

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA



**“SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL
CENTRO POBLADO TUTÍN – EL CENEPa – CONDORCANQUI –
AMAZONAS”**

PRESENTADO POR:

LUCIO LEONARDO SANTI MORALES

**PARA OPTAR POR EL TITULO DE
INGENIERO AGRÍCOLA**

Lima – Perú

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA

**“SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO
POBLADO TUTÍN – EL CENEPa – CONDORCANQUI – AMAZONAS”**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE:

INGENIERO AGRICOLA

Presentado por:

BACH. LUCIO LEONARDO SANTI MORALES

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

MSc. ROSA MARÍA MIGLIO TOLEDO

PRESIDENTE

ING. CARLOS ALBERTO BRAVO AGUILAR

ASESOR

DRA. LÍA RAMOZ FERNANDEZ

MIEMBRO

DR. JOSÉ LUIS CALLE MARAVÍ

MIEMBRO

LIMA – PERU

2016

El presente trabajo se lo dedico a mi familia que siempre me apoya en todo momento y también a aquellas personas que me ayudaron en algún momento para culminar esta tesis.

AGRADECIMIENTO

A MI PATROCINADOR:

Ing. Carlos Alberto Bravo Aguilar que por su orientación, sus conocimientos, su experiencia, paciencia y buenos consejos que me ayudaron a elaborar y terminar la presente tesis.

A MIS ABUELITOS:

Leonardo y Julia, por estar siempre en momentos importantes de mi vida, por ser el ejemplo para salir adelante y por sus consejos que han sido de gran ayuda.

A MIS PADRES:

David y Victoria, por ser el pilar más importante en mi vida, por darme siempre su cariño, por estar siempre a mi lado y por ser los mejores conmigo.

A MIS HERMANOS:

Betsy, Milagritos, David, Delmy y Hubert, gracias por su paciencia, gracias por compartir sus vidas, pero sobre todo, gracias por estar en otro momento importante en mi vida.

A MI ENAMORADA:

Carla, por siempre estar a mi lado; por su comprensión, paciencia y amor, dándome ánimos de fuerza y valor para seguir adelante.

Por último quiero agradecer a todos los que me ayudaron durante las distintas etapas de la tesis y en especial a aquellos que me acompañaron en la sustentación mis más sinceros agradecimientos.

INDICE GENERAL

	Pg.
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	2
2.1 Sistema de abastecimiento de agua potable.	2
2.2 Criterios básicos del diseño de infraestructura sanitaria.	2
2.2.1 Periodo de diseño.	2
2.2.2 Población de diseño y demanda de agua.	2
2.2.3 Método para estimar la población futura.	3
2.2.4 Estimación de la dotación de agua de la población.	4
2.2.5 Demanda de consumo de agua.	5
2.2.6 Variación de pérdidas.	6
2.3 Fuentes de Abastecimiento.	7
2.3.1 Tipos de fuentes de abastecimiento.	7
2.3.2 Selección de tipo de fuente de captación.	8
2.3.3 Calidad de Agua.	8
2.3.4 Cantidad de agua.	10
2.3.5 Aspectos legales.	11
2.4 Captación	11
2.4.1 Captación mediante barraje.	11
2.4.2 Diseño hidráulico y dimensionamiento del barraje.	12
2.4.3 Diseño estructural.	18
2.5 Línea de conducción.	19
2.5.1 Línea de conducción por gravedad	20
2.5.2 Criterios de diseño.	20
2.5.3 Gradiente hidráulico.	22
2.5.4 Perdida de carga.	23
2.5.5 Presión.	23
2.6 Planta de tratamiento de agua potable (PTAP).	24

2.6.1	Pretratamiento	24
2.6.2	Coagulación-floculación	24
2.6.3	Decantación	25
2.6.4	Filtración	25
2.6.5	Desinfección	25
2.6.6	Filtración en múltiples etapas	26
2.6.7	Alternativas de tratamiento FiME	32
2.6.8	Criterios de diseño de los componentes de un FLA.	33
2.6.9	Calculo hidráulico.	34
2.7	Reservorio o tanque de almacenamiento.	36
2.7.1	Volumen de reservorio.	36
2.7.2	Tipos de reservorio.	37
2.7.3	Ubicación de reservorio.	38
2.7.4	Tubería de llegada.	38
2.7.5	Tubería de salida.	38
2.7.6	Tubería de limpia.	38
2.7.7	Tubería de rebose.	38
2.7.8	By- Pass	39
2.7.9	Diseño estructural.	39
2.8	Red de distribución	42
2.8.1	Consideraciones básicas de diseño	42
2.8.2	Tipo de Redes	43
2.8.3	Diseño de redes de distribución.	44
III.	MATERIALES Y METODOS.	46
3.1	Aspectos Generales.	46
3.2	Estudios Preliminares	46
3.2.1	Topografía.	46
3.2.2	Hidrología.	47
3.2.3	Suelos.	47
3.3	Diagnostico del sistema actual.	47
3.4	Sistema proyectado.	47

3.4.1 Cálculo de la población de diseño.	47
3.4.2 Demanda de agua	48
3.4.3 Oferta de agua.	49
3.4.4 Captación Proyectada.	49
3.4.5 Línea de conducción.	49
3.4.6 Planta de tratamiento de agua potable	49
3.4.7 Reservorio.	50
3.4.8 Red de Distribución.	50
3.5 Análisis de metrados y presupuestos.	50
3.6 Análisis de precio unitario y relación de insumos.	51
3.7 Análisis de la evaluación económica.	51
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	52
4.1 Aspectos Generales.	52
4.1.1 Ubicación política y localización geográfica.	52
4.1.2 Vías de acceso.	52
4.1.3 Población.	53
4.1.4 Educación.	54
4.1.5 Aspecto Social.	54
4.1.6 Actividad Económica.	54
4.1.7 Servicios Públicos.	54
4.1.8 Salud.	55
4.2 Estudios Preliminares	55
4.2.1 Topografía.	55
4.2.2 Hidrología.	56

4.2.3 Clima.	57
4.2.4 Suelos.	57
4.3 Diagnostico del sistema actual.	57
4.3.1 Sistema de abastecimiento de agua potable	57
4.3.2 Captación Existente	58
4.3.3 Línea de Conducción.	58
4.3.4 Reservorio.	60
4.3.5 Sistema de distribución y redes de agua.	60
4.3.6 Conexiones Domiciliarias.	60
4.4 Sistema Proyectado.	60
4.4.1 Cálculo de la población de diseño.	61
4.4.2. Demanda de agua	62
4.4.3 Oferta de agua.	63
4.4.4 Captación Proyectada.	64
4.4.5 Línea de Conducción	65
4.4.6 Planta de tratamiento de agua potable	69
4.4.7 Reservorio	69
4.4.8 Red de distribución	72
4.5 Análisis de metrados y presupuestos.	72
4.5.1 Análisis de precio unitario y relación de insumos.	76
4.6 Análisis de la evaluación económica	76
4.6.1 Flujo de costos sociales de inversión.	76
4.6.2 Flujo de costo sociales de operación y mantenimiento.	76
4.6.3 Calculo de beneficiarios.	78
4.6.4 Flujo de costos sociales netos y su valor actual neto de costos sociales.	78
V. CONCLUSION	81
VI. RECOMENDACIONES	82
VII. BIBLIOGRAFIA	83

INDICE DE CUADROS

	Pg.
Cuadro N° 1: Dotación según población.	5
Cuadro N° 2: Dotación Según Región.	5
Cuadro N° 3: Ventajas y desventajas de las fuentes de agua superficial y subterránea.	8
Cuadro N° 4: Características de las fuentes de agua.	9
Cuadro N° 5: Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos para agua potable.	9
Cuadro N° 6: Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica para agua potable.	10
Cuadro N° 7: Clasificación de la tub. PVC de acuerdo a la presión máxima admisible.	21
Cuadro N° 8: Granulometría del lecho filtrante.	31
Cuadro N° 9: Modelo para la selección de un sistema de tratamiento de agua por filtración en múltiples etapas, FiME	33
Cuadro N° 10: Análisis de suelos realizados.	46
Cuadro N° 11: Consumo de agua.	48
Cuadro N° 12: Ubicación Política del Centro Poblado.	52
Cuadro N° 13: Vías, distancia y tiempo a la Zona de Tutín.	55
Cuadro N° 14: Principales enfermedades registradas en la Posta de Salud Tutín	56
Cuadro N° 15: Caudales de la quebrada Tutín	56
Cuadro N° 16: Resultados en el análisis de suelos.	59
Cuadro N° 17: Tasa de crecimiento Departamental, Provincial y Distrital	61
Cuadro N° 18: Tasa de crecimiento poblacional del 1993-2007	61
Cuadro N° 19: Tasa de crecimiento poblacional del 2007-2013	61
Cuadro N° 20: Proyección de la población y viviendas	63
Cuadro N° 21: Caudales de la quebrada Tutín	64
Cuadro N° 22: Dimensiones de la captación.	65
Cuadro N° 23: Cálculo de Presiones en la línea de conducción.	67
Cuadro N° 24: Parámetros de calidad del agua en la fuente	69
Cuadro N° 25: Dimensiones de la PTAP	69
Cuadro N° 26: Dimensiones del reservorio.	71

Cuadro N° 27: Calculo hidráulico de la línea de distribución (Tuberías)	73
Cuadro N° 28: Cálculo hidráulico de la línea de distribución (Nudos)	75
Cuadro N° 29: Precios sociales del sistema de agua potable.	77
Cuadro N° 30: Costos Sociales de Operación y mantenimiento	78
Cuadro N° 31: Calculo de beneficiarios.	79
Cuadro N° 32: Evaluación Social del Sistema.	80

INDICE DE FIGURAS

	Pg.
Figura N° 1: Elementos de un barraje.	12
Figura N° 2: Determinación de Altura del Barraje.	13
Figura N° 3: Forma de la Cresta del Barraje Vertedero .	14
Figura N° 4: Parámetros hidráulicos de barraje.	15
Figura N° 5: Efecto de la subpresión.	16
Figura N° 6: Proceso que integran la PTAP.	26
Figura N° 7: Esquema isométrico de un filtro grueso dinámico (FGDi).	27
Figura N° 8: Esquema isométrico de un filtro grueso (FG).	28
Figura N° 9: Isométrico de un filtro lento de arena.	29
Figura N° 10: Corte longitudinal de un FLA.	30
Figura N° 11: Estructura de salida de un FLA.	31
Figura N° 12: Tipos de Reservorio.	37
Figura N° 13: Tipo de Redes de distribución.	42
Figura N° 14: Localización Geográfica del Centro Poblado.	53
Figura N° 15: Caudales de Aforo de la Quebrada Tutín	58
Figura N° 16: Captación existente.	58
Figura N° 17: Estado Actual de la Línea de Conducción Existente.	58
Figura N° 18: Estado Actual del Reservorio Existente.	60
Figura N° 19: Diseño hidráulico de la captación .	66
Figura N° 20: Croquis de la línea de conducción.	65
Figura N° 21: Línea de gradiente hidráulica.	68
Figura N° 22: Vista de planta de la PTAP.	70
Figura N° 23: Corte B-B de la PTAP.	70
Figura N° 24: Vista de planta del reservorio.	71
Figura N° 25: Corte del reservorio.	72

