de arcillas; estos procesos de transformación está íntimamente vinculada con la fracturación y lixiviación.

El área en estudio se encuentra ubicada sobre la formación del distrito de Iquitos (Qp-i) y depósitos fluviales luminosos, ver Plano Geológico, perteneciente al Cuaternario, Serie Pleistocena, que se halla compuesta por sedimentos y consolidados de gravas, arenas, limos y arcillas. Las gravas están compuestas por clastos subredondeados a redondeados de cuarzo, cuarcita y algunas calizas y rocas volcánicas; con diámetros de hasta 4 cm, los cuales se encuentran englobados por una matriz de arenas cuarzosas de grano grueso. También es frecuente encontrar restos de troncos silicificados dentro de las gravas. Las arenas son de grano fino a grueso, sub angulosas a subredondeadas, con granos equigranulares principalmente de cuarzo de color blanco; en algunos casos presentan coloraciones rosadas y amarillentas debido a la oxidación y alteración de otros elementos (minerales de hierro). Algunos

niveles de arena pueden contenerse en matriz luminosa que le da una coloración rojiza. Los limos pueden ser de coloraciones claras o rojas. Las arcillas son de color rojo, pudiéndose encontrarse sin embargo arcillas gris-plomizas, verdes y moteadas en la parte superior.

4.2.3. Estudios realizados

4.2.3.1. Fenómenos de geodinámica externa

No se prevén fenómenos de geodinámica externa ya que en área no se han presentado fallas como hundimientos, levantamientos ni desplazamientos de la formación existente en la zona.

4.2.3.2. Sismicidad

El Territorio Peruano está dividido en 4 zonas, de acuerdo a la sismicidad y potencialidad sísmica de dichas zonas. Y de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E) existe un mapa de zonificación sísmica del Perú, el cual nos señala que la ciudad se encuentra comprendida dentro de la Zona 2, con un coeficiente sísmico $C = 0.25$, es decir **sismicidad baja**.

4.2.3.3. Cimentación

4.2.3.3.1. Características generales

Uso de la Estructura	Construcción de Unidad Básica de Saneamiento (UBS).
Tipo de Estructura	Sistema Estructural aporticado con elementos estructurales pesados, Zapatas, Vigas de Cimentación, columnas, vigas, losas y albañilería confinada.

4.2.4. Investigación del campo

4.2.4.1. Inspección superficial

El área de estudio no presenta restos de construcción existentes, no obstante, en la zona periférica existen edificaciones de material noble que ya cumplió sus años de uso.

4.2.4.2. Investigación del subsuelo

4.2.4.2.1. Trabajos de campo

Los trabajos consistieron en la excavación de 04 calicatas, hasta una profundidad de 2.00 m, en los lugares previamente determinados en coordinación con el proyectista, procediéndose a observar detalladamente el subsuelo y obtener muestras alteradas, con fines de clasificación del suelo y elaboración de ensayos especiales, lo cual nos permitió visualizar la estratigrafía del subsuelo y parámetros geotécnicos. Ver esquema de ubicación de calicatas.

Asimismo, se realizó 01 auscultación del tipo DPL, Dynamic Probing Light (Penetrómetro Dinámico Ligero), Sección Transversal de la Punta 5cm². Norma DIN 4094; PNTP 339.159.2000, hasta 4.00m de profundidad al lado de cada calicata, lo cual ha permitido analizar el comportamiento mecánico de falla al corte del suelo ante solicitaciones estáticas y obtener el valor "N", de los suelos, siendo el número de golpes para introducir 10cm. N° de golpes/10cm, del ensayo de DPL, equivalente al número de golpes para introducir 1 pie (30cm), N° de golpes/pie, del ensayo de SPT.

4.2.4.2.2. Técnicas de exploración

4.2.4.2.2.1. Técnica normas aplicables

Calicatas y Técnicas de Muestreo ASTM D 440

Descripción Visual de Suelos ASTM D 2487

Ensayo de Auscultación Dinámica (DPL) DIN 4094-NTP 339.159

Seguidamente se procedió a seleccionar y clasificar visualmente todas las muestras obtenidas en las calicatas efectuadas, para continuar con los ensayos de laboratorio.

4.2.5. Ensayos de laboratorio

4.2.5.1. Técnicas y normas empleadas

4.2.5.1.1. Ensayos, normas aplicables

Análisis Granulométrico	ASTM D 422
Contenido de Humedad	ASTM D 2216
Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)	ASTM D 2487
Límite Líquido y Plástico	ASTM D 4318
Descripción Visual-manual	ASTM D 2488
Peso Volumétrico	ASTM D 2937

Después de efectuadas las Investigaciones de Campo y Laboratorio se procedió a comparar estos resultados, a fin de correlacionar los valores obtenidos, según los casos que fueran necesarios. Para mejor detalle se adjuntan estos resultados en el cuadro resumen adjunto.

4.2.5.2. Resumen de ensayos de laboratorio

UBIC.	ESTRATO	DESCRIPCION	CLASIF.	HUMEDAD NATURAL	% PASA MALLA 200	LL	LP	IP
C-1	0.00-2.00	ARCILLA	CL	2.77	97.41	22.00	14.37	7.62
C-2	0.00-2.00	ARCILLA	CL	2.77	97.27	19.93	14.37	5.56
C-3	0.00-2.00	ARCILLA	CL	2.77	96.91	31.01	14.37	16.63
C-4	0.00-2.00	ARCILLA	CL	2.77	96.93	16.18	14.37	1.81

4.2.6. Perfil estratigráfico

4.2.6.1. Generalización del perfil estratigráfico

Calicata N° 01

Se observa en un estrato de 0.00m a 2.00 de profundidad, conformado por Arcilla inorgánica de color marrón con intercalaciones de color gris, con porcentaje apreciable de partículas de limo, de baja plasticidad, su densidad Natural es de 1.79 gr/cc.

Calicata Nª 02

Se observa en un estrato de 0.00m a 2.00 de profundidad, conformado por Arcilla inorgánica de color marrón con intercalaciones de color gris, con porcentaje apreciable de partículas de limo, de baja plasticidad, su densidad Natural es de 1.79 gr/cc.

Calicata Nª 03

Se observa en un estrato de 0.00m a 2.00 de profundidad, conformado por Arcilla inorgánica de color marrón con intercalaciones de color gris, con porcentaje apreciable de partículas de limo, de baja plasticidad, su densidad Natural es de 1.79 gr/cc.

Calicata Nª 04

Se observa en un estrato de 0.00m a 2.00 de profundidad, conformado por Arcilla inorgánica de color marrón con intercalaciones de color gris, con porcentaje apreciable de partículas de limo, de baja plasticidad, su densidad Natural es de 1.82 gr/cc.

Calicata Nª 05

Se observa en un estrato de 0.00m a 2.00 de profundidad, conformado por Arcilla inorgánica de color marrón con intercalaciones de color gris, con porcentaje apreciable de partículas de limo, de baja plasticidad, su densidad Natural es de 1.82 gr/cc.

Calicata Nª 06

Se observa en un estrato de 0.00m a 2.00 de profundidad, conformado por Arcilla inorgánica de color marrón con intercalaciones de color gris, con porcentaje apreciable de partículas de limo, de baja plasticidad, su densidad Natural es de 1.82 gr/cc.

4.2.7. Nivel freático y filtraciones

No se observó napa freática, presentándose filtraciones de agua durante los trabajos de exploración, ni lluvias aisladas durante los trabajos de campo; no obstante, en otras épocas del año se pueden presentar filtraciones e inclusive se podría observar el nivel freático a las profundidades exploradas, debido a las altas precipitaciones pluviales existentes en la región.

4.2.8. Análisis de cimentación

4.2.8.1. Profundidad de cimentación

Los valores más desfavorables del ensayo de DPL, se han observado en la Calicata Nª 02, hasta una profundidad de 4.00 m la cual de determino el nivel de desplante para las zapatas de mortero armado es de 0.80 m., por debajo de este nivel se observa una Arcilla inorgánica de baja plasticidad, clasificada como (CL).

4.2.8.2. Tipo de cimentación

4.2.8.2.1. Cimentación Superficial - Zapatas

Está conformado por las estructuras proyectadas de 1 nivel; se recomienda desplantar a 0.80 m de profundidad, ya que a partir de dicha profundidad el suelo puede soportar las cargas actuantes previstas, así como, los asentamientos se encuentran dentro de los valores permisible.

4.2.9. análisis de la capacidad admisible de carga y asentamientos

Capacidad de Carga Neta Admisible, al esfuerzo cortante, para Zapatas sobre Arcillas, para un Factor de Seguridad, FS = 3.

Sustento Teórico:

$$q_{adm(neta)} = \frac{q_d}{3} = 1.713c \quad (\text{Braja, Das})$$

Leyenda:

$q_{adm(neta)}$: Capacidad de Carga Neta Admisible, al esfuerzo cortante, en kg/cm², sin tomar en cuenta el aporte de la Presión Total de Sobrecarga, q (overburden).

q_d : Capacidad de Carga Ultima del suelo al Esfuerzo Cortante

q : Presión Total de Sobrecarga del suelo, q (overburden), a nivel de desplante de la cimentación ($q = \gamma_{nat} D_f$).

c_{uu} : Cohesión del suelo no drenada, no consolidada, ubicado bajo la cimentación, medido in sito con DPL.

γ_{nat} : Peso Volumétrico Natural del suelo ubicado sobre el nivel de desplante de la cimentación.

D_f : Profundidad de desplante de la Losa.

Estas expresiones toman en cuenta lo siguiente:

Las Arcillas están Saturadas (caso más desfavorable), por tanto:

$$\gamma' = 0 \quad N = 0, \quad N_c = 5.14, \quad N_q = 1.00$$

Así mismo:

Las cargas son verticales, y:

$$c_{uu} = 0.075 C_n N \quad (\text{Bowles})$$

N = Menor valor de N , del ensayo de DPL, medido en campo

$$C_n = \text{Factor de Corrección} = 1.7 - 0.54 \log (LL)$$

Datos para el Cálculo de la Cohesión:

$$N = 12$$

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

$$LL = 16.72 \%$$

$$C_n = 1.04$$

4.2.10. Cálculo de la cohesión:

$$C_{uu} = 0.075 \times 12 \times 1.04 \times 0.50 = 0.47 \text{ kg/cm}^2$$

4.2.11. Capacidad de Carga Neta Admisibile

$q_{adm(neta)}$ = Capacidad de Carga Neta Admisibile, al esfuerzo cortante, en:

$$q_{adm(neta)} \approx 0.81 \text{ kg/cm}^2$$

4.3. Estudio del agua

El agua es un componente de nuestra naturaleza que ha estado presente en la Tierra desde hace más de 3.000 millones de años, ocupando tres cuartas partes de la superficie del planeta. Su naturaleza se compone de tres átomos, dos de oxígeno que unidos entre sí forman una molécula de agua, H₂O, la unidad mínima en que ésta se puede encontrar. La forma en que estas moléculas se unen entre sí determinará la forma en que encontramos el agua en nuestro entorno; como líquidos, en lluvias, ríos, océanos, camanchaca, etc., como sólidos en témpanos y nieves o como gas en las nubes.

Gran parte del agua de nuestro planeta, alrededor del 98%, corresponde a agua salada que se encuentra en mares y océanos, el agua dulce que poseemos en un 69% corresponde a agua atrapada en glaciares y nieves eternas, un 30% está constituido por aguas subterráneas y una cantidad no superior al 0,7% se encuentra en forma de ríos y lagos.

4.3.1. Generalidades

Con los resultados de la caracterización de las aguas del río Puinahua, se extraen los datos básicos de origen del río, características intrínsecas propias de cada fuente, las muestras tomadas en el lugar de captación y sometidas a ensayos para cálculo de dosis óptima, concentraciones óptimas, pH óptimo y otros; posteriormente la simulación de la Planta de Tratamiento de Agua Potable realizada con equipos de Pruebas de Jarra para el cálculo de las gradientes óptimas y tasa de sedimentación óptima.

El diseño hidráulico de las unidades de tratamiento de agua se basa en los resultados de laboratorio y de los gráficos vertidos en este estudio.

4.3.2. Geografía

La el Rio Puinahua es afluente del río Ucayali, río principal de la Amazonia que se forma en la confluencia del río Tambo y el río Urubamba, en la vertiente oriental andina. Fluye en suave pendiente hacia el norte del país hasta juntarse con el río Marañón, dando ambos origen al río Amazonas.

El río Ucayali tiene más de 1.900 km de longitud, de los que el 80% son navegables por embarcaciones de hasta tres mil toneladas.

Los afluentes más importantes son el río Cohenga, el río Tahuania, el río Sheshea, el río Tamaya, el río Tapiche, el río Pachitea y el río Aguaytía.

Sus principales puertos están en las ciudades de Pucallpa, Contamana y Requena.

Captación actual en el rio puinahua, el agua es suministrada a la población directamente sin tratamiento.

4.3.3. Conceptos teóricos

4.3.3.1. Mezcladores - Mezcla Rápida

El objetivo de estas unidades en el proceso de coagulación es la obtención de las condiciones de gradiente de velocidad y tiempo de retención para producir una mezcla homogénea del coagulante con la masa de agua y lograr la máxima desestabilización de las partículas.

4.3.3.2. Flocladores

La función de las unidades de floculación es ayudar al crecimiento del flóculo, mediante condiciones óptimas de velocidad y tiempo, para dar origen a un flóculo suficientemente grande y pesado que decante con facilidad.

4.3.3.3. Decantadores

Se entiende por decantación la sedimentación de partículas floculentas, formadas por la aglomeración de partículas discretas en suspensión, mediante la acción de una sustancia química con propiedades coagulantes.

4.3.3.4. Filtros

La filtración es el proceso de tratamiento final de las unidades relacionadas con la remoción física de partículas, entre las cuales las de mayor importancia sanitaria son los microorganismos patógenos. Por este motivo, es esencial que los filtros presenten altos niveles de eficiencia en forma constante y permanente. La función de estas unidades es de pulimento, para lo cual no deben recibir un agua decantada con más de 2 UNT.

Los filtros se evalúan básicamente a partir de su capacidad para lograr una calidad de agua tratada menor o igual a 0,10 UNT el 95% del tiempo, excluyendo el periodo de 15 minutos posterior al retrolavado, basado en los máximos valores registrados a través de controles cada 4 horas. Se puede aceptar que la turbiedad ascienda a 0,30 UNT después del retrolavado, para recuperarse a menos de 0,10 UNT en 15 minutos.

4.3.3.5. Ph - Potencial de Hidrogeno

El pH es una medida de la acidez o basicidad de una solución. El pH es la concentración de iones o cationes hidrógeno $[H^+]$ presentes en determinada sustancia. La sigla significa "potencial de hidrógeno" (pondus Hydrogenii o potentia Hydrogenii; del latín pondus, n. = peso; potentia, f. = potencia; hydrogenium, n. = hidrógeno). Este término fue acuñado por el químico danés Sørensen, quien lo definió como el logaritmo negativo de base 10 de la actividad de los iones hidrógeno. Esto es:

$$pH = -\log_{10} [a_{H^+}]$$

Desde entonces, el término "pH" se ha utilizado universalmente por lo práctico que resulta para evitar el manejo de cifras largas y complejas. En disoluciones diluidas, en lugar de utilizar la actividad del ion hidrógeno, se le puede aproximar empleando la concentración molar del ion hidrógeno.

Por ejemplo, una concentración de $[H^+] = 1 \times 10^{-7} \text{ M}$ (0,0000001) es simplemente un pH de 7 ya que: $pH = -\log[10^{-7}] = 7$.

El pH típicamente va de 0 a 14 en disolución acuosa, siendo ácidas las disoluciones con pH menores a 7, y básicas las que tienen pH mayores a 7. El pH = 7 indica la neutralidad de la disolución (donde el disolvente es agua).

Se considera que p es un operador logarítmico sobre la concentración de una solución: $p = -\log[...]$, también se define el pOH, que mide la concentración de iones OH^- .

Puesto que el agua está disociada en una pequeña extensión en iones OH^- y H^+ , tenemos que:

$K_w = [H^+][OH^-] = 10^{-14}$ en donde $[H^+]$ es la concentración de iones de hidrógeno, $[OH^-]$ la de iones hidróxido, y K_w es una constante conocida como producto iónico del agua.

Por lo tanto,

$$\log K_w = \log [H^+] + \log [OH^-]$$

$$-14 = \log [H^+] + \log [OH^-]$$

$$14 = -\log [H^+] - \log [OH^-]$$

$$pH + pOH = 14$$

Por lo que se puede relacionar directamente el valor del pH con el del pOH.

En disoluciones no acuosas, o fuera de condiciones normales de presión y temperatura, un pH de 7 puede no ser el neutro. El pH al cual la disolución es neutra estará relacionado con la constante de disociación del disolvente en el que se trabaje.

4.3.4. Características del agua

El agua cubre tres cuartas partes de la superficie de la Tierra (mares, ríos, lagos, etc.) y constituye del 50% al 90% por peso, de todas las plantas y animales; Su gravedad específica es: 1. Calor específico: 1. A presión atmosférica normal hierve a 100° C y se congela a 0° C; Alcanza su densidad máxima a los 4° C (un gramo por cm³), en las propiedades del agua se han basado múltiples medidas físicas, como la graduación del termómetro, el peso específico, el calor específico, etc. El agua es indispensable para la vida, por sus muchas reacciones químicas en las que entra, de las cuales la más importante es la hidrólisis de los hidratos de carbono, grasas y proteínas, paso esencial en la digestión y asimilación de alimentos.

Se sabe que el origen de la vida estuvo en el agua, donde se desarrollaron los primeros organismos, que, al evolucionar, pudieron colonizar la Tierra. El agua es igualmente el constituyente mayor de los seres vivos, estando incorporada a sus tejidos y órganos. Así, y a modo de ejemplo, podemos indicar que el tejido adiposo contiene entre un 22%

y un 34% de agua, y en el hígado y corazón la proporción oscila entre un 70% y 80%. El tejido con mayor contenido en agua es el nervioso, con una proporción entre el 82% y 94%.

El agua, en el cuerpo se encuentra en cantidades considerables y en mayor proporción en los tejidos que tienen mayor actividad, En el tejido óseo sólo en un 22%,, mientras que en el nervioso hasta en un 85%. Puede estar libre, conteniendo sustancias minerales u orgánicas en disolución o combinada con ciertos cuerpos. También se presenta retenida, por absorción, por ciertas sustancias dentro de las células, Su papel es muy importante, hasta el punto que una pérdida de agua del 15% produce graves trastornos en los animales superiores. En los inferiores, da lugar al enquistamiento, o a la adopción del estado de vida latente. Es el medio de disolución de los componentes minerales y orgánicos del protoplasma celular y gracias a ella pueden realizar las siguientes acciones:

- Construir el medio de dispersión de los coloides del protoplasma; Hacer posible la mayoría de las reacciones que tienen lugar dentro de las células.

- Servir de vehículo de transporte para las sustancias alimenticias al interior del organismo.

Servir, asimismo, de vehículo para los intercambios materiales intraorgánicos y para la eliminación de los productos de desecho sólidos.

Contribuye a regular la temperatura del cuerpo en los animales homeotermos, debido a su gran capacidad calorífica.

Al disociarse en sus iones H^+ y OH^- aumenta la concentración de hidrogeniones en el protoplasma. El estado de los coloretos del protoplasma depende de esta concentración capaz de hacer variar el pH. El pH que debe ser constante en los seres vivos se altera por las

numerosas reacciones del metabolismo, pero por su sistema regulador que depende de la concentración de iones H^+ , volver a su estado normal.

Al disociarse el agua en sus elementos hace variar la presión parcial de estos dos gases en el organismo. Este Fenómeno tiene importancia fisiológica, sobre todo en los fenómenos respiratorios.

El agua no tratada se llama "agua natural" y el agua tratada se le llama "agua Depurada", También: "El agua potable no debe tener sabor ni olor extraños. Desde luego, conviene que el agua contenga cierta cantidad de sal, pues, en caso contrario, resulta insípida".

El agua potable no debe tener sabor ni olor extraños, así, por ejemplo, en el agua que contenga hierro puede formarse ácido sulfhídrico. "Debe ser inodora, tanto en frío como en caliente desprende leve alcalización, debe poseer un sabor agradable que le confieren las sales y gases disueltas en ella".

La temperatura óptima del agua es de $5^{\circ}C$ a $15^{\circ}C$, e agua demasiado fría puede ser perjudicial a la salud y demasiado caliente no resulta refrescante.

"Los límites aceptables varían entre 5 y $15^{\circ}C$, pero la temperatura óptima debe considerarse la comprendida en el intervalo de 10 a $12^{\circ}C$ ".

Condiciones bacteriológicas del agua: El agua potable debe tener escasas bacterias, el agua de buena calidad presenta el límite admisible de 100 bacterias por centímetro cúbico de agua. Desde el punto de vista bacteriológico, el agua potable debe de tener menos de 200 colonias bacterianas de mesofílicos aeróbicos por mililitro de muestra. Un máximo de dos organismos coliformes totales en 100 ml de muestra y no contener organismos coliformes fecales en 100 ml de muestra. Fuentes de agua pueden ser: Los embalses, formados a partir de ríos caudalosos y los manantiales y los pozos, que constituyen uno de los métodos más antiguos para la obtención del agua. Cuanto más profundo es el pozo,

mejor calidad física y bacteriológica tiene el agua, porque conforme va atravesando las diferentes capas de suelo y del subsuelo se va eliminando las impurezas.