INDICE DE ANEXOS

	Pg.
ANEXO 1: Cálculos y Diseño	86
ANEXO 2: Análisis fisicoquímico y microbiológico del agua	124
ANEXO 3: Metrados	126
ANEXO 4: Presupuesto	132
ANEXO 5: Planos	139

RESUMEN

El propósito del presente trabajo de tesis es diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable con opciones técnicas acordes a la zona en estudio, proponiendo criterios de diseño para sistemas de abastecimiento de agua similares en zonas rurales, teniendo en cuenta las normas nacionales y la experiencia de diseño. Se ha contemplado para el sistema una captación tipo barraje con una longitud de 6 m y una caseta de válvulas; el concreto planteado para el barraje es de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y para los muros de encausamiento son de $f'c=175 \text{ kg/cm}^2 + 30\%$ de PM más enrocado de protección, un reservorio prefabricado de HDPE con capacidad de almacenamiento de 20 m^3 ; doblemente reforzado ($1.51 - 1.90 \text{ kg/cm}^3$) de diámetro 3 m y altura total 3.52 m, apoyado sobre una plataforma de concreto, una planta de tratamiento de agua potable de tipo filtro lento de arena con dos filtros de dimensiones $2.85 \text{ m} \times 3.75 \text{ m}$ cada una; se plantea colocar una capa de arena de espesor de 1 m más dos capas de piedra la primera de $1.5 - 4 \text{ mm}$ con un espesor de 10 cm y la segunda de $10 - 40 \text{ mm}$ con un espesor de 20 cm para un mantenimiento fácil puesto que en la zona de estudio no se cuenta con mano de obra especializada y líneas de conducción como distribución de PVC como una buena alternativa de aplicación en estas zonas de características tan particulares donde el acceso es limitante para la construcción con materiales convencionales de construcción por su elevado costo. A su vez se ha realizado una evaluación económica realizando cálculos de indicadores económicos para comprobar la viabilidad del sistema siendo el resultado de la VAN igual a $\$/ 594,593.62$ y el TIR 19.38%. Además, se ha resaltado la importancia de la participación comunitaria en la gestión, administración, operación y mantenimiento del servicio de agua, para garantizar la viabilidad y sostenibilidad del proyecto.

I. INTRODUCCION.

El agua es el elemento esencial para todo ser viviente, tanto para el hombre, los animales y las plantas; es el compuesto químico más abundante de la corteza superficial de la tierra; constituyendo uno de los elementos más importantes en la composición de los organismos vivientes (70% según la OMS). En el caso de las zonas rurales en el Perú existen centros poblados que carecen de un sistema de abastecimiento de agua potable o los sistemas existentes están muy deteriorados; por lo cual el hombre hace uso de agua no tratada de fuentes como canales, ríos, lagos, etc.

El agua potable que abastece a un centro poblado sirve para una amplia variedad de propósitos, los cuales contribuyen a mejorar la calidad de vida, el medio ambiente y favorecen las condiciones para el desarrollo de la economía; por ello nace la necesidad del sistema de agua potable cuyo objetivo es dar la solución a un problema identificado en una población determinada generando una rentabilidad social.

Para poder plantear soluciones viables tanto técnicamente como económicamente al problema de abastecimiento de agua potable en el centro poblado de Tutín, es necesario conocer en qué condiciones se encuentra el sistema actual y cuáles son las vías de acceso a dicho centro poblado ya que estas últimas limitan el transporte de materiales y esto se refleja en los costos.

Según el informe obtenido en el centro de salud Tutín, es alarmante la cantidad de enfermedades que proliferan en los pobladores, todas ellas causadas por el consumo de agua con deficiente tratamiento.

El presente trabajo tuvo como objetivo general:

- Diseñar un nuevo sistema de agua potable para la población del centro poblado de Tutín, del distrito El Cenepa, provincia de Condorcanqui - Amazonas.

Y como objetivos específicos:

- Buscar alternativas de solución no convencionales al sistema de agua potable como reservorios prefabricados, filtro lento de arena a nivel domiciliario.
- Verificar la viabilidad económica con precios sociales del sistema de agua potable propuesto.

II. REVISION DE LITERATURA.

2.1 Sistema de abastecimiento de agua potable.

El sistema de abastecimiento de agua por gravedad con tratamiento es un conjunto de estructuras para llevar el agua a la población mediante conexiones domiciliarias. Consta de diferentes procesos físicos y químicos necesarios para hacer posible que el agua sea apta para el consumo humano, reduciendo y eliminando bacterias, sustancias venenosas, turbidez, olor, sabor, etc. Se dice sistema por gravedad porque el agua cae por su propio peso, desde la captación al reservorio y de allí a las conexiones domiciliarias.

2.2 Criterios básicos del diseño de infraestructura sanitaria.

Para el diseño y dimensionamiento de infraestructura para el agua potable se deberán tener en cuenta algunos criterios básicos relacionados con el planteamiento general del sistema de abastecimiento de agua: elección de la fuente de agua, selección de métodos de tratamiento y definición de sistemas de distribución. Así mismo el dimensionamiento del sistema de abastecimiento de agua; como por ejemplo, determinación del esquema general y del tamaño que los diversos elementos que lo conforman.

2.2.1 Periodo de diseño

Se entiende por periodo de diseño el tiempo en el cual se estima que las obras por construir serán eficientes. El periodo es menor a la vida útil o sea el tiempo que razonablemente se espera que la obra sirva a los propósitos sin tener gastos de operación y mantenimiento elevados que hagan antieconómico su uso o que requieran ser eliminados por insuficientes.

2.2.2 Población de diseño y demanda de agua.

Para efectuar la elaboración de un proyecto de abastecimiento de agua potable es necesario determinar la población futura de la localidad, así como la clasificación de su nivel socioeconómico, igualmente se debe distinguir si son zonas comerciales o industriales, sobre todo al final del periodo económico de la obra.

La población actual se determina en base a los datos proporcionados por el padrón de beneficiarios elaborado en una visita de campo.

La forma más conveniente para determinar la población futura de una localidad se basa en el registro de población, proveniente de datos estadísticos. Los datos de los censos de población pueden adaptarse a un modelo matemático.

El consumo de agua de cada población está determinado por distintos factores, como son el clima, la hidrología, la clasificación de usuarios, las costumbres locales, la actividad económica, etc. La disponibilidad del agua también repercute en el consumo, a mayor dificultad de obtención menor cantidad distribuida.

2.2.3 Método para estimar la población futura.

Los métodos más utilizados en la estimación de la población futura son:

a. Método aritmético.

Consiste en averiguar los aumentos absolutos que ha tenido la población y determinar el crecimiento anual promedio para un periodo fijo y aplicarlos en años futuros. Para determinar el crecimiento anual promedio por medio de la expresión:

$$Pf = Pa(1 + rt)$$

r = Tasa de crecimiento anual.

Pa = Población actual.

Pf = Población futura.

t = Periodo de evaluación.

b. Método geométrico.

Este método consiste en suponer que la población tendrá un incremento análogo al que sigue un capital primitivo sujeto al interés compuesto, en el que el rédito es el factor de crecimiento (Rodríguez P., 2001); la fórmula para hallar la población futura es:

$$Pf = Pa \times (1 + r)^t$$

r = Tasa de crecimiento anual.

Pa = Población actual.

Pf = Población futura.

t = Periodo económico.

c. Método de extensión gráfica.

La metodología que se sigue para aplicar este método es colocar los datos censales en forma gráfica en donde se sitúan los valores de los censos en un sistema de ejes rectangulares en el que las abscisas (x), representan los años de los censos y las ordenadas (Y) el número de habitantes; a continuación, se traza la curva media entre los puntos así determinados, prolongándose al eje de esta curva, hasta el año cuyo número de habitantes se desea conocer.

2.2.4 Estimación de la dotación de agua de la población.

De acuerdo a las instalaciones de servicio, se tiene cada vez más información acerca del valor real de la dotación; sin embargo debe adjudicarse al proyecto la que se estima más adecuada en función de sus características.

a. Cantidad de agua disponible.

La facilidad o dificultad para disponer de agua de las fuentes de abastecimiento, marcan en ocasiones la cantidad de agua en usos públicos e industriales.

b. Magnitud de la población.

Conforme crece la población, aumenta el consumo de agua, porque se incrementa principalmente las necesidades de agua en usos públicos e industriales.

c. Clima.

Los climas extremos tienen gran influencia en la dotación de agua; cuando hace calor aumenta su empleo en baños, lavado de ropa, acondicionamiento de aire y riego de jardines; cuando hace frío, aumenta el consumo por calefacción y sobre todo por fugas cuando se llega a romper la tubería por congelación del agua.

d. Tipo de actividad principal.

Se considera tres tipos de actividades: agrícola, industrial y comercial, como actividades secundarias: turismo, pesca y otras.

e. Nivel económico.

Mientras mayor sea el nivel económico de una población, aumentaran las exigencias en el requerimiento de agua, pues la gente puede satisfacer mayor sus necesidades y comodidades.

f. Calidad de agua.

El uso del agua aumenta conforme su calidad es mejor, ya que se podrá emplear en todos los usos, principalmente en la industria.

g. Presión del agua.

Una presión excesiva o por lo contrario muy baja, hacen aumentar la cantidad de agua consumida, en el primer caso por fugas y en el segundo por desperdicio, debe procurarse suministrar el servicio con una presión mínima de 1.00 kg/cm² y una máxima de 5.00 kg/cm². Para mayores presiones es necesario instalar en la red, accesorios que rompan la presión para que la tubería trabaje hidráulicamente bien (OPS, 2011).

2.2.5 Demanda de consumo de agua

Considerando los factores que determinan la variación de la demanda de consumo de agua en las diferentes zonas rurales; se asignan las dotaciones para conexión domiciliaria, en base a la población existente (ver Cuadro N° 1) y a la región de los diferentes lugares del país (MVCS, 2006) (ver Cuadro N° 2).