"En todo momento de nuestro quehacer diario debemos estar conscientes de que, aunque hoy este recurso nos parece muy abundante, puede ocurrir, que en un futuro cercano llegue a escasear seriamente",003

La potabilización: serie de procesos para hacer el agua apta para bebida comprende: Coagulación, ablandamiento, eliminación de hierro y manganeso, eliminación de olor y sabor, sedimentación, filtración, control de corrosión, evaporación y desinfección.

El agua potable que procede de aguas superficiales es preciso esterilizarla, la desinfección debe aplicarse en el uso de agua potable, para liberarla de gérmenes patógenos en forma habitual y patente. Podemos tratarla utilizando métodos como filtración, ebullición, desinfección. El proceso de Desinfección es cuando se elimina completamente los microorganismos del agua por métodos como adición de cloro, ozono a por radiación de luz ultravioleta entre otros.

La ebullición del Agua, es aplicable para pequeñas cantidades de agua, por ejemplo, en los usos domésticos. Después de hacer hervirla y cuando se enfríe, es recomendable hacerse pasar varias veces de un recipiente a otro. De esta manera con el aire, se convierte en una sustancia digestiva. Sedimentar es asentar por efecto gravitacional las partículas sólidas que hay, en el agua y se puede hacer de varias maneras. Sedimentación: Es el aislamiento por gravedad de las partículas sólidas contenidas en el agua, puede ser simple o secundaria.

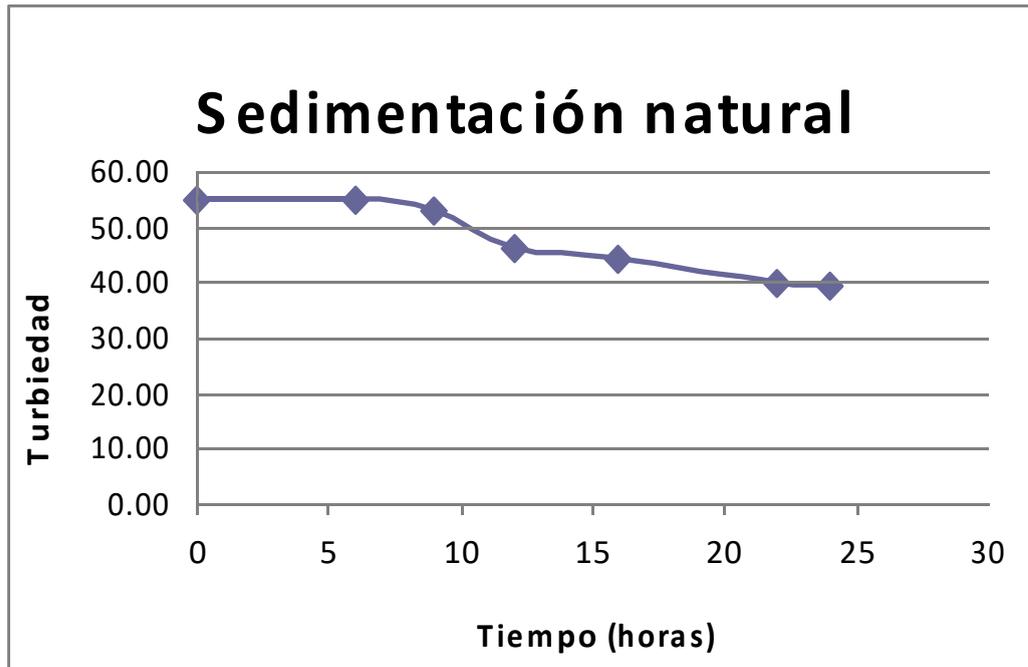
4.3.5. resultados de los análisis del rio puhinahua zona de captación.

Las tomas de muestras se realizaron en la zona de captación al margen del Rio Puinahua, en el lugar se construirá y se ubicara una balsa

metálica pequeña flotante, con electro bombas que impulsaran el agua hacia la planta de tratamiento de agua potable en la localidad de Bretaña.

4.3.5.1. SEDIMENTACION NATURAL

Se tomó una muestra de agua del Rio Puinahua en la localidad de Bretaña y se realizó la prueba de sedimentación natural, obteniéndose los siguientes resultados:



SEDIMENTACION NATURAL	
TIEMPO	TURBIEDAD
(horas)	(UNT)
24	39.68
22	40.12
16	44.56
12	46.24
9	53.00
6	55.00
0	55.00

Nota:

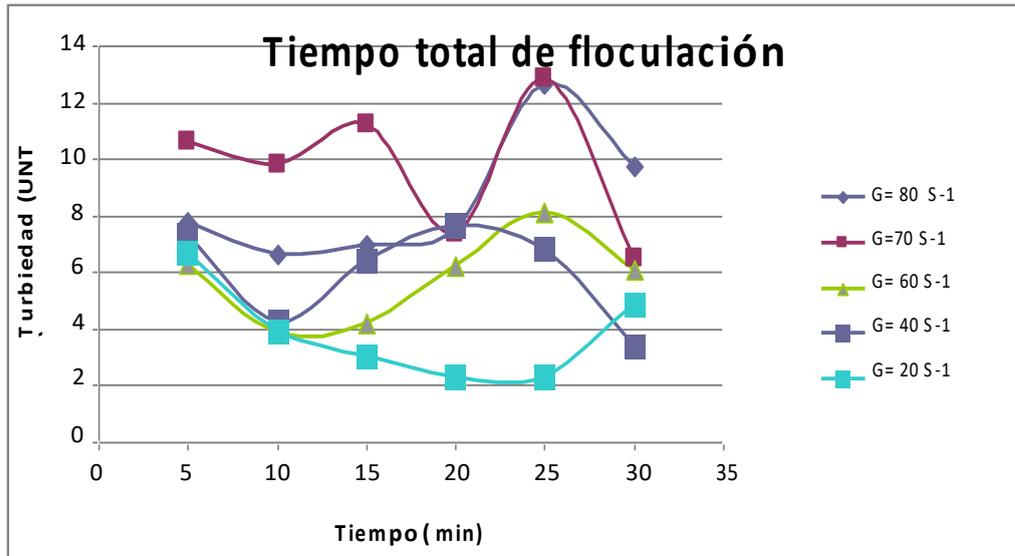
Dentro de los parámetros de la sedimentación natural, podemos observar que la presencia de material fino prácticamente no sedimenta, a las 24 horas de quietud la turbiedad persiste en 39.68 UNT.

4.3.5.2. FLOCULACION MEDIANTE SULFATO DE ALUMINIO

Las tomas de muestras se han realizado en la zona de captación para la Planta de Tratamiento de Agua Potable de la localidad Bretaña sobre el Rio Puinahua, afluente del río Ucayali, para ello debe indicarse que las aplicaciones de los análisis nos deben llevar a especificar las gradientes y tiempos óptimos, para el diseño de la unidad de floculación convencional, la que se ha seleccionado la de flujo horizontal por ser la de mejor aplicación para el caudal a tratar y por ser netamente hidráulica sin el uso de energía adicional (eléctrica).

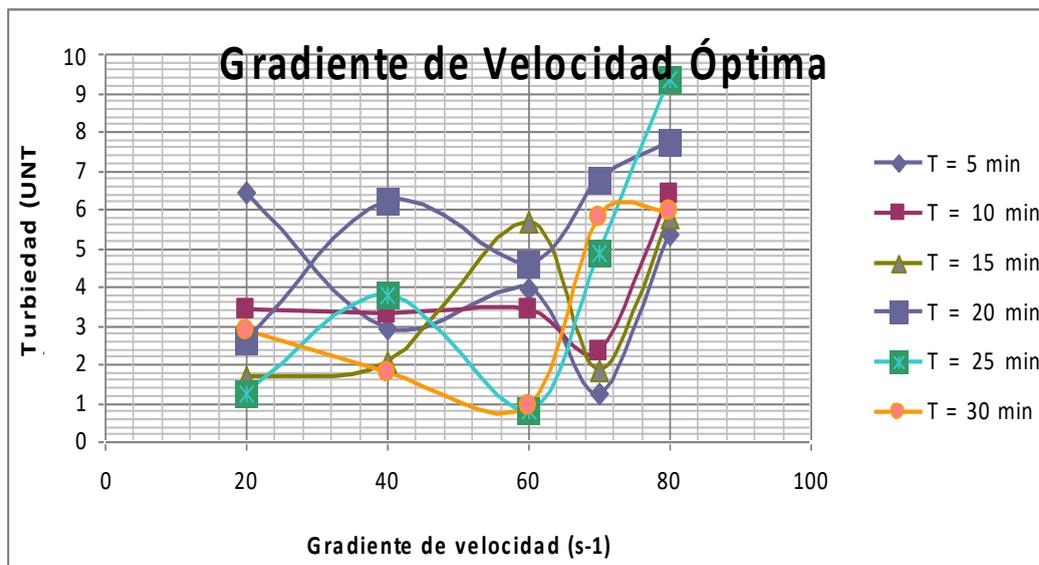
Resultados de los análisis:

PARAMETROS DE FLOCULACION							
Turbiedad:55 unt		tiempo (min)					
gradiente	velocidad	5	10	15	20	25	30
80	58	7.81	6.6	6.98	7.53	12.67	9.72
70	53	10.62	9.84	11.25	7.39	12.87	6.51
60	47	6.27	3.84	4.22	6.19	8.09	6.07
40	35	7.32	4.28	6.41	7.64	6.81	3.35
20	22	6.7	3.94	3.05	2.28	2.33	4.86



Tiempo óptimo de floculación de acuerdo a los resultados se encuentra entre 20 y 25 minutos, tomamos 21 minutos un promedio.

Gráfico de la gradiente de Velocidad Óptima.



Representación gráfica.

Se observa y se seleccionan las siguientes gradientes:

Primera gradiente: 70 seg -1

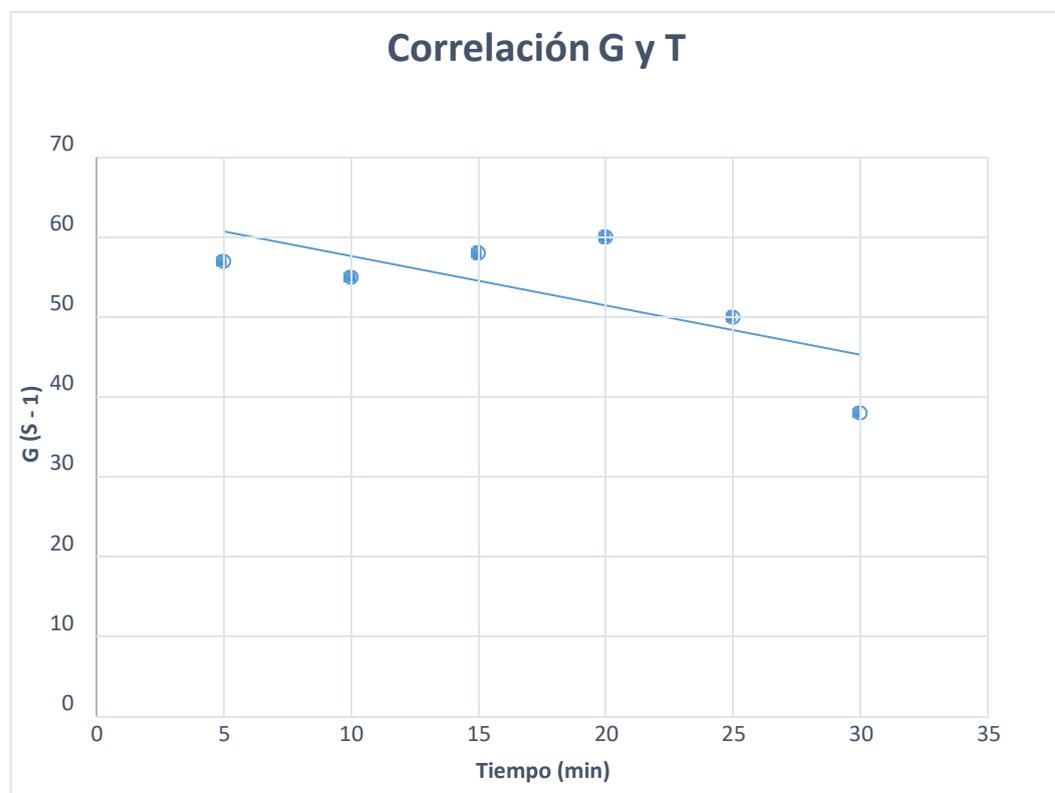
Segunda gradiente: 40 seg -1

Tercera gradiente: 20 seg -1.

Se diseñara un floculador horizontal para un tiempo de floculación de 21 minutos.

Datos:

Y	X
5	57
10	55
15	58
20	60
25	50
30	38



4.3.5.3. SEDIMENTACION

Para el cálculo de sedimentación con la dosis óptima 150 ppm, utilizando el pH natural, para una turbiedad de 55 UT, mediante Prueba de Jarra se obtiene:

PARAMETROS DE DECANTACION									
Tiempo de	Velocidad de Vs (cm/s)	8.55	turbiedad			Promedio			UNT
			1	2	3				
60	0.1	8.55	54	55		54.5			0.991
120	0.05	8.55	48	50		49			0.891
240	0.025	8.55	9.03	9.16		9.1			0.165
300	0.02	8.55	6.11	6.01		6.06			0.11
360	0.016	8.55	5.6	5.43		5.515			0.1
600	0.01	8.55	2.22	2.29		2.255			0.041

Nota: profundidad de toma de muestra 6 cm, dosis 150 ppm, turbiedad de 55 UNT.

Datos:

$h = 6 \text{ cm}$

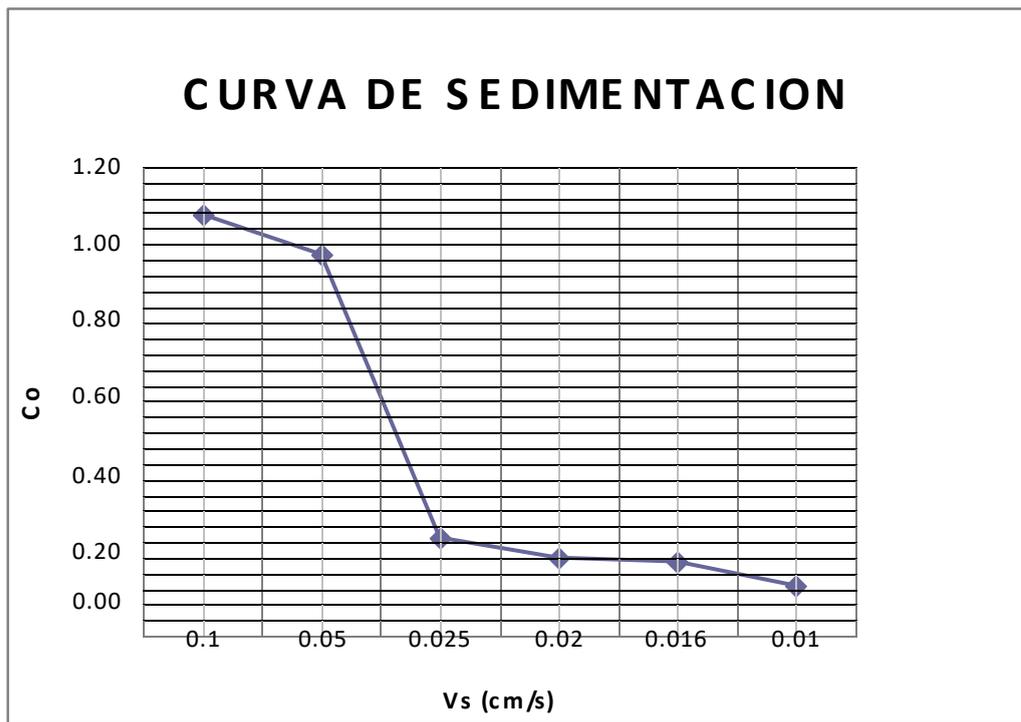
$T_0 = 55 \text{ UNT}$

4.3.5.4. TASA DE SEDIMENTACION

Se selecciona una tasa coherente ya que la turbiedad no va hacer el problema en el tratamiento de agua, sino la remoción de color.

A continuación se observa los valores respectivos de la tasa de sedimentación:

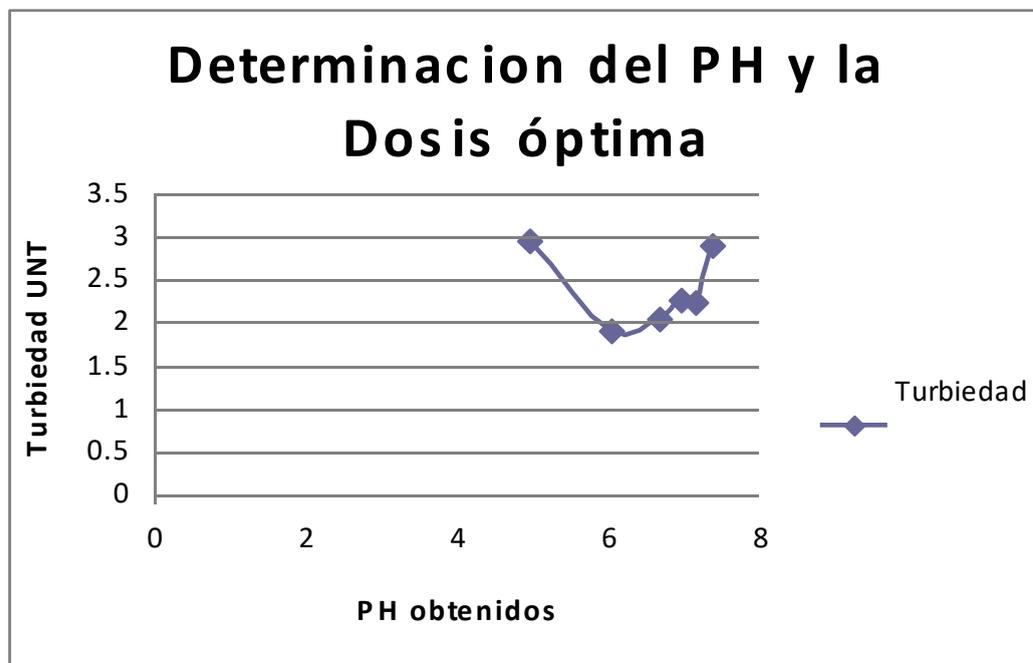
SELECCIÓN DE TASA DE DECANTACION					
q (m ³ /m ² /d)	Vs (Cm/s)	Co (Tf / To)	Rt (%)	Tr (UNT)	Tf (UNT)
20	0.023	0.146	1	55	0
30	0.035	0.523	0.9267	51	4
35	0.041	0.712	0.8649	47.58	7.42
40	0.046	0.815	0.7903	43.46	11.54
50	0.058	0.917	0.7419	40.8	14.2
60	0.069	0.924	0.7085	38.96	16.04



Tasa de sedimentación seleccionada 20 m³/ m²-día, permitirá una turbidez final menor de 2.

4.3.5.5. DETERMINACION DEL PH ÓPTIMO

Para la determinación del pH, primeramente se ha tomado una muestra de agua en la captación para la Planta de Tratamiento de la localidad de Bretaña, en el Rio Puinahua.



4.3.5.5.1. Determinación de ph y dosis optima

Turbiedad del agua cruda 55 UNT

Ph: 7,41

Dosis optima de alumina 150 ppm

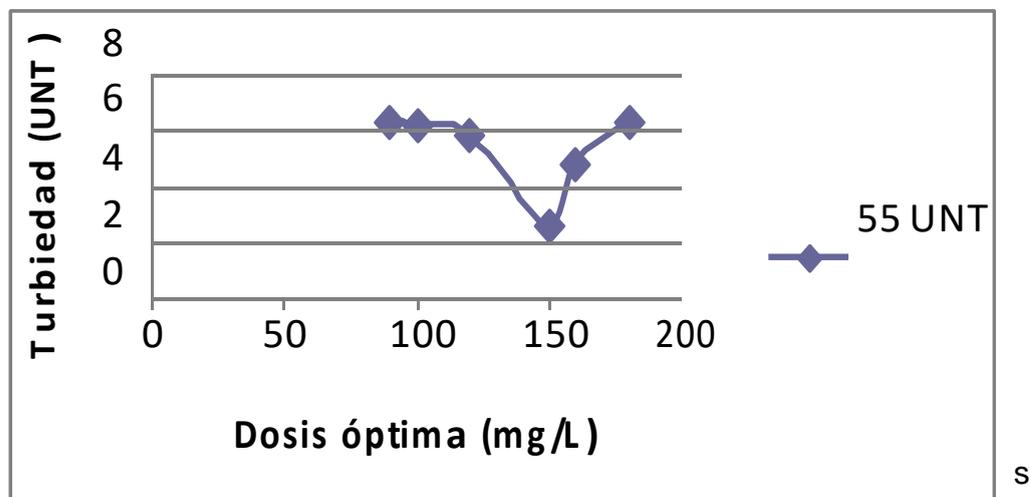
Color:

100Pt/Co

Jarra	p H ajustados	p H obtenidos	Turbiedad
1	5.13	4.96	3.3
2	6.41	6.03	2.27
3	6.83	6.68	2.41
4	7.11	6.94	2.63
5	7.41	7.13	2.6
6	7.76	7.36	3.24

4.3.5.6. DOSIS ÓPTIMA DEL COAGULANTE

Los cálculos se realizan sobre el coagulante mas usado en la Región Loreto que e



El sulfato de aluminio.