Cuadro N° 1: Dotación según población.

Población (Habitantes)	Dotación (l/hab./día)
Hasta 500	60
500-1000	60-80
1000-2000	80-100

Fuente: (MVCS, 2006).

Cuadro N° 2: Dotación Según Región.

Región	Dotación (l/hab./día)
Costa Norte	70
Costa Sur	60
Sierra (más de 1500 msnm)	50
Sierra (menos de 1500 msnm)	60
Selva	70

Fuente: (MVCS, 2006).

En el caso de adoptar piletas públicas el consumo recomendado será de 40 l/hab./día (RNE, 2001).

2.2.6 Variación de pérdidas.

El consumo no es constante durante todo el año, inclusive se presentan variaciones durante el día, esto hace necesario que se calculen los gastos máximos diarios y máximos horarios. Para el cálculo de estos es necesario utilizar coeficientes de variación diaria y horaria respectivamente (Rodríguez P., 2001).

De esta manera el sistema satisface las necesidades reales de la población; diseñando cada estructura de tal forma que las cifras de consumo y variaciones de las mismas, no desarticulen todo el sistema, sino que permitan un servicio de agua eficiente y continuo. La variación del consumo está influenciada por diversos factores, tales como tipo de actividad, hábitos de la población condiciones de clima, etc.

a. Gasto promedio diario (Qp)

El gasto promedio diario anual, se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del periodo de diseño, expresada en litros por segundo (RNE) y se determina mediante la siguiente ecuación:

$$Qp = \frac{Pf \times d}{86400}$$

Qp = Consumo promedio diario. (l/s)

Pf = Población Futura. (hab.)

d = Dotación. (l/hab/día)

b. Gasto Máximo Diario (Qmd)

La máxima anual de la demanda diaria se define como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año. Se considera entre el 120 % y el 150% del consumo promedio diario, recomendándose el valor de $K_1 = 1.3$ como promedio (RNE).

c. Gasto Máximo Horario (Qmh)

La máxima anual de la demanda horaria se define como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo se considera entre el 180% y el 200% del consumo promedio diario, recomendándose el valor de $K_2 = 2$ como promedio (RNE).

2.3 Fuentes de Abastecimiento.

Las fuentes de abastecimiento deberán proporcionar en conjunto el gasto máximo diario; sin embargo, en todos los proyectos se deberán establecer las necesidades inmediatas de la localidad siendo necesario que, cuando menos la fuente proporcione el gasto máximo diario para esa etapa, sin peligro de reducción por sequía o cualquier otra causa (Rodríguez P., 2001).

2.3.1 Tipos de fuentes de abastecimiento.

De acuerdo a la forma de abastecimiento se consideran tres tipos principales de fuentes de agua: aguas meteóricas, aguas superficiales y aguas subterráneas.

a. Agua meteórica.

Las aguas meteorológicas son consideradas las que provienen de la lluvia, nieve o granizo, etc.

La utilización de este recurso es beneficioso cuando el régimen de lluvias es importante; para ello se utilizan los techos de las casas o lagunas superficiales impermeables para captar agua y conducirla a sistemas cuya capacidad depende del gasto requerido y del régimen pluviométrico.

b. Aguas superficiales.

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

c. Aguas subterráneas.

El agua del sub suelo es uno de los recursos más valiosos de la tierra, el agua que se almacena en los poros, hendiduras y aberturas de material rocoso del subsuelo se le conoce como agua subterránea. La explotación de esta dependerá de las características hidrológicas y de la formación geológica del acuífero, la captación de aguas subterráneas puede realizarse a través de manantiales, galerías filtrantes y pozos (excavados o tubulares).

2.3.2 Selección de tipo de fuente de captación.

La mayoría de centros poblados del Perú generalmente presentan dos tipos de captación: las aguas superficiales de riachuelos, canales, ríos, lagunas, etc.; y las aguas subterráneas provenientes de los acuíferos y manantiales. Las primeras generalmente conducen agua contaminada por la presencia de sedimentos y residuos orgánicos, siendo necesaria la instalación de una planta de tratamiento. Las segundas generalmente tienen agua de buena calidad. En los Cuadros N° 3 y N° 4 se muestran las características de estas dos principales fuentes de agua.

2.3.3 Calidad de Agua.

Las fuentes de abastecimiento de agua se evalúan principalmente en función de su calidad, dándose preferencia a las fuentes subterráneas, pues son estas las que se encuentran menos contaminadas.

En general el agua debe estar libre de organismos patógenos, sustancias tóxicas y de un exceso de minerales y materia orgánica; para que sea agradable debe estar libre de color, turbiedad, sabor y olor; el contenido de oxígeno debe ser suficientemente alto y debe tener una temperatura adecuada.

En el Perú existen normas de calidad de agua potable publicadas mediante el Reglamento de Calidad de Consumo Humano, las que incluyen criterios de calidad de agua en sus aspectos físicos, químicos y bacteriológicos. (Ver cuadros N° 5 y N° 6)

Cuadro N° 3: Ventajas y desventajas de las fuentes de agua superficial y subterránea.

AGUAS SUPERFICIALES		AGUAS SUBTERRANEAS	
VENTAJAS	DESVENTAJAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Disponibilidad	Fácilmente contaminada	Protección	Alto sulfuro de hidrogeno
Visible	Calidad variable	Bajo color	Alta dureza
Limpiables	Alto color	Baja turbiedad	Relativa dureza
Bajo fierro y Manganeso	Alta turbiedad	Calidad constante	No limpiables
Bajo Sulfuro de Hidrogeno	Olor y color	Baja corrosividad	
Baja dureza	Alta materia orgánica	Bajo contenido de Materia orgánica	

Fuente: Rodríguez P., 2001.

Cuadro N° 4: Características de las fuentes de agua.

CARACTERISTICAS	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRANEAS
Temperatura	Variable según las estaciones	Relativamente constante
Turbiedad, material en suspensión	Variabes a veces elevadas	Bajas o nulas
Mineralización	Variable en función al terreno, precipitación, vertidos, etc.	Sensiblemente constante, mayor que en las aguas superficiales
Hierro y Manganeso	Generalmente ausentes	Generalmente presentes
Gas carbono agresivo	Generalmente ausente	Normalmente ausente
Amoniaco	Presente solo en aguas contaminadas	Presente frecuentemente sin ser índice de contaminación
Sulfuro de hidrogeno	Ausente	Normalmente presente
Sílice	Contenido moderado	Contenido normalmente elevado
Nitratos	Muy bajo en general	Contenido a veces elevado
Elementos vivos	Bacterias, virus, plancton	Ferros bacterias

Fuente: Rodríguez P., 2001.

Cuadro N° 5: Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos para agua potable.

Parámetros	Unidad de Medida	Límite máximo Permisible
1. Bacteria Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0(*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44.5°C	0(*)
3. Bacteria Coliformes Termo tolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44.5°C	0(*)
4. Bacteria Heterotróficas.	UFC/100 mL a 35°C	500
5. Huevos y Larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	N° org/L	0
6. Virus	UFC/mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos en todos sus estadios evolutivos.	N° org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

(*) En caso de analizar por la técnica de NMP por tubos múltiples =< 1.8/100 mL

Fuente: M.S., 2011.

Cuadro N° 6: Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica para agua potable.

Parámetro	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Olor	---	Aceptable
sabor	---	Aceptable
Color	UCV escala Pt/Co	15
Turbiedad	UNT	5
pH	Valor de pH	6.5 a 8.5
Conductividad (25°)	µmho/cm	1500
Sólidos totales disueltos	mg/L	1000
Cloruros	mg Cl/L	250
Sulfatos	mg SO ₄ /L	250
Dureza Total	CaCO ₃ /L	500
Amoniaco	mg N/L	1.5
Hierro	mg Fe/L	0.3
Manganeso	mg Mn/L	0.4
Aluminio	mg Al/L	0.2
Cobre	mg Cu/L	2
Zinc	mg Zn/L	3
Sodio	mg Na/L	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelometría de turbiedad

Fuente: Ministerio de Salud, Perú, 2011.

2.3.4 Cantidad de agua.

La mayoría de los sistemas de abastecimiento de agua potable en nuestro país tienen como fuente los manantiales; la carencia de registros hidrológicos obliga a realizar una concienzuda investigación de las fuentes; siendo lo ideal que los aforos se realicen en épocas de estiaje que son las de menor rendimiento; con la finalidad de cubrir la demanda de la población futura.

Existen varios métodos para determinar el caudal del agua y los más utilizados en los proyectos de abastecimiento de agua potable en zonas rurales, son los métodos volumétricos y de velocidad-área; el primero es para calcular caudales concentrados hasta un máximo de 10 l/s y el segundo para caudales mayores a 10 l/s que discurren en un curso definido.

2.3.5 Aspectos legales.

Las fuentes de agua seleccionadas pueden estar ubicadas en la propiedad de una persona o pertenecer a otro pueblo siendo necesario resolver los derechos del agua. Los cuales deberán ser solicitados a la Autoridad Nacional del Agua en el Perú.

2.4 Captación

Las obras de captación son obras civiles y equipos electromecánicos que se utilizan para reunir y disponer adecuadamente del agua superficial o subterránea. Dichas obras varían de acuerdo con la naturaleza de la fuente de abastecimiento su localización y magnitud.

El diseño hidráulico y dimensionamiento de la captación dependerá de la topografía de la zona, la textura del suelo y de la clase de fuente; esta estructura debe tratar de no alterar la calidad y la temperatura del agua, ni modificar la corriente y el caudal natural del manantial, ya que cualquier obstrucción puede tener consecuencias fatales.

Es importante que en el diseño de la estructura de captación se considere un control adecuado del agua, la oportunidad de sedimentación, estabilidad estructural, prevención de futura contaminación y facilidad de inspección y operación (Mansen H., 2013).

2.4.1 Captación mediante barraje.

El barraje es una estructura levantada en el cauce del río con la finalidad de retener el agua, produciendo la elevación de su nivel hasta una altura que asegure una captación permanente.

La forma varía según su tipo: geometría, disposición dentro del cauce, material de construcción y economía del proyecto.

a. *Barraje Fijo.*

Es una estructura sólida emplazada a todo lo ancho del cauce generando un tirante de agua constante, por tal motivo la curva de remanso que se produce aguas arriba del barraje no puede ser alterada, originando una colmatación de sólidos que puede traer una inutilización de la toma o el ingreso de material a través de la ventana de captación.

b. *Barraje Móvil.*

Consiste en un sistema de compuertas situadas a todo lo ancho del cauce del río y que a su vez regulan el flujo del agua; desde el punto de vista hidráulico se recomienda cuando el río presenta un periodo de crecidas con caudales muy altos.

c. Barraje Mixto.