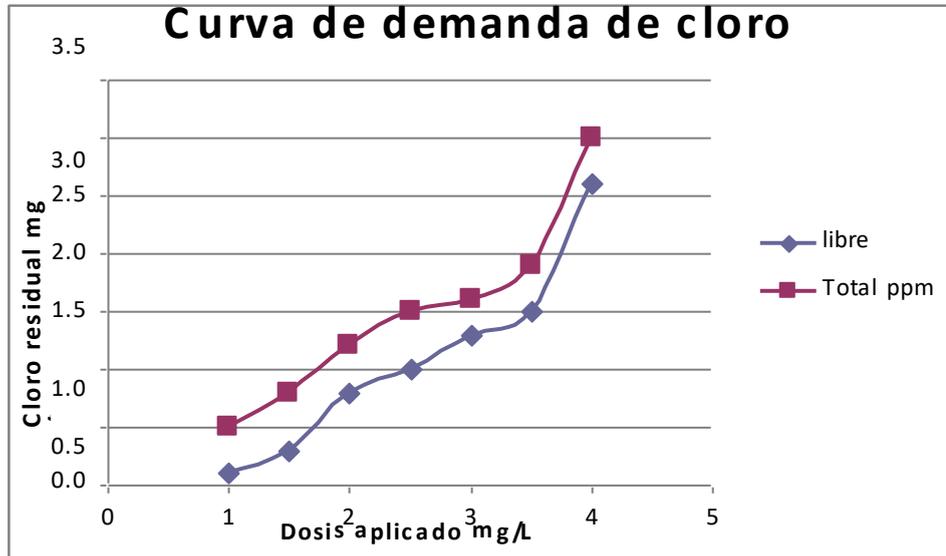
DOSIS ÓPTIMAS		
Dosis	Sulfato	Turbirdad
Jarra	ppm	(UNT)
1	90	6.51
2	100	6.4
3	120	6
4	150	2.8
5	160	5
6	180	6.45

CONCENTRACION ÓPTIMA DEL COAGULANTE

CONCENTRACION OPTIMA DE COAGULANTE	
C (%)	Turbiedades del agua cruda
0.1	55
1	43
2	2.8
5	3.33
	6.48

Concentración óptima 1 %.

4.3.5.7. DETERMINACION DE CLORO RESIDUAL – TIEMPO DE CONTACTO.



Nº	CLORO		HORA DE ADICION	HORA DE ANALISIS	CLORO RESIDUAL		
	ppm	ml			LIBRE	TOTAL	COMBINADO
1	1	0.25	16:00	16:30	0.1	0.5	0.4
2	1.5	0.5	16:30	17:00	0.3	0.8	0.5
3	2	0.75	17:00	17:30	0.8	1.2	0.4
4	2.5	1	17:30	18:00	1	1.5	0.5
5	3	1.25	18:00	18:30	1.3	1.6	0.3
6	3.5	1.5	18:30	19:00	1.5	1.9	0.4
7	4	1.75	19:00	19:30	2.6	3	0.4

Hipoclorito de calcio al 65%

Demanda de cloro al BREAK POINT=ppm de cloro adicionando en el break point – ppm del cloro residual total.

$$\text{Demanda} = 3.5 - 1.9 = 1.6 \text{ ppm}$$

Se requiere 3.5 ppm de cloro al 99.9% para obtener un residual de 1.5 con un tiempo de contacto de 30 minutos.

ANÁLISIS FÍSICO Y BACTERIOLÓGICO		
INFORMACIÓN GENERAL		
SOLICITANTE	:	TESISTAS
LOCALIDAD	:	BRETAÑA – REQUENA – LORETO.
FUENTE	:	RIO PUINAHUA
TIPO	:	SUPERFICIAL
FECHA DE MUESTREO	:	16/11/2019
FECHA DE ANÁLISIS	:	22/12/2019
PARAMETRO FISICO	UNIDAD	RESULTAD
01, ASPECTO		RESULTAD
02, COLOR	Pt/Co	100
02, OLOR		INOLORO
03, TEMPERATURA	° C	26
04, PH	UNIDAD	7.41
05, TURBIEDAD	UNT	55
06, OXIGENO DISUELTO	mg/L	4.25
07, % OXIGENO DISUELTO (saturac		
09, SOLIDOS TOTALES DISUELTO	mg/L	84
09, CONDUCTIVIDAD	uS/cm	167
BACTERIOLÓGICO	UNIDAD	
COLIFORMES TOTALES	RESULTADO NMP/ 100 mL	
COLIFORMES FECALES	NMP/ 100 mL	7.8
PROTOZOARIOS		
englema sp, trachelomonas sp, trachelomonas volvocinopsis, leposinelis salina, englema aws		
englema spyrogyra, trachelomonas scabra, trachelomonas grandis.		
AL GAS	Parameiun sp,	
DIATOMEAS	Navicola sp, navicola lanceolada, goniponema sp, nitzschia sp pinnularia sp, pandorina, scenedesmas	
CYANOPHICEAF	Synochococcus leopoliensis, oscillatoria sp	
ZYGNEMATALES	Cosmarium sp, chlorophytas sp, chlamydomonas sp	
Gran cantidad de rotíferos		
No hay presencia de huevo de ascariis lumbricoide		
Hay presencia de huevo de zancudo.		

4.4. Diseño del sistema de agua potable

4.4.1. Generalidades

4.4.1.1. Consideraciones generales

El presente Calculo Hidráulico se basa en el dimensionamiento de los sistemas de tratamiento de Agua Potable, Redes de Distribución representadas en wátercad, cálculos de línea de impulsión.

Con respecto al diseño de la Planta de Tratamiento de Agua Potable, para el diseño se ha seleccionado y considerando las recomendaciones realizadas por La OPS y OMS; y los estudios realizados por DIGESA con respecto al tema, para plantas de tratamiento de agua potable de filtración rápida. Donde se incluye el diseño de unidad de mezcla rápida, floculador de flujo horizontal, sedimentador de flujo horizontal convencional, Filtros rápidos o de ser el caso filtros tipo bidondo a presión metálica.

Con respecto a las redes de agua potable, los cálculos se realizaron tomando en consideración la simulación de redes de abastecimiento de agua con el software watercad, utilizando como fórmula para tuberías presurizadas la de Hazen y Williams.

La fórmula de Hazen-Williams, también denominada ecuación de Hazen-Williams, se utiliza particularmente para determinar la velocidad del agua en tuberías circulares llenas, o conductos cerrados es decir, que trabajan a presión.

Su formulación en función del radio hidráulico es:

$$V = 0,8494 * C * (Rh)^{0,63} * S^{0,54}$$

en función del diámetro:

$$Q = 0,2785 * C * (D)^{2,63} * S^{0,54}$$

Donde:

$R_h = \text{Radio hidráulico} = \text{Área de flujo} / \text{Perímetro húmedo} = D_i / 4$

$V = \text{Velocidad media del agua en el tubo en [m/s]}.$

$Q = \text{Caudal ó flujo volumétrico en [m}^3\text{/s]}.$

$C = \text{Coeficiente que depende de la rugosidad del tubo.}$

90 para tubos de acero soldado.

100 para tubos de hierro fundido.

140 para tubos de PVC.

128 para tubos de fibrocemento.

150 para tubos de polietileno de alta densidad.

$D_i = \text{Diámetro interior en [m]}. (\text{Nota: } D_i/4 = \text{Radio hidráulico de una tubería trabajando a sección llena})$

$S = [(\text{Pendiente} - \text{Pérdida de carga por unidad de longitud del conducto}) \text{ [m/m]}].$

Esta ecuación se limita por usarse solamente para agua como fluido de estudio, mientras que encuentra ventaja por solo asociar su coeficiente a la rugosidad relativa de la tubería que lo conduce, o lo que es lo mismo al material de la misma y el tiempo que este lleva de uso.

4.4.1.2. Watercad

Es un software comercial de análisis, modelación y gestión de redes a presión (sistemas de distribución o de riego), propiedad de la Empresa de Software Bentley Systems, Incorporated que produce soluciones para el diseño, construcción y operación de infraestructuras en diversos campos. WaterCAD permite la simulación hidráulica de un modelo computacional representado en este caso por elementos tipo: Línea (tramos de tuberías),

Punto (Nodos de Consumo, Tanques, Reservorios, Hidrantes) e Híbridos (Bombas, Válvulas de Control, Regulación, etc.).

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

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

El software además de contar con una interfaz gráfica autónoma (Windows Stand Alone), puede trabajarse de manera integrada entornos CAD como los son AutoCAD y Bentley MicroStation.

4.4.2. Consideraciones previas de los cálculos hidráulicos

Para la elaboración del trabajo de investigación se ha tenido en cuenta los siguientes cálculos hidráulicos para dimensionamiento:

Se diseñan las unidades de tratamiento de agua potable basándose en el estudio de caracterización de agua del río Ucayali, realizada para la localidad de Bretaña, Provincia de Requena, Departamento de Loreto.

La fuente de Agua "Río Ucayali" de mucho caudal, se considera inagotable, al igual que el río Amazonas o Marañón, por lo que la fuente es segura.

La EPS Sedaloreto S.A. no cuenta con un proyecto viable ni en proceso de elaboración, sobre las áreas en estudio; la entidad prestadora de servicios no tiene en sus planes obras en esa parte del Departamento de Loreto, basándose únicamente sobre su jurisdicción que son Iquitos, Yurimaguas y Requena.

Los cálculos para dimensionamiento de tuberías de distribución e impulsión de PVC para agua potable se realizaron aplicando la fórmula semiempírica de Hazen y Williams.

4.4.2.1. Antecedentes

Existen en la localidad de Bretaña estructuras de un sistema antiguo de agua potable, se observa en toda la longitud del pueblo piletas y tanques para almacenamiento de agua, pero todo este sistema está en desuso, y las veces que se reparó, se apreciaba que el agua de abastecimiento por pozos era muy deficiente ya que el agua primeramente no era tratada sino que directamente era para el consumo humano; posteriormente tenía sabor desagradable y los problemas comunes de sabor a óxido.

Puede decirse que esta solución es inadecuada teniendo una fuente inagotable como es el río Ucayali, que se encuentra en todo el margen de la Ciudad de Bretaña.

El proyecto Integral de Agua Potable de la Bretaña, que es el que se considera para el siguiente proyecto contempla:

- Planta de Tratamiento de agua potable.
- Unidades de Almacenamiento y
- Redes de distribución de agua potable.

4.4.2.2. Objetivo

El objetivo del proyecto es dotar de agua potable para la localidad de Bretaña y cubra la demanda, a la vez cubra la necesidad tanto en cantidad, calidad y presión, generando un confort en toda la localidad de Bretaña capital de distrito de Puinahua.

4.4.2.3. Ubicación

La zona del proyecto se ubica en la ciudad de Bretaña, Distrito de Puinahua, provincia de Requena, Departamento de Loreto.

4.4.2.4. Aspectos generales

Los moradores de la Ciudad de Bretaña capital del Distrito de Puinahua, acostumbrar bañarse en los ríos, o quebradas cercanas, debiéndose analizar este tema con respecto al gasto como ahorro en este tipo de actividad higiénica, vale indicar que la dotación asumida para el proyecto es de 110 lps.

4.4.2.5. Población beneficiaria

La población actual es de: 1 686 hab.

En el periodo intercensal 1 993- 2 017, tuvieron Una tasa de crecimiento de 1.97%.

4.4.2.5.1. Calculo poblacional

Datos generales:

N = Número de viviendas = 413

U = Número de hab. Por vivienda = 4.082

Año 2017 – población actual es de 1 686

Población actual: 1 686 hab.

Periodo de diseño (r): 20 años.

Dotación: 110 lts/hab-día.

Tasa de crecimiento aritmético (t): 1.97%

Calculo de Poblacion Futura Poblacion

Atual = 1686 Hab. Periodo de
diseño= 20 años Dotacion =
110 lts/hab-dia
Tasa de crecimiento Poblacional (t) = 1.97 % Según INEI

Crecimiento Aritmetico

Pob. Fut = Pob. Act. (1 + r t / 100)

Poblacion Futura = 2350 Habitantes

Crecimiento Geometrico

Pob. Fut = Pob. Act. (1 + r t / 100)

Poblacion Futura = Pob. Actual x (1 + r)^t

Poblacion Futura = 2491 Habitantes.

Caudal Promedio

$$Qp = \frac{\text{Dot} \times \text{Pob}}{86,400}$$

Qp = 3.17 LPS

Caudal Maximo Diario (Qmd) K1 = 1.3

Qmd= 1.3 x Qp

Qmd= 4.12 lps

Caudal Maximo Horario (Qmh) K2 = 2

Qmh= 2 x Qp

Qmh= 6.34 lps

Caudal a utilizar para diseño de Planta de Tratamiento

Volum. Reserva = 25% Qmd

Qpt = Qmd + Reserva = 4.12 + 1.03 = 5.15 lps

CAUDAL PARA DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO 6.00 lps

Volumen de Almacenamiento

V.alm = Volumen de Almacenamiento

V. Reg = Volumen de Regulacion. 25 - 30 % Volumen de demanda diaria

V. Inc = Volumen para Incendio 17.20 Para redondeo de Volumen de Reservorio

V.Res. = Volumen de Reserva 15% Volumen de Regulacion

V.alm. = V.Reg. + V.Inc. + V.Res.

V Reg. = 82.19 m3/dia +

V Inc. = 0.00 m3/dia Solo debe considerarse para poblac.mayores 10,000 hab.

V Res. = 12.33 m3/dia

V. alm.= 94.52 m3/dia

VOLUMEN DE RESERVORIO ELEVADO 100 M3

4.4.3. Captación

Mediante la construcción de un pontón metálico de dimensiones 3.00 x 4.00 m, con una super estructura metálica sobre el pontón de flotación, que servirá para proteger los equipos electromecánicos como son las bombas y estructuras del árbol metálico para el accionamiento del sistema de impulsión de la captación.

Estructuras de fijación como son los macizos de anclaje, cable de acero y válvula de aire para evitar problemas con operación en la línea de impulsión.

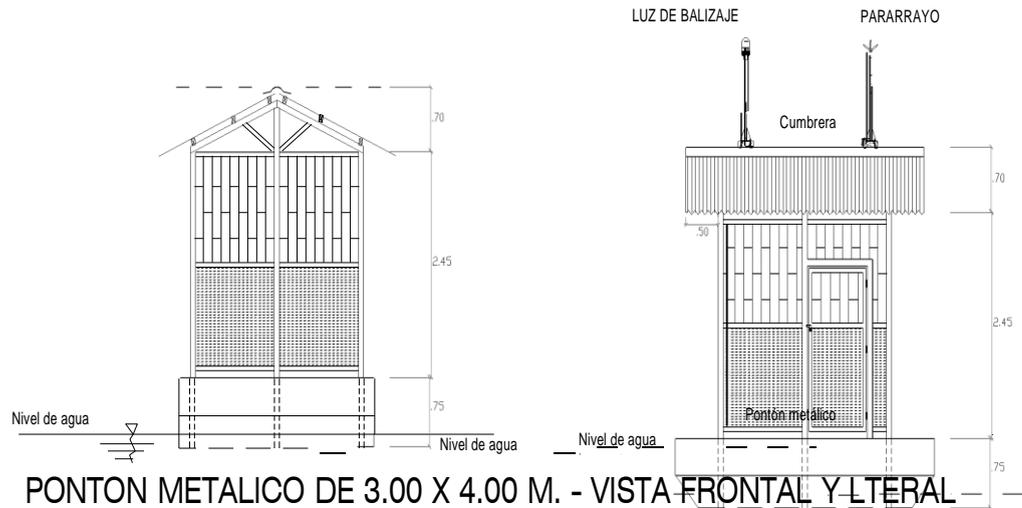
Instalación eléctrica complementaria para el accionamiento de las bombas y la iluminación del sistema.

La captación se realizar mediante un Pontón metálico Flotante de dimensiones 4.00 x 3.00 mts., en su interior se ubicaran dos motobombas de 3 HP de potencia aproximadamente, esta estructura contara con luz de balizaje.

Este sistema de impulsión ira conectada a una manguera flexible primeramente de 50 mts. lineales de diámetro 4", posteriormente después de conectarse a la transición en tierra, se cambiará el material de PVC que será de tubería PVC ISO 4422 de Ø 110 mm., interior 102 mm. Que culminara en la Planta de Tratamiento de Agua Potable, ingresando por el Vertedero Triangular de pared delgada.

El pontón contara con macizos de sujeción laterales (02 unidades) y otro sumergido, otra unidad importante en la capitación es el macizo de transición incluye válvula de alivio por ser una zona alta de esta línea y donde con seguridad se acumulara el aire.

El pontón estará sujeto mediante cables trenzados de 5/8" de espesor, las que sujetarán esta unidad flotante desde las bitas.



Distancia entre Pontón Flotante y Planta de Tratamiento. = 1,072.90 m.

Diferencia de Altura entre el Pontón Flotante y Planta de Tratamiento
= 8.00 mts.

Velocidad en Tuberías

$$V \text{ (m/s)} = Q \text{ (m}^3\text{/seg)} / (3.14 \times (D/2)^2).$$

Fórmula Hazen y Williams / Para Perdida de carga.

$$H_f = S \times L = \left(Q / (0.2785 \times C \times D^{2.63}) \right)^{1.85} \times L$$

Donde:

S = Pendiente.

Q = caudal (m³ / seg)

D = Diámetro en metros.

L = Longitud en metros

C = Coeficiente de Hanzen y Williams, C = 140 para PVC.

H_f = Perdida de Carga (mts).

Pérdida de Carga

Datos:

Longitud = 1,072.90 m.

Caudal = 6.00 lps. = 0.006 m³/seg.

C = 140

Diámetro = 102 mm.

H_f = 6.32 mts.

Verificación de Velocidad: - con Ø 102 mm. Equiv. a 4"

$V \text{ (m/s)} = Q \text{ (m}^3\text{/seg)} / (3.14 \times (D/2)^2)$.

V = 0.73 m/s.

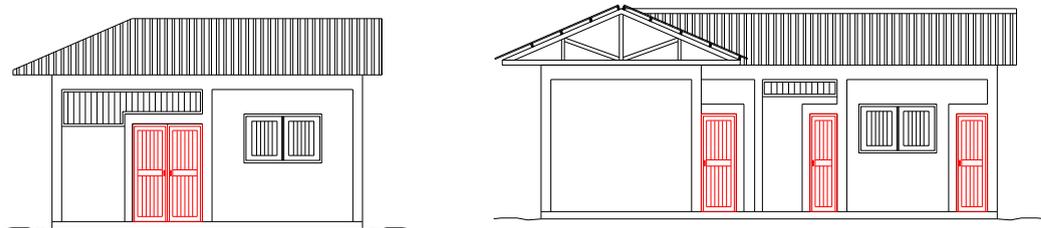
Si se toma Ø 83.4 mm. Equiv. A Ø 3"

$V \text{ (m/s)} = Q \text{ (m}^3\text{/seg)} / (3.14 \times (D/2)^2)$.

V = 1.10 m/s. y H_f = 16.82 mts. Aumenta

Se considera en la captación un sistema de anclaje.

Figura 6. Casa de Fuerza, Caseta de Bombeo y Sistema de Filtros



CASA DE FUERZA, DE FILTROS A PRESION Y DE BOMBEO

Esta infraestructura es de dimensiones vista de Planta:

Área de Casa de Fuerza : 3.83 x 3.83 m.

Área de Caseta de Bombeo: 3.83 x 3.83 m.

Área de Sistema de Filtros : 3.83 x 7.53 m.

(a) La casa e fuerza es una estructura completamente cerrada aislada de los otros ambientes, esta área servirá no solamente al grupo electrógeno de 20 KVA, sino servirá también para el almacenamiento de petróleo y herramientas necesarias.

(b) caseta de Bombeo, en esta área se instalaran los equipos electromecánicos, que bombearan el agua semitratada desde la cisterna de 64 m³ hacia el Reservorio de 100 m³, pasando por los filtros compactos a presión considerados también en el proyecto.

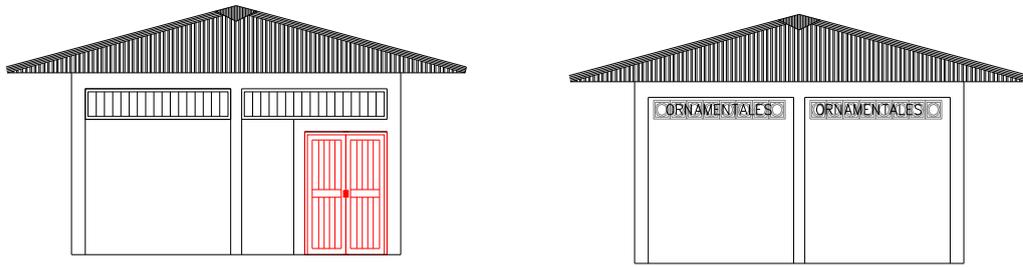
Debe tomarse en cuenta que en esta estructura deberán de instalarse todos los accesorios para la instalación del árbol de descarga, eléctrica y mecánicas.