Constituye la combinación de las dos anteriores formado en parte una estructura fija y el resto mediante un sistema de compuertas que se aprovechan para usarlas como un canal de limpia del material sólido acumulado (Ver Figura N°1).



Figura N° 1: Elementos de un barraje.
Fuente: Mansen H., 2013

2.4.2 Diseño hidráulico y dimensionamiento del barraje.

Para el dimensionamiento de las captaciones es necesario conocer el caudal máximo de la fuente, de tal modo que la ventana de captación este a una elevación adecuada y con el largo y ancho correcto, de tal manera de poder captar el caudal requerido.

a. Longitud del barraje.

La longitud del barraje está ligada al ancho del cauce y a la carga del agua que se presentan sobre él, para este efecto en caso de tener un cauce muy angosto pueden hacerse obras que permitan el ensanchamiento del río y para poder obtener mejores condiciones de captación.

b. Altura de barraje.

Mediante esta altura se consigue elevar o mantener un nivel de agua en el río, para que así se derive el caudal hacia el canal principal permitiendo el paso de la excedencia por encima de ella.

Mansen y Rasell determinan la altura del barraje con la siguiente fórmula:

$$C_c = C_o + P = C_o + h_o + h + 0.2$$

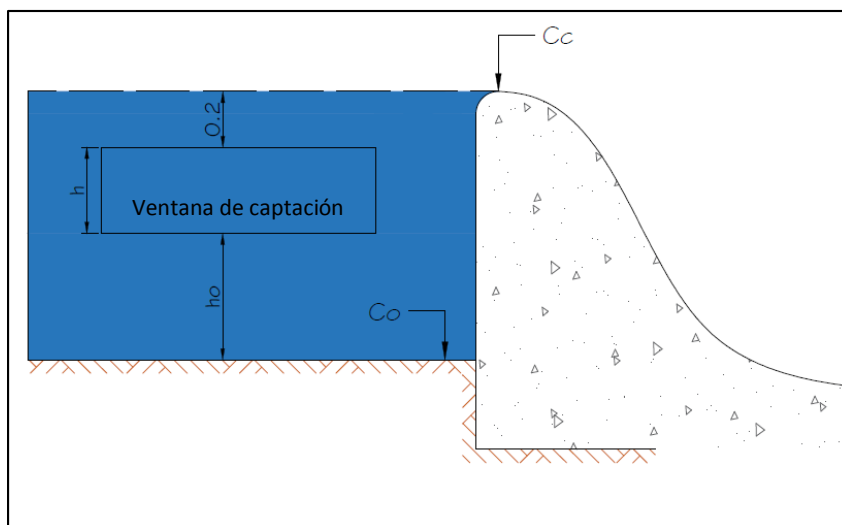


Figura N° 2: Determinación de Altura del Barraje
Fuente: Mansen H., 2013.

Siendo:

C_c = Cota de cresta de barraje (m.s.n.m)

C_o = Cota de lecho de río (m.s.n.m)

h_o = Altura para evitar arrastre de sedimentos hacia la toma (m). Considerar $h_o > 0.50$ m.

h = Altura de ventana de captación.

Seguridad por efectos de oleaje y coeficiente de carga, pueden variar = 0.2

(Ver Figura N° 2)

La altura del barraje se calcula en función de la ventana de captación, considerando que debe estar por encima de la rasante del río.

c. Carga sobre la cresta del vertedero (H_e)

Esta carga viene a constituir la altura de nivel del agua, aguas arriba del vertedero y es calculada mediante la ecuación general de los vertederos.

$$H_e = \left(\frac{Q_{max}}{C_d \times L} \right)^{2/3}$$

Siendo:

H_e = Carga total sobre la cresta, incluyendo la altura de la velocidad (m)

Q_{max} = Caudal máximo de avenida (m^3/s)

L = Longitud efectiva del vertedero (m)

C_d = Coeficiente de descarga del vertedero (0.81)

d. Forma del perfil de la cresta del barraje vertedero.

Se recomienda dar forma a la cresta de modo tal que eviten la presencia de presiones negativas que podrían generar cavitación que cause daños al concreto; así mismo deben ofrecer máxima eficiencia hidráulica, practicabilidad, estabilidad y economía. Para el dimensionamiento preliminar es recomendable aplicar la fórmula del W.E.S (U.S Army Engineers, Waaterways Experiment Station) como se muestra en la Figura N° 3; pero es recomendable dar un poco de robustez debido a que por lo general las fórmulas dan secciones muy esbeltas y fáciles de ser dañadas por la erosión causada por los ríos.

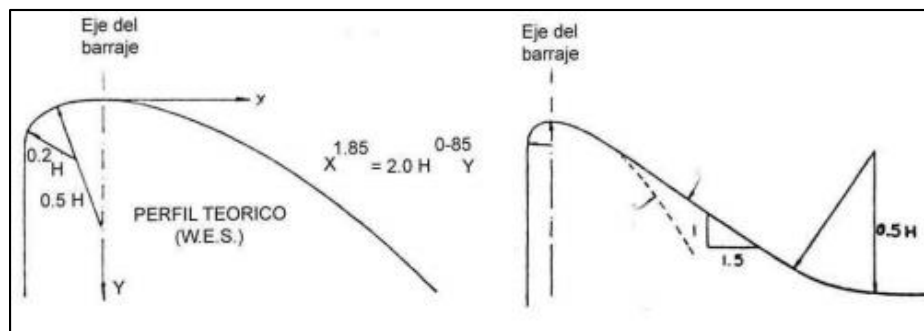


Figura N° 3: Forma de la Cresta del Barraje Vertedero
Fuente: Mansen H., 2013.

e. Solado o Colchón Disipador.

Debido a que con la colocación del barraje vertedero en el cauce del río se genera un incremento de energía potencial, el agua vertida por encima del barraje se transforma en energía cinética causando erosión y por ello se construyen estructuras de disipación, conocidas como solados, colchón disipador, etc. Que tienen como objetivo formar un salto hidráulico que logra disipar la energía cinética ganada por el barraje hidráulico (ver Figura N° 4).

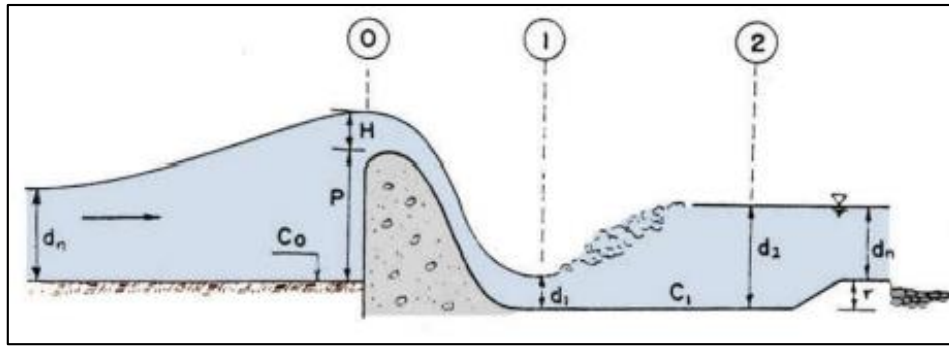


Figura N° 4: Parámetros hidráulicos de barraje.
Fuente: Mansen H., 2013.

- Cálculo de tirante conjugado d_1 :

$$V_1 = \left(2g \times (r + P + H - d_1 + \frac{0.9xVh^2}{2g}) \right)^{1/2}$$

Donde:

$r = C_0 - C_1$ (entre 0.5 y 1.0 m).

P = Altura del barraje.

H = Carga hidráulica sobre la cresta del barraje.

V = Velocidad del agua.

$d_1 > 0.1$ (m)

- Cálculo de tirante conjugado d_2 :

$$d_2 = -\frac{d_1}{2} + \left(\frac{d_1^2}{4} + 2 \times \frac{V_1^2}{g} \times d_1 \right)^{1/2}$$

$$d_2 = d_n + r$$

Donde:

d_n = Tirante normal del río

r = Profundidad del colchón disipador

- Cálculo de la Longitud del Colchón disipador.

$$L = (5 a 6) \times (d_2 - d_1)$$

Donde:

L = Longitud de pozo de disipación (m)

d_1 = Tirante conjugado 1

d_2 = Tirante conjugado 2

- Cálculo de espesor de solado o colchón disipador (e): Para resistir el efecto de la subpresión, como se muestra en la Figura N° 5; es recomendable que el colchón disipador tenga un espesor que soporte el empuje que ocasiona la subpresión.

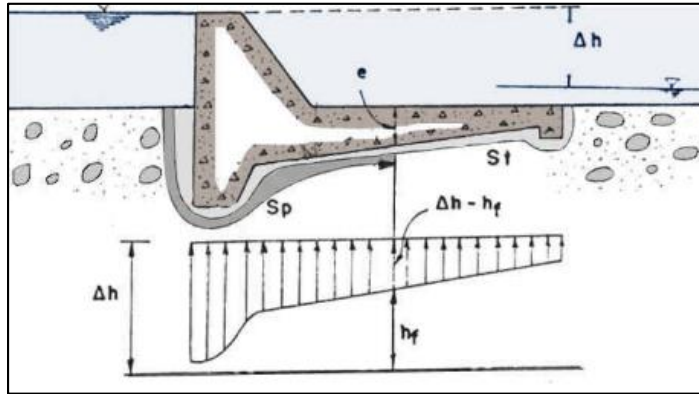


Figura N° 5: Efecto de la subpresión.
Fuente: Mansen H., 2013.

$$e = \frac{3}{4} \left(\frac{h}{(SG_s - 1)} \right)$$

Donde:

e = Espesor del poso de disipación

SG_s = Gravedad específica del suelo

h = Δh – h_f

h_f = Δh x (S_p/S_r)

S_p = Camino de percolación parcial

S_r = Camino de percolación total

f. Canal de limpia:

El canal de limpia es una estructura que permite reducir la cantidad de sedimentos que tratande ingresar al canal de derivación, así como la eliminación del material de arrastre que se acumula delante de la ventana de captación; su ubicación se recomienda perpendicular al eje del barraje vertedero y su flujo paralelo al del río y formando un ángulo entre 60° a 90° con el eje de la captación, a menos que se realice un modelo hidráulico que determine otras condiciones.

- Cálculo de velocidad para el canal de limpia:

$$V_o = 1.5 \times c \times d^2 = 1.5 \times V$$

V_o = Velocidad requerida para iniciar el arrastre

c = Coeficiente de función del tipo de material; siendo 3.2 para arena y grava redondeada y 3.9 para sección cuadrada; de 4.5 a 3.5 para mezcla de arena y grava.

d = Diámetro del grano mayor

V = Velocidad de Arrastre

- Calculo del ancho del canal de limpia.

$$B = \frac{Q_c}{q} \quad ; \quad q = \frac{V_c^3}{g}$$

Donde:

B = ancho del canal de limpia (m)

Q_c = Caudal a discurrir en el canal de limpia para eliminar el material de arrastre (m^3/s)

q = Caudal por unidad de ancho ($m^3/s/m$)

V_c = Velocidad de canal de limpia para eliminar el material de arrastre (m/s)

- Calculo de pendiente del canal de limpia:

$$I_c = \frac{n^2 \times g^{10/9}}{q^{2/9}}$$

Donde:

I_c = Pendiente critica

g = Aceleración de la gravedad

n = Coeficiente de rugosidad de Manning.

q = Descarga por unidad de ancho (m^2/s)

Siempre el fondo del canal de limpia en la zona de la ventana de captación debe estar por debajo del umbral de ésta; entre 0.6 a 1.20 m así mismo el extremo aguas abajo debe coincidir con la cota del colchón disipador (Mansen H., 2013).

2.4.3 Diseño estructural.

Para el diseño, se considera que el muro está sometido al empuje de la tierra, es decir; cuando la caja está llena, el empuje hidrostático tiene un componente que anula al de la tierra favoreciendo de esta manera la estabilidad del muro.

Las cargas consideradas son: el peso propio de la estructura, el empuje de la tierra y la subpresión.

Con la finalidad de garantizar la estabilidad del muro, se debe verificar que la carga unitaria sea igual o menor a la capacidad de carga del terreno; mientras que para garantizar la estabilidad del muro al deslizamiento y al volteo se deberá verificar un coeficiente de seguridad no menor de 1.6 (RNE).

- Cálculo empuje lateral del suelo:

La presión lateral del suelo sobre la estructura está basada en las condiciones de flexibilidad de los elementos estructurales enterrados. Según recomendaciones del USACE, se considera la condición de empuje en reposo, estimada introduciendo en la ecuación de Coulomb para el empuje activo un factor de movilización para el ángulo de fricción entera de $2/3$.

Las cargas de presión lateral del suelo serán tratadas como cargas vivas en el diseño.

Empuje activo:

$$Ea = \left(\frac{1}{2} \times \gamma \times H^2\right) \times Ka$$

Φ = Ángulo de fricción interna

$$\Phi' = 2/3'$$

γ = Peso específico del suelo.

H = Altura de relleno.

Ka = Coeficiente de presión activa.

$$Ka = \tan^2(45 - \phi'/2)$$

- Factor de seguridad al volcamiento. (FV)

$$FV = \frac{W \cdot x}{Eh \cdot \frac{H}{3} - Ev \cdot B}$$

W = Peso del Muro más peso del suelo que descansa sobre la estructura.

Eh y Ev = Componente horizontal y vertical del empuje.

H = Altura total del muro.

B = Ancho

x = Brazo de palanca de W.

- Factor de seguridad al Deslizamiento (FD)

$$FD = \frac{W \cdot \operatorname{tg}(u) + c \cdot B \cdot H}{Eh - Ev \cdot \operatorname{tg}(u)}$$

W = Peso del Muro más peso del suelo que descansa sobre la estructura.

Eh y Ev = Componente horizontal y vertical del empuje.

H = Altura total del muro.

B = Ancho

x = Brazo de palanca de W.

u = $2/3 \Phi$

c = Cohesión

2.5 Línea de conducción.

Se llama línea de conducción al conjunto integrado por tuberías y accesorios cuyo objetivo es transportar el agua, procedente de la fuente de abastecimiento, desde la obra de captación, hasta el sitio donde se localiza el tanque de regulación, planta potabilizadora o directamente a la red de distribución (OPS, 2004).

Esta conducción se puede efectuar de dos maneras, dependiendo de la ubicación de la fuente de abastecimiento con respecto a las obras de regulación.

Si la fuente de abastecimiento se encuentra en un nivel topográfico arriba del tanque de almacenamiento, la conducción se realiza por gravedad, ya sea trabajando como canal (sin presión) o como tubo (a presión) siendo este último el más común en las obras de abastecimiento de agua potable.

Si la fuente de abastecimiento se encuentra a un nivel topográfico abajo del tanque de regularización, la conducción se realiza por bombeo.

2.5.1 Línea de conducción por gravedad

Se presenta cuando la elevación del agua en la fuente de abastecimiento es mayor a la altura pizométrica requerida o existente en el punto de entrega del agua, el transporte del fluido se logra por la diferencia de energías disponibles.

La Línea de conducción por gravedad tiene dos variantes:

- Por canales (sin presión), cuando la línea pizométrica coincide con la superficie del agua.
- Por tuberías (a presión), cuando la línea pizométrica queda por arriba del lomo de los conductos.

a. Conducción por tubería

Para diseñar la línea de conducción a presión se deben tener en cuenta los siguientes factores principales:

- Topografía: el tipo y clase de tubería por usar en la conducción depende de las características topográficas de la línea. Es conveniente obtener perfiles que permitan tener presiones de operación bajas, evitando también tener presiones excesivamente altas.
- Geotecnia: en general, la tubería de conducción debe quedar enterrada, principalmente las de PVC.
- Cruzamientos: durante el trazo topográfico se deben localizar los sitios más adecuados para el cruce de caminos, vías férreas, ríos, etc.
- Déficit de oferta: Si el gasto disponible de la fuente es menor al gasto máximo diario que requiere la población, es necesario buscar otra fuente de abastecimiento complementaria para proporcionar la diferencia faltante.

2.5.2 Criterios de diseño.

Definida la ubicación de la línea de conducción, es necesario considerar criterios de diseño que permitan el planteamiento final en base a las siguientes consideraciones:

a. Carga disponible.

La carga disponible representa la diferencia de elevación entre la obra de captación y el reservorio.

b. Gasto de diseño.

El gasto de diseño es el correspondiente al gasto máximo diario (Q_{md}), el que se estima, considerando el caudal medio de la población para el periodo de diseño seleccionado (Q_m) y el factor K_1 del día de máximo consumo.

c. Clase de tubería.

La clase de tubería a seleccionar estará definida por la máxima presión que ocurra en la línea, presentada por la línea de carga estática. Para la selección se debe considerar una tubería que resista la presión más elevada que pueda producirse (ver Cuadro N° 7), ya que la presión máxima no ocurre bajo condiciones de operación, sino cuando se presenta la presión estática, al cerrar la válvula de control de la tubería.

Cuadro N° 7: Clasificación de la tubería PVC de acuerdo a la presión máxima admisible.

Clase	Presión máxima de prueba (m)	Presión máxima de trabajo (m)
5	50	35
7.5	75	50
10	105	70
15	150	100

Fuente: MVCS, 2006.

d. Diámetro.

Para determinar el diámetro se consideran diferentes soluciones y se estudian diversas alternativas desde el punto de vista económico, considerando el máximo desnivel en toda la longitud del tramo. El diámetro seleccionado deberá tener la capacidad de conducir el gasto de diseño con velocidades de pérdida comprendidas entre 0.6 y 3.00 m/s y las pérdidas de carga por tramo calculado deben ser menores o iguales a la carga disponible (MVCS, 2006).

e. Estructuras complementarias.

- El aire acumulado en los puntos altos de la red reduce la capacidad de conducción del agua, produciendo un aumento de pérdida de carga y una disminución del gasto. Para evitar esta acumulación es necesario instalar una válvula de aire pudiendo ser automática o manual. Debido al costo elevado de las válvulas automáticas, generalmente se utilizan válvulas de compuerta con sus respectivos accesorios, las que requieren ser operadas periódicamente.
- Los sedimentos acumulados en los puntos más bajos de la línea de conducción en terrenos con topografía accidentada, provocan la reducción del área de flujo del agua; siendo necesario instalar válvulas de purga que permitan la limpieza periódica de tramos de tubería.
- Cuando exista mucho desnivel entre la captación y algunos puntos a lo largo de la línea de conducción, pueden generarse presiones superiores a la máxima que pueden soportar las tuberías. En esta situación es necesario la instalación de cámaras rompe presión que permitan disipar la energía y reducir la presión relativa a cero (presión atmosférica), con la finalidad de evitar daños a la tubería. Estas estructuras permiten utilizar tuberías de menor clase, reduciendo considerablemente los costos en las obras de abastecimiento de agua potable.

2.5.3 Gradiente hidráulico.

La línea de gradiente hidráulica indica la presión de agua a lo largo de la tubería bajo condiciones de operación. Cuando se traza la línea de gradiente hidráulica para un caudal que descarga libremente en la atmósfera, puede resultar que la presión residual en el punto de descarga, se vuelva positiva o negativa.

Si la presión residual es positiva, indica que hay un exceso de energía gravitacional; quiere decir que hay energía suficiente para mover el flujo. Si la energía residual es negativa, indica que no hay suficiente energía para mover el fluido; en este último caso puede volverse a trazar la línea de gradiente hidráulica usando un menor caudal y/o usando un diámetro mayor de tubería, con la finalidad de tener en toda la longitud de la tubería una carga operativa de presión positiva (OPS, 2004).

2.5.4 Pérdida de carga.

La pérdida de carga es el gasto de energía para vencer la resistencia que se opone al movimiento del fluido de un punto a otro, en una sección de tubería. Las pérdidas de carga pueden ser lineales, o de fricción y singulares o locales. Las primeras, son las ocasionadas por la fuerza de rozamiento en la superficie de contacto entre el fluido y la tubería; y la segunda son producidas por las deformaciones del flujo, cambio en sus movimientos y velocidad (estrechamientos o ensanchamientos bruscos de la sección, torneado de las válvulas, grifos, compuertas, codos, etc.).

- Pérdida de Carga unitaria (h_f)

Se puede calcular mediante la ecuación de Hazen y Williams para diámetros mayores a 2 pulgadas o la de Fair Whipple para diámetros menores.

$$Q = \alpha_1 \cdot C \cdot D^{2.63} \cdot h_f^{0.54} \quad (\alpha_1: \text{Constante}) \text{ Hazen y Williams, } D: \text{Diámetro}$$

$$Q = \alpha_2 \cdot D^{2.71} \cdot h_f^{0.57} \quad (\alpha_2: \text{Constante}) \text{ Fair Whipple, } D: \text{Diámetro}$$

$$h_f = \frac{H_f}{L} \quad (H_f: \text{Pérdida de carga por tramo, } L: \text{Longitud del tramo})$$

2.5.5 Presión.

En la línea de conducción, la presión representa la cantidad de energía gravitacional contenida en el agua. Se determina mediante la ecuación de Bernoulli.