(c) Casetas de Sistemas de Filtros, esta infraestructura sirve de protección a las unidades metálicas de filtración, la que consiste en filtros cilíndricos metálicos de Ø 1.00 m. y 1.20 mts de altura la que están complementadas por válvulas y accesorios que se utilizaran para cambiar el sentido del agua para cuando sea necesario el retro- lavado.

4.4.4. Laboratorio

Se refiere al ambiente estructural de dimensiones de planta 6.00 x 6.00 mts, que servirá de laboratorio, es decir donde se realizaran las pruebas de calidad de agua que van hacer necesarias para la operación de la Planta de Tratamiento de Agua Potable.

Figura 7. Laboratorio de planta de tratamiento



LABORATORIO DE PLANTA DE TRATAMIENTO

Esta estructura estará implementada mediante los siguientes equipos:

- Computadora e Impresora.
- Incubadora
- Juego de Placas Petri.
- Kit para medir el Cloro Residual.
- Microscopio para medición bacteriológica – Coniforme Fecales.
- Tubos Nessler, pipetas, etc.
- placas petri y todo lo necesario para el normal funcionamiento de la planta.

4.4.5. Vertedero triangular de ingreso de pared delgada

Esta estructura se utilizará para realizar las condiciones de mezcla rápida, necesarias para la dosificación de insumos químicos.

Se llama vertedero a la estructura hidráulica sobre la cual se efectúa una descarga a superficie libre. El vertedero puede tener diversas formas según las finalidades a las que se destine. Si la descarga se efectúa sobre una placa con perfil de cualquier forma, pero de arista aguda, el

vertedero se llama de pared delgada; cuando la descarga se realiza sobre una superficie, el vertedero se denomina de pared gruesa. Ambos tipos pueden utilizarse como dispositivos de aforo en el laboratorio o en canales de pequeñas dimensiones. El vertedero de pared gruesa se emplea además como obra de control o de excedencias en una presa y como aforador en grandes canales.

La utilización de vertederos de pared delgada está limitada generalmente a laboratorios, canales pequeños y corrientes que no lleven escombros y sedimentos. Los tipos más comunes son el vertedero rectangular y el triangular. La cara de aguas arriba debe ser instalada verticalmente y el borde de la placa debe estar cuidadosamente conformado. La estructura delgada está propensa a deteriorarse y con el tiempo la calibración puede ser afectada por la erosión de la cresta.

El vertedero triangular es preferido cuando las descargas son pequeñas, porque la sección transversal de la lámina vertiente muestra de manera notoria la variación en altura.

La relación entre la descarga y la altura sobre la cresta del vertedero, puede obtenerse matemáticamente haciendo las siguientes suposiciones del comportamiento del flujo:

1. Aguas arriba del vertedero el flujo es uniforme y la presión varía con la profundidad de acuerdo con la hidrostática ($p = \rho gh$).

2. La superficie libre permanece horizontal hasta el plano del vertedero y todas las partículas que pasan sobre el vertedero se mueven horizontalmente (en realidad la superficie libre cae cuando se aproxima al vertedero).

3. La presión a través de la lámina de líquido o napa que pasa sobre la cresta del vertedero es la atmosférica.

4. Los efectos de la viscosidad y de la tensión superficial son despreciables.

Ecuación para un vertedero rectangular de pared delgada:

Aplicando la ecuación de Bernoulli entre los puntos 1 y 2 sobre una misma línea de corriente, se obtiene:

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

Un coeficiente C_d determinado experimentalmente, se involucra para considerar el uso de las suposiciones, entonces:

C_d es conocido como Coeficiente de Descarga.

4.4.6. Floculador Hidráulico de flujo horizontal – 6 lps

Este sistema se encuentra inmediatamente después del Vertedero Triangular, el tipo de floculador proyectado es convencional de flujo horizontal de tres compartimientos diseñado para 6 lps.

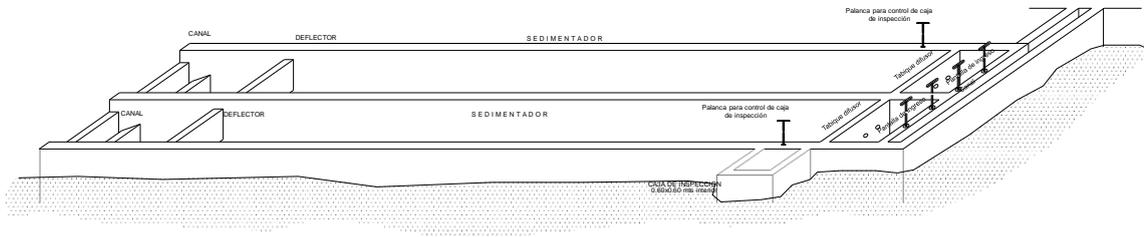
La finalidad de esta unidad es la formación y crecimiento o aumento de tamaño del floculador, hasta llegar posteriormente al sedimentador donde al sedimentar es retirado durante la limpieza de esta unidad.

A continuación se presenta un cuadro donde se distinguen las medidas y condiciones de dimensionamiento de esta unidad.

DESCRIPCION	Compartimiento N° 01	Compartimiento N° 02	Compartimiento N° 03
Velocidad	0.24	0.20	0.14
(m/s) Tiempo	6.00	6.00	6.00
(min.)	0.13	0.15	0.21
Espaciamiento de tabique a tabique	0.3431	0.1915	0.0614
Pérdida de carga	4.42x2.59	4.42x2.63	4.42x2.72
Area total interna de compartimiento	0.19	0.23	0.32

Espaciamiento de la punta del tabique y la pared

4.4.7. Sedimentador convencional y flujo horizontal



SEDIMENTADOR HORIZONTAL DE 6 LPS.

Es una Unidad de Tratamiento de dos compartimientos, uno se cierra mientras se lava el otro, el diseño esta hecho con la finalidad que se realice la operación de lavado sin ningún problema.

Dimensiones:

Largo = 2.00 m

Ancho = .20 m

Prof. H = .85 m

En esta unidad de tratamiento se depositaran los floc formados desde el vertedero triangular, pasando por la unidad de floculación que es donde el floc va tomando un tamaño y peso suficiente para poder sedimentarse sin problemas en esta unidad de tratamiento.

El sedimentador de flujo horizontal cuenta con dos compartimientos y cada unidad tiene cuatro áreas bien diferenciadas, que son:

Zona de Entrada, donde se distribuye el afluente mediante compuertas y un tabique difusor.

Zona de Sedimentación, Es la zona de mayor tamaño en área, cuando estas se van acercando a la zona de lodos, estas se apoyan una sobre otras, formando mallas que se van compactando y la velocidad de sedimentación se reduce en forma considerable, deb conocerse que estas unidades cuentan tres principios básicos:

La dirección del flujo es horizontal y la velocidad es la misma en todos los puntos de la zona de sedimentación.

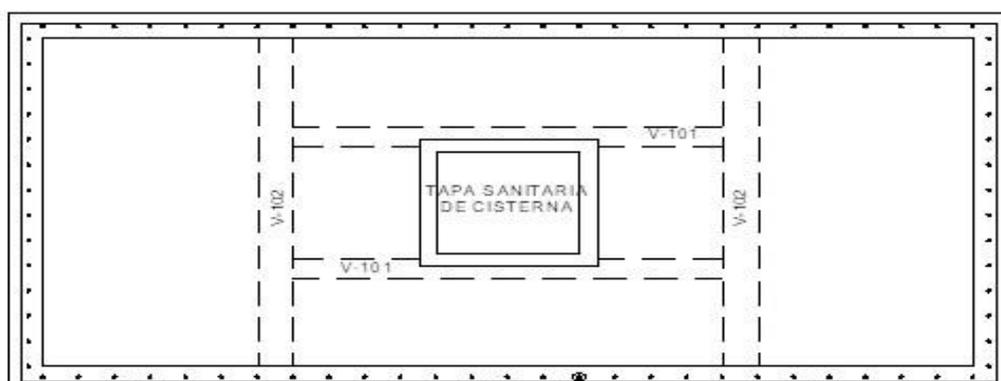
La concentración de partículas de cada tamaño es la misma en todos los puntos de la sección vertical, al comienzo de la zona de entrada.

Una partícula queda removida cuando llega a la zona de lodos.

Zona de lodos, esta zona es donde se depositan todos los sólidos en suspensión que por su propio peso o atracción iónica quedan atrapadas, vale mencionar que es la zona de remoción debe ser retirada cada determinado tiempo.

Zona de Salida, el tipo de estructura de salida determina en buena parte la mayor o menor proporción de partículas que pueden ser suspendidas en el flujo, en este caso se ha seleccionado dos vertederos de 1.20 mts. Cada uno para un compartimiento.

4.4.8. Cisterna – unidad de almacenamiento de 35 m³



En esta Unidad de almacenamiento de 64 m³ de capacidad, se almacenará agua semitratada proveniente del sedimentador, esta agua esta lista para ser filtrada, esta cisterna se complementa con un sistema de bombeo que impulsa esta agua hacia los filtros a presión para después terminar en el Reservorio Elevado de 100 m³ de capacidad, lista para ser distribuida.

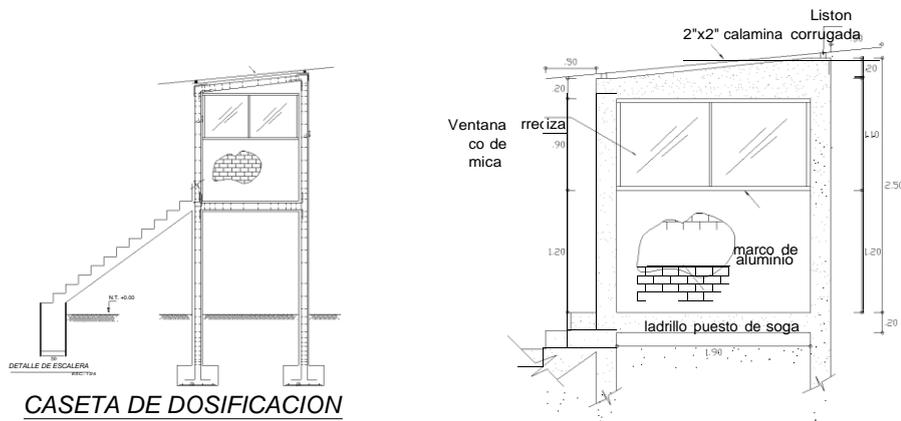
Dimensiones de Cisterna:

Largo de Cisterna : 5.20 m.