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

Donde:

Z = Cota respecto al nivel de referencia arbitraria (m)

P/γ = Altura de carga de presión (m)

V = Velocidad media (m/s)

H_f = Pérdida de carga.

2.6 Planta de tratamiento de agua potable (PTAP).

Las plantas diseñadas para el tratamiento de agua, son fáciles de construir, operar y mantener con recursos locales. Sus estructuras son obras civiles simples, de fácil mantenimiento y larga duración; lo que permite una reducción del 40 al 50% del costo en relación a otras tecnologías. Las plantas se pueden construir por módulos, de acuerdo a la disponibilidad de recursos económicos y materiales locales.

Como condición previa a la construcción de una PTAP, se deben conocer las características físico-químicas y microbiológicas de la fuente, para seleccionar el grado de tratamiento necesario y poder garantizar la calidad del producto fin a continuación se describen los principales componentes de una PTAP:

2.6.1 Pretratamiento

La primera operación de pretratamiento consiste en la eliminación de los sólidos de gran tamaño que pueda contener el agua en punto de captación, por ejemplo hojas o ramas de árbol, piedras, etc. Para ello, se utilizan rejillas y/o tamices que retienen los sólidos. Cuando el contenido en arenas y sólidos similares en suspensión es elevado, se emplean canales desarenadores en los que los sólidos sedimentan por gravedad.

A continuación, el agua suele someterse a un proceso de aireación, dejando caer el agua en una cascada, cuyo objetivo es incrementar la proporción de oxígeno disuelto, facilitando la depuración por medio de bacterias aerobias.

2.6.2 Coagulación-floculación

Antes entrar a la etapa de decantación, se ajusta el pH mediante la adición de ácidos (clorhídrico, sulfúrico) o de álcalis (hidróxido sódico, hidróxido cálcico) y se añaden al agua agentes coagulantes (sales de hierro o aluminio), que dan lugar a cationes multivalentes con cargas positivas que compensan la carga negativa de las partículas coloidales y por lo tanto eliminan las fuerzas de repulsión entre ellas, facilitando su coalescencia para dar lugar a partículas de mayor tamaño. Asimismo se añaden agentes floculantes (polielectrolitos) con el fin de aglutinar las partículas formadas en la coagulación para dar lugar a la formación de flóculos de mayor tamaño que se separan más fácilmente por decantación en la etapa posterior de decantación, al descender a mayor velocidad.

2.6.3 Decantación

En esta etapa los flóculos formados por la acción de los agentes coagulantes y floculantes sedimentan en tanques de forma circular o rectangular, obteniéndose por la parte superior el agua clarificada y extrayéndose por el fondo una corriente de lodos que contienen los flóculos sólidos.

Una variante es la denominada decantación lastrada, en la que se utilizan partículas de arena para incrementar el peso y tamaño de los flóculos, aumentando la velocidad a la que decantan en el seno del agua y reduciendo sensiblemente el tiempo necesario para la decantación.

2.6.4 Filtración

El agua sobrenadante de la etapa de decantación, se somete a una etapa de filtración, la cual consiste en hacer pasar el agua, que todavía contiene materias en suspensión no separadas en la decantación, a través de un lecho filtrante que permite el paso del líquido pero no el de las partículas sólidas, las cuales quedan retenidas en el medio filtrante.

Los medios filtrantes más utilizados son la arena y el carbón activo granular. En el caso de utilizar este último material filtrante, además de la retención de las partículas sólidas, se producirá la eliminación por adsorción de sustancias orgánicas, evitando la existencia de olores y sabores en el agua filtrada. También existen otros tipos de lechos como es el caso de membranas filtrantes que pueden ser de plástico o de metal.

2.6.5 Desinfección

La etapa final del proceso de potabilización de aguas de consumo humano es siempre la desinfección. Se trata de la etapa de mayor importancia ya que ha de garantizar la eliminación de microorganismos patógenos que son responsables de gran número de enfermedades (tifus, cólera, hepatitis, gastroenteritis, salmonelosis, etc.). En algunos casos de plantas de potabilización muy sencillas, la desinfección es la única etapa del proceso.

Esta tecnología debe estar precedida de un detallado proceso de análisis técnico, social y de las capacidades locales de construcción y operación de la planta. En particular, constituye un factor crítico la disponibilidad de asistencia técnica a corto y mediano plazo. La PTAP puede estar conformada por dos o tres procesos de filtración, dependiendo del grado de contaminación de la fuente de agua. Los primeros procesos constituyen la etapa de pre tratamiento, que permite reducir la concentración de sólidos suspendidos (ver Figura N° 6)

Conforme circula el agua las partículas más pequeñas son eliminadas, hasta llegar al filtro lento de arena, reconocido como una tecnología sencilla, confiable y eficiente, pues puede producir agua de baja turbiedad, libre de impurezas suspendidas y virtualmente libre de entero-bacterias, entero-virus y quistes de protozoarios (OPS, 2006).

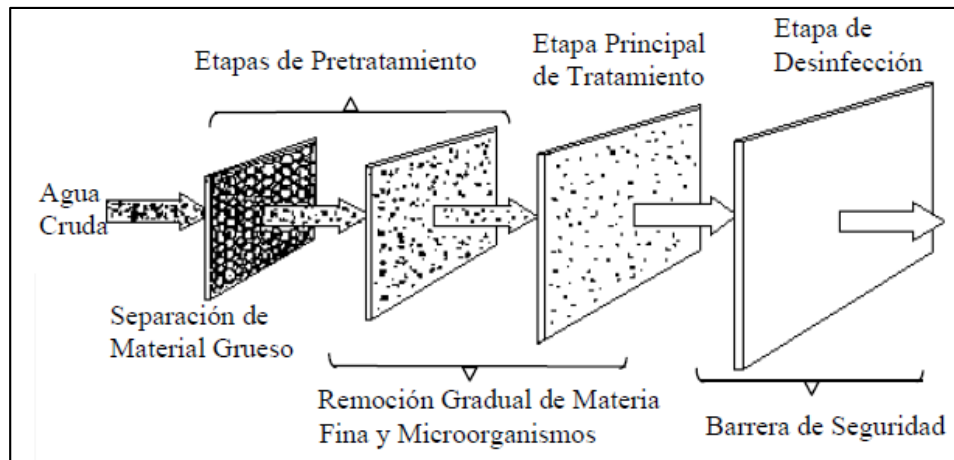


Figura N° 6: Proceso que integran la PTAP
Fuente: OPS (2006).

2.6.6 Filtración en múltiples etapas

La filtración en múltiples etapas (FiME) es la combinación unidades de pre tratamiento con filtración en grava (FGDi y FG) y unidades de tratamiento con filtración lenta en arena (FLA) con la finalidad de obtener un efluente de calidad sin necesidad de la utilización reactivos químicos durante el proceso.

a. Filtración gruesa dinámica (FGDi)

Los filtros dinámicos son tanques que contienen una capa delgada de grava fina (6 a 13mm) en la superficie, sobre un lecho de grava más grueso (13-25mm) y un sistema de drenaje en el fondo. (ver Figura N° 7).

Esta unidad es utilizada para reducir los extremos de los picos de turbiedad y proteger de esta manera la planta de tratamiento ante altas cargas de sólidos transportadas por la fuente durante unas pocas horas.

Cuando la fuente transporta valores elevados de sólidos fácilmente sedimentables, estos se depositan en la superficie del lecho de grava, colmatándolo rápidamente y restringiendo parcial o totalmente el paso de agua. Esta respuesta protege las unidades de tratamiento siguientes.

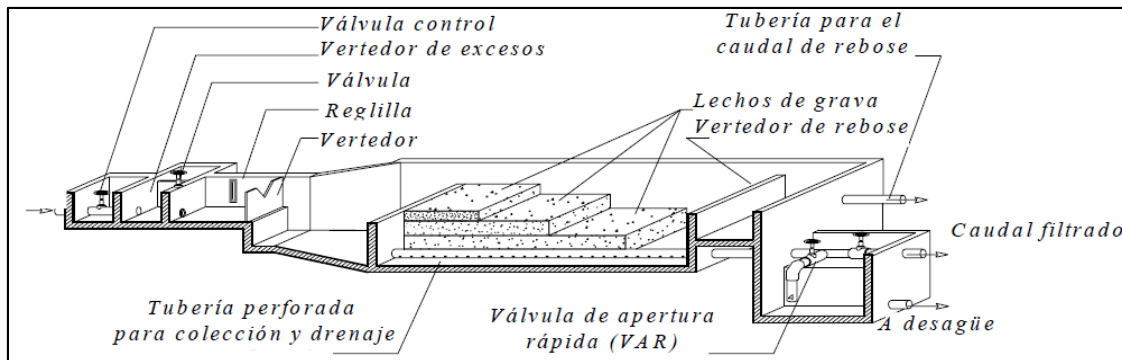


Figura N° 7: Esquema isométrico de un filtro grueso dinámico (FGDi).

Fuente: OPS, 2006.

b. Filtración gruesa (FG)

Los filtros gruesos de grava pueden ser de flujo horizontal o vertical. Consiste en un compartimiento principal donde se ubica un lecho filtrante de grava. El tamaño de los granos de grava disminuye con la dirección del flujo (ver Figura N° 8).

Para el caso de un filtro de flujo ascendente se tiene un sistema de tuberías, ubicado en el fondo de la estructura, permite distribuir el flujo de agua en forma uniforme dentro del filtro.

Conforme funciona el filtro, los espacios vacíos se van colmatando con las partículas retenidas del agua, por lo cual se requiere una limpieza semanal controlada mediante las válvulas de apertura a la salida de la unidad.