Ancho de Cisterna : 2.60 m.

Altura de Cisterna : 3.00 m. (Incluye Borde Libre).

4.4.9. Caseta de dosificación



Esta estructura sirve para poder contar con el espacio suficiente para la instalación de dosificadores de insumos químicos. En esta lugar se instalaran tres dosificadores equipos completo es decir balde de almacenamiento plástico, electro bomba de dosificación de insumos, mezcladora y manguera plástica transparente de Ø 1/2”.

Dimensiones de caseta dosificadora:

Ancho y Largo = 2.30 mts.

Altura = 4.70 m. hasta altura del techo, partiendo del nivel del piso.

4.4.10. Reservorio de 100 m3 de capacidad

Esta estructura de 100 m3 de capacidad de material noble, se diseña para suministrar agua a las redes de distribución para operación tipo cabecera.

Dimensiones de 24 mts. De altura total, y diámetro mayor de 6.90 mts.



4.4.11. Sistema eléctrico exterior

Aquí se encuentra la iluminación exterior de la Planta incluye la luz de balizaje y todos los conductores necesarios para este fin.

4.4.12. Redes de distribución de agua

Las redes del sistema de distribución de agua potable se encuentran en este punto, las principales metas son:

Tuberías ISO 4422 – Ø 110 mm. U/F	1,044.10 ml.
Tuberías ISO 4422 – Ø 90 mm. U/F	4,654.08 ml
Válvula Tipo Mazza Ø 110 mm.	4 Und.
Válvula Tipo Mazza Ø 90 mm.	2 Und.

Válvula de Purga	2 Und.
Cajas prefabricadas	328 Und.

4.4.13. Cerco Perimétrico

Cerco de protección donde envuelve a todas las unidades de tratamiento incluyendo casetas y unidades de almacenamiento como el reservorio y cisterna.

4.5. Unidades básicas de saneamiento (UBS)

4.5.1. Sistema proyectado de ubs y tratamiento de aguas residuales

4.5.1.1. UBS-ZIN - Unidad básica de saneamiento compostera para zona inundable

El proyecto contempla la instalación de 413 Unidades Básica de Saneamiento (UBS). Los ubs serán construidos sin arrastre hidráulico, el cual permite el almacenamiento de las excretas generadas durante su uso, al mismo tiempo que permite eliminar los organismos patógenos por ausencia de humedad, alta temperatura y ausencia de oxígeno, las excretas adecuadamente secas pueden utilizarse como mejorador de suelos. Por otro lado, la taza especial con separador de orina permite conducir la orina hacia un sistema de almacenamiento, infiltración o tratamiento posterior.

4.1.1.1.1. Componentes

CASETA

Ambiente que alberga la taza con taza con separador de orine, el urinario, la ducha, lavadero multiusos y el lavatorio

Capítulo V. Discusión, conclusiones y recomendaciones

5.1. Discusiones

Según PDC, 2015-2018; La comunidad de Bretaña, en la actualidad no cuenta con los servicios de agua potable como tampoco con el servicio de disposición de las aguas servidas. Debiendo señalar, que durante el año 2006, a través de una Organización No Gubernamental (ONG), se construyó un tanque elevado para abastecer a través de piletas públicas, cuyos componentes se encuentran actualmente deteriorados y en mal estado por problemas técnicos (inconcluso y problemas en la fuente de abastecimiento) y que nunca entraron en funcionamiento. Asimismo se señala, que desde el punto de vista hidráulico no se puede aprovechar dicho tanque elevado, por su poca capacidad de almacenamiento (volumen aprox. 18 m³) y su escasa altura (aproximadamente 12 m.). Por otro lado, no se implementaron el sistema de captación y el sistema de tratamiento de agua.

El presente trabajo cuenta con una planta de tratamiento de agua potable y con un tanque de 100 m³ que abastecerá a toda la comunidad, y para la disposición de excretas se propuso la mejor tecnología de acuerdo a la zona y esta contiene dos cámaras composteras, y para las aguas residuales se le dará un tratamiento con un humedal.

5.2. Conclusiones

- a. Se diseñó un sistema de abastecimiento de agua potable que contribuirá a disminuir la incidencia de enfermedades gastrointestinales, diarreicas y dérmicas.

- b. Se escogió la mejor opción tecnológica para el sistema de saneamiento rural, esto contribuirá a disminuir la incidencia de enfermedades gastrointestinales, diarreicas y dérmicas.

5.3. Recomendaciones

- a. La población se hará cargo de la operación y mantenimiento, para que el proyecto tenga los resultados deseados y para eso deben estar bien capacitados para que el grupo encargado puedan desarrollar con éxito las funciones encomendadas.
- b. Se recomienda a la población a concientizarse sobre el uso adecuado de las UBS.
- c. También se recomienda a la población en acudir a las charlas que da el MINSA sobre aseo e higiene personal.

d.

Referencias Bibliográficas.

- **Agüero Pittman, R.** “Agua Potable y Saneamiento en Localidades Rurales del Perú”, Asociación Servicios Educativos Rurales (SER), 22 de Julio de 2009, ubicada en la web:
http://www.ser.org.pe/index.php?option=com_content&task=view&id=1106&Itemid=112
- **Apaza Cárdenas, P.** Diseño de un sistema sostenible de agua potable y saneamiento básico en la comunidad de Miraflores – Cabanilla – Lampa – Puno. 2015. Tesis de pregrado en Ingeniería Agrícola. Escuela profesional de Ingeniería Agrícola. Universidad Nacional del Altiplano. Puno - Perú.
- **Compendio Normativo de Saneamiento.** 2007. Dirección de Saneamiento. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Lima – Perú.
- **Contraloría General de la Republica.** Reporte “inversión y gestión de los servicios de saneamiento a nivel nacional”. 2014. Reporte N^o 03-2015-CG/EST. Lima – Perú.
- **Concha, H. J, Guillen, L. J.** Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable (caso: Urbanización Valle Esmeralda, distrito de Pueblo Nuevo – Ica – Ica). 2014. Tesis de pregrado en Ingeniería Civil. Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Universidad de San Martín de Porres. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Lima – Perú.
- **Lossio Aricoche, M.** Sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lancones. 2012. Tesis de pregrado en Ingeniería Civil. Programa Académico en Ingeniería Civil. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Piura – Perú.

- **Meza de la Cruz, J. L.** Diseño de un sistema de agua potable para la comunidad nativa de Trojosa, analizando la incidencia de costos siendo una comunidad de difícil acceso. 2010. Tesis de pregrado en Ingeniería Civil. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima – Perú.
- **ONU. (2012).** "La Evaluación mundial del saneamiento y el agua potable". Agua GLAAS.
- **MVCS (2018).** Norma Técnica de Diseño Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural RM-192-2018-VIVIENDA.

Direcciones electrónicas consultadas:

- <https://www.definicionabc.com/medioambiente/saneamiento.php>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Investigaci%C3%B3n>
- <https://es.scribd.com/doc/6739600/Diseno-Hidraulico-Ing>
- https://www.google.com.pe/search?ei=zlhBW7fIAuE_QbMvImQBA&q=caudal&oq=caudal&gs_l=psyab.3.0i67k113j0l7.501584.502426.0.502906.6.6.0.0.0.339.339.31.1.0....0...1c.1.64.psy-ab..5.1.337....0.SKn3M4RQ61o
- <http://www.odebrecht.com.pe/negocios/infraestructura/obras-realizadas/saneamiento/ampliacion-agua-potable-iqitos, 2008>

Anexo 1. Matriz de consistencia.

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones e indicadores	Metodología
<p>Problema general: ¿Cómo diseñar un sistema de agua potable y saneamiento en la localidad de Bretaña, Puinahua-Requena-Loreto?</p>	<p>Diseñar un sistema de agua potable y saneamiento en la localidad de Bretaña, Puinahua-Requena-Loreto.</p>	<p>Hipótesis nula (Ho): El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento contribuirá a disminuir la incidencia de enfermedades gastrointestinales, diarreicas y dérmicas en la localidad de Bretaña, Puinahua-Requena-Loreto.</p>	<p>Variable dependiente (Y): Diseño de sistema de agua potable.</p>	<p>Demanda actual</p> <hr/> <p>Caudal de diseño</p>	<p>1. Tipo de investigación: No experimental. 2. Diseño de investigación. Diseño descriptivo simple: se buscará y recogerá información relacionada con el objeto de estudio. 3. Población y muestra: 3.1. Población: Conformada por 6,017 habitantes de la localidad de Bretaña. 3.2. Muestra: está determinada por 361 habitantes. 4. Técnica, Instrumentos y Procedimientos de Recolección de Datos: para la técnica de recolección de datos emplearemos a través de fuentes secundarias con la revisión de documentos, informes, publicaciones, libros sobre el tema a investigar, se complementará con el uso de información primaria básicamente el uso de encuestas a través del cuestionario.</p>
<p>Problemas específicos: ¿cómo diseñar los elementos que conformaran el sistema de agua potable en la localidad de Bretaña, Puinahua-Requena-Loreto?</p>	<p>Diseñar los elementos que conformaran el sistema de agua potable en la localidad de Bretaña, Puinahua-Requena-Loreto.</p>	<p>Hipótesis alterna (Ha): El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento no contribuirá a disminuir la incidencia de enfermedades gastrointestinales, diarreicas y dérmicas en la localidad de Bretaña, Puinahua-Requena-Loreto.</p>	<p>Variable independiente (X): Saneamiento.</p>	<p>N^a de viviendas</p>	
<p>¿Cómo diseñar los elementos que conformaran el sistema de saneamiento en la localidad de Bretaña, Puinahua-Requena-Loreto?</p>	<p>Diseñar los elementos que conformaran el sistema de saneamiento en la localidad de Bretaña, Puinahua-Requena-Loreto.</p>			<p>N^a de hab/vivienda</p>	

ANEXO 2. TOMAS FOTOGRAFICAS

	
<p>Foto 1. Puerto del pueblo de bretaña.</p>	<p>Foto 2. Cancha de del pueblo.</p>
	
<p>Foto 3. Calle principal.</p>	<p>Foto 4. Colegio de Bretaña.</p>
	
<p>Foto 5. Calle donde transitan los vehículos motorizados.</p>	<p>Foto 6. Pileta existente, pero esta em desuso.</p>



Foto 7. Vereda peatonal.



Foto 8. Tanque elevado existente.



Foto 9. Lugar de la calicata N° 01.



Foto 10. Topografía A.



Foto 11. Topografía B.



Foto 12. Topografía C.



Foto 13. Zona aluvial.



Foto 14. Centro de salud.



Foto 15. Pileta existente.



Foto 16. Recolección de datos.



Foto 17. Foto de los tesistas A.



Foto 14. Foto de los tesistas B.

PLANOS