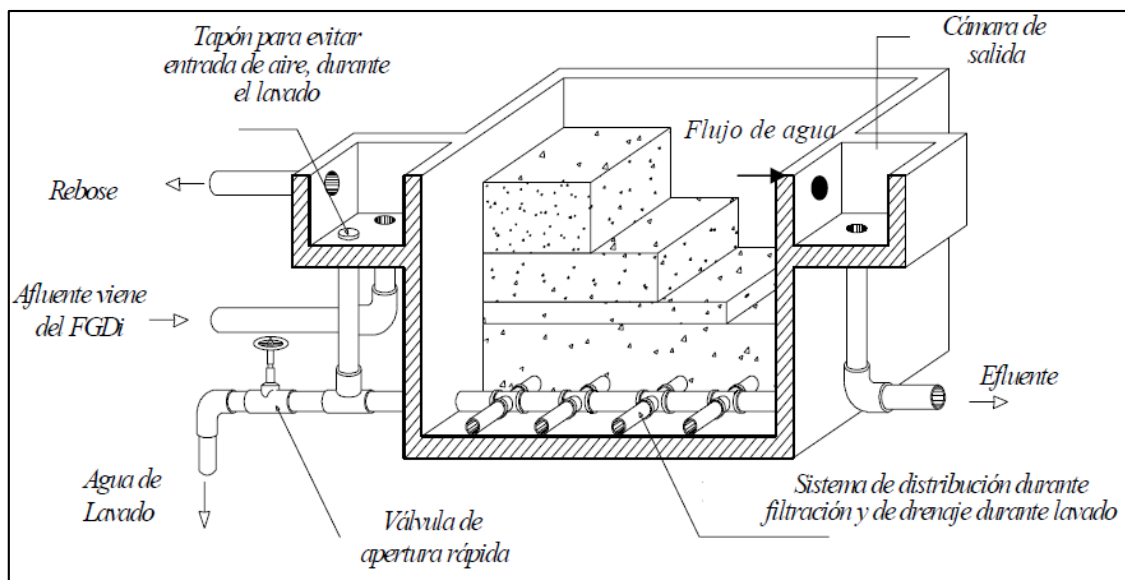


Figura N° 8: Esquema isométrico de un filtro grueso (FG).

Fuente: OPS, 2006.

c. Filtración lenta en arena (FLA)

El tratamiento del agua en una unidad de FLA es el producto de un conjunto de mecanismos de naturaleza biológica y física, los cuales interactúan de manera compleja para mejorar la calidad microbiológica del agua (ver Figura N° 9).

Consiste en un tanque con un lecho de arena fina, colocado sobre una capa de grava que constituye el soporte de la arena la cual, a su vez, se encuentra sobre un sistema de tuberías perforadas que recolectan el agua filtrada. El flujo es descendente, con una velocidad de filtración muy baja que puede ser controlada preferiblemente al ingreso del tanque.

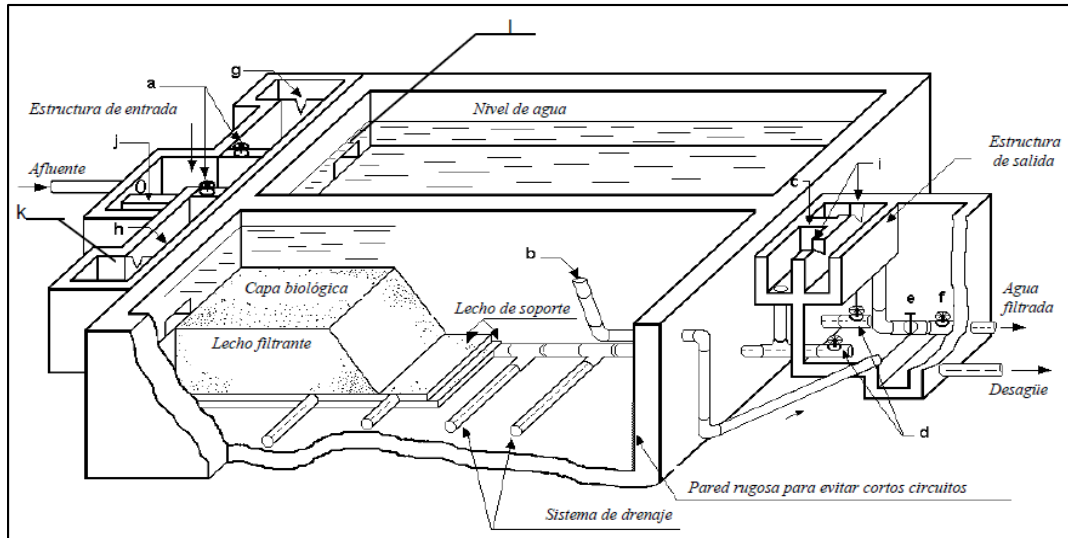


Figura N° 9: Isométrico de un filtro lento de arena.

Fuente: OPS, 2006.

- a. Válvula para control entrada de agua pre tratada y regular velocidad de filtración
- b. Dispositivo para drenar capa de agua sobrenadante, “cuello de ganso”.
- c. Conexión para llenar lecho filtrante con agua limpia
- d. Válvula para drenar lecho filtrante
- e. Válvula para desechar agua tratada
- f. Válvula para suministrar agua tratada al depósito de agua limpia
- g. Vertedero de entrada
- h. Indicador calibrado de flujo
- i. Vertedero de salida.
- j. Vertedero de excesos
- k. Cámara de entrada a FLA
- l. Ventana de acceso a FLA

d. Componentes de un filtro lento de arena.

Una unidad de Filtración lenta de arena consta generalmente de los siguientes elementos mostrados en la Figura N° 10:

- Caja de filtración y estructura de entrada.
- Sistema de drenaje.
- Lecho filtrante.
- Capa de agua sobrenadante
- Dispositivo para regulación, control y rebose.

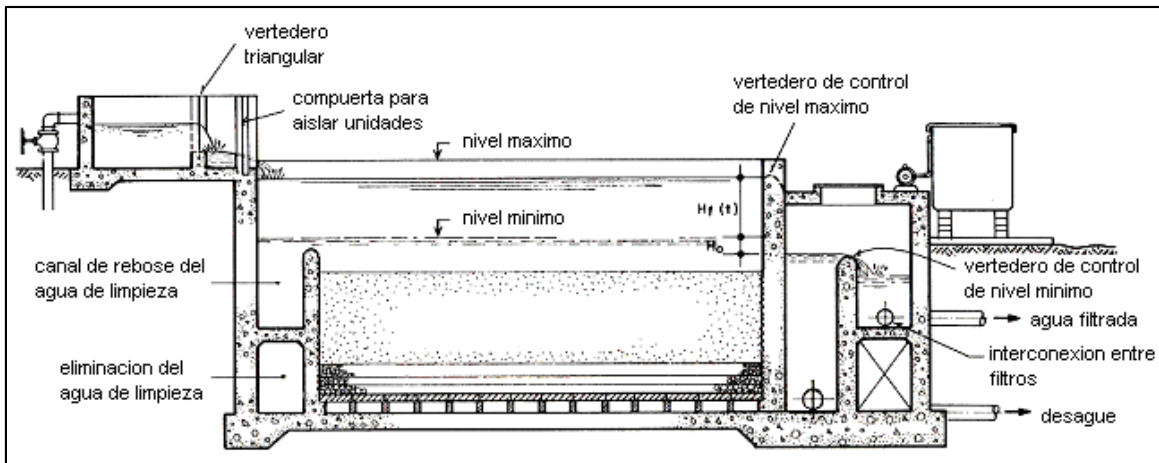


Figura N° 10: Corte longitudinal de un FLA.

Fuente: OPS, 2006.

- Caja de filtración y su estructura de entrada:

La caja del filtro posee un área superficial condicionada por el caudal a tratar, la velocidad de filtración y el número de filtros especificados para operar en paralelo.

Se recomiendan áreas de filtración máxima por módulo de 100 m^2 para facilitar las labores manuales de operación y mantenimiento el filtro.

La estructura consta de un vertedor de excesos, canales o conductos para distribución, dispositivos para medición y control de flujo, cámara de entrada y ventana de acceso al filtro propiamente dicho.

-Lecho filtrante.

El medio filtrante debe estar compuesto por granos de arena duros y redondeados, libres de arcilla y materia orgánica (ver Cuadro N° 8). La arena no debe contener más de 2% de carbonato de calcio y magnesio.

La velocidad de filtración varía entre los 0.1 y 0.2 m/h dependiendo de la calidad del agua cruda. A mayor contaminación del agua afluente menor velocidad de filtración.

La altura del agua sobre el lecho filtrante puede variar entre 1.0 y 1.50 m.

Cuadro N° 8: Granulometría del lecho filtrante.

Criterio de Diseño	Valores recomendados
Altura de la arena (m)	
Inicial	1.00
Mínima	0.50
Diámetro efectivo (mm)	0.15 – 0.35
Coefficiente de uniformidad	
Aceptable	<3.00
Deseable	1.8 – 2.0
Altura del lecho de soporte, incluye drenaje (m)	0.1 – 0.3

Fuente: OPS, 2006.

- Sistema de drenaje, que incluye lecho de soporte y cámara de salida.

El nivel mínimo del filtro se controla mediante el vertedero de salida, el cual se debe ubicar en el mismo nivel o 0.10 m. por encima de la superficie del lecho filtrante (ver Figura N° 11).

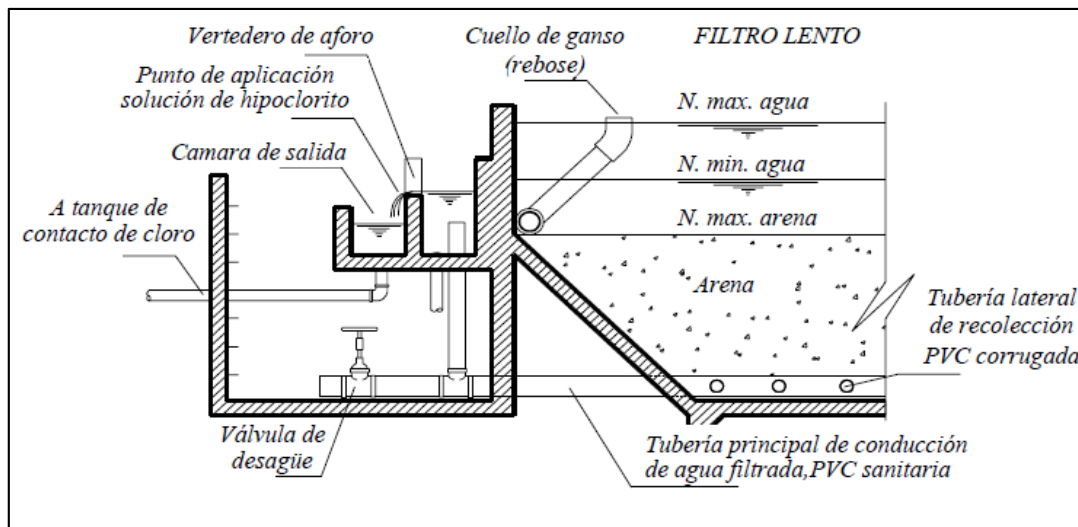


Figura N° 11: Estructura de salida de un FLA.

Fuente: OPS, 2006.

- Capa de agua sobrenadante.

Se recomienda una altura de agua sobrenadante de 1.0 a 1.5 m. y un borde libre entre los 0.2 y 0.3 m.

- Conjunto de dispositivos para regulación, control y rebose de flujo.

- Válvula para controlar entrada de agua pretratada y regular velocidad de filtración
- Dispositivo para drenar capa de agua sobrenadante, “cuello de ganso”.
- Conexión para llenar lecho filtrante con agua limpia
- Válvula para drenar lecho filtrante
- Válvula para desechar agua tratada
- Válvula para suministrar agua tratada al depósito de agua limpia
- Vertedero de entrada
- Indicador calibrado de flujo
- Vertedero de salida
- Vertedero de excesos

2.6.7 Alternativas de tratamiento FiME

Dependiendo de los parámetros seleccionados de calidad de agua, la eficiencia de las etapas de tratamiento y consideraciones de costos se pueden adoptar las siguientes alternativas de tratamiento FiME:

- FLA
- FGD_i + FLA
- FGD_i + FG + FLA (F)

La pre filtración gruesa continua o en serie dependerá de la calidad del afluente y las condiciones físicas del lugar.

Las condiciones mínimas requeridas para la adopción de un sistema de filtración por múltiples etapas se pueden asumir de acuerdo a los parámetros mostrados en el Cuadro N° 9.

Cuadro N° 9: Modelo para la selección de un sistema de tratamiento de agua por filtración en múltiples etapas, FiME

	<10	10-20	20-50	50-70(*)	Turbiedad (NTU)
	<20	20-30	30-40	30-40(*)	Color Real (UC)
<500	FLA	FGAC _{0.6}	FGAC _{0.45}	FGAS _{30.3}	
500-10000	FGAC _{0.6}	FGAC _{0.6}	FGAC _{0.45}	FGAS _{30.3}	
10000-20000	FGAC _{0.45}	FGAC _{0.45}	FGAC _{0.45}	FGAS _{30.3}	
(*)					
Coliformes Fecales (UFC/100ml)					

Fuente: OPS (2006).

(*) Para valores superiores a 70 NTU; 2000 UFC/100ml o 40 UFC se recomienda realizar estudios en planta piloto. (El subíndice indica la velocidad de filtración recomendada en m/h).

- Clasificación según rango de calidad:

Bajo
Medio
Alto

FGAC - FILTRO GRUESO ASCENDENTE EN CAPAS

FGAS3 - FILTRO GRUESO ASCENDENTE EN SERIE (3 ETAPAS)

FLA - FILTRO LENTRO ARENA

2.6.8 Criterios de diseño de los componentes de un FLA.

a. Periodo de diseño.

Se recomienda un período de diseño de las instalaciones entre 8 y 12 años de manera que guarde armonía con la dinámica de crecimiento de la población y con el costo de oportunidad de acceso a la financiación del proyecto.

b. Periodo de operación.

Las unidades de tratamiento deben ser diseñados para periodos de operación de 24 horas, siendo 2 el número mínimo de unidades en paralelo y así alternarlas cada vez que se requiera realizar mantenimiento. La continuidad en la prestación del servicio evita riesgos de contaminación en la distribución, en almacenamientos inadecuados o en la operación de la planta.

c. Caudal de diseño.

Las unidades en una planta de tratamiento serán diseñadas para el caudal máximo diario.

2.6.9 Calculo hidráulico.

- Caudal de diseño (Qd): Se expresa en (m³/h)
- Número de unidades (N): Mínimo dos unidades de filtración
- Área superficial (As):

$$As = \frac{Qd}{N \times Vf}$$

Donde:

As = m²

Vf = velocidad de filtración (m/h)

Qd = caudal de diseño (m³/h)

N = número de unidades

- Coeficiente de mínimo costo (K):

$$K = \frac{2xN}{(N + 1)}$$

- Longitud de unidad:

$$L = (As \times K)^{1/2}$$

- Ancho de unidad:

$$b = \left(\frac{As}{K}\right)^{1/2}$$

- Velocidad de filtración real (VR):

$$VR = \frac{Qd}{(2 \times A \times B)}$$

- Sistema de drenaje:

Los drenes se diseñarán con el criterio de que la velocidad límite en cualquier punto de estos no sobrepase de 0.30 m/s. La relación de velocidades entre el dren principal (V_p) y los drenes secundarios (V_s) debe ser de: $V_p/V_s < 0.15$, para obtener una colección uniforme del agua filtrada.

- Pérdidas de carga:

Se producen pérdidas de carga en las tuberías, en las válvulas, lecho filtrante, drenes y vertederos.

Lecho filtrante: Esta en función de la granulometría del material, velocidad defiltración.

Drenes: (menor a 10%)

$$hd = \frac{0.3311 \times V^2}{dh \times 2g}$$

Donde:

dh = diámetro hidráulico

V = velocidad del dren, ($dh = 4Ad/P$)

Ad = área del dren

P = perímetro del dren

Compuerta de entrada:

$$hf_1 = \frac{K \times V^2}{2g} \quad ; \quad V = \frac{VF \times Af}{AC}$$

Donde:

AC = área de la compuerta (m^2)

Af = área de filtración (m^2)

VF = velocidad de filtración (m/s)

Vertedero de salida:

$$hf_2 = \frac{Qd^2 \times 1.84 Lv}{3}$$

Donde,

Lv = longitud de cresta del vertedero general (m)

Qd = caudal de diseño (m^3/h)

2.7 Reservorio o tanque de almacenamiento.

El elemento de regulación juega un papel básico en el diseño del sistema de distribución de agua potable, tanto del punto de vista económico, como por su importancia en el funcionamiento hidráulico del sistema y en el mantenimiento de un servicio eficiente.

Un elemento de regulación cumple con tres propósitos fundamentales:

- Compensar las variaciones de consumo que se producen durante el día.
- Mantener las presiones de servicio en la red de distribución.
- Mantener almacenada cierta cantidad de agua para atender situaciones de emergencia tales como incendios e interrupciones por daño de tuberías de conducción o de captación.

2.7.1 Volumen de reservorio.

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

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

a. Cálculo de la capacidad del reservorio

Para el cálculo del volumen de almacenamiento se utilizan métodos gráficos y analíticos. Los primeros se basan en la determinación de la “curva de masa” o de “consumo integral”, considerando los consumos acumulados; para los métodos analíticos, se debe disponer de los datos de consumo por horas y del caudal disponible de la fuente, que por lo general es equivalente al consumo promedio diario.

Para los proyectos de agua potable por gravedad, las normas recomiendan una capacidad mínima de regulación del reservorio del 15% del consumo promedio diario anual (Q_m).

Con el valor del volumen (V) se define un reservorio de sección circular cuyas dimensiones se calculan teniendo en cuenta la relación del diámetro con la altura de agua (d/h), la misma que varía entre 0,50 y 3,00. En el caso de un reservorio de sección rectangular, para este mismo rango de valores, se considera la relación del ancho de la base y la altura (b/h) (RNE).

2.7.2 Tipos de reservorio.

Los reservorios de almacenamiento pueden ser elevados, apoyados y enterrados.

Los elevados, que pueden tomar la forma esférica, cilíndrica, y de paralelepípedo, son construidos sobre torres, columnas, pilotes, etc; los apoyados, que principalmente tienen forma rectangular y circular, son construidos directamente sobre la superficie del suelo (ver Figura N° 12); y los enterrados, de forma rectangular y circular, son construidos por debajo de la superficie del suelo (cisternas).

Para capacidades medianas y pequeñas, como es el caso de los proyectos de abastecimiento de agua potable en poblaciones rurales, resulta tradicional y económica la construcción de un reservorio apoyado de forma cuadrada o circular.

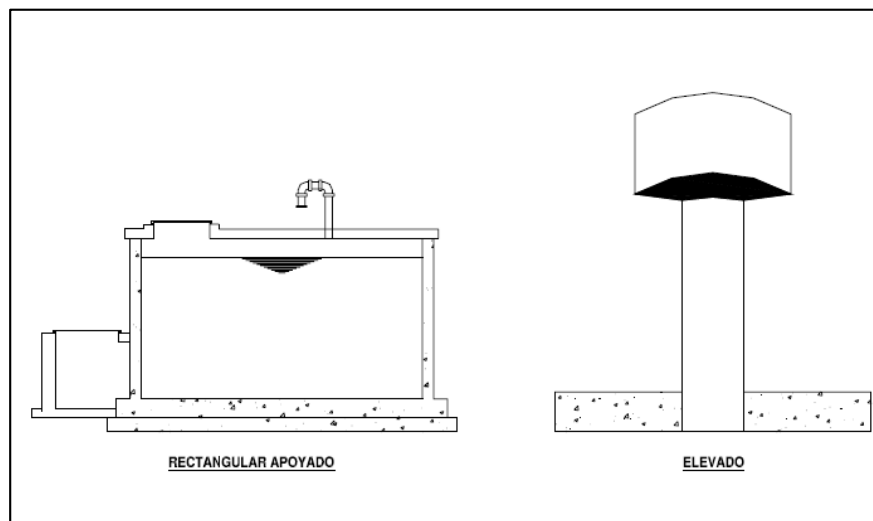


Figura N° 12: Tipos de Reservorio
Fuente: OPS (2004).

2.7.3 Ubicación de reservorio.

La ubicación está determinada principalmente por la necesidad y conveniencia de mantener la presión en la red dentro de los límites de servicio, garantizando presiones mínimas en las viviendas más elevadas y presiones máximas en las viviendas más bajas,

sin embargo debe priorizarse el criterio de ubicación tomando en cuenta la ocurrencia de desastres naturales.

De acuerdo a la ubicación, los reservorios pueden ser de cabecera o flotantes. En el primer caso se alimentan directamente de la captación, pudiendo ser por gravedad o bombeo y elevados o apoyados, y alimentan directamente de agua a la población. En el segundo caso, son típicos reguladores de presión, casi siempre son elevados y se caracterizan porque la entrada y la salida del agua se hacen por el mismo tubo.

Considerando la topografía del terreno y la ubicación de la fuente de agua, en la mayoría de los proyectos de agua potable en zonas rurales los reservorios de almacenamiento son de cabecera y por gravedad.

El reservorio se debe ubicar lo más cerca posible y a una elevación mayor al centro poblado (Rodriguez P., 2001).

2.7.4 Tubería de llegada.

El diámetro está definido por la tubería de conducción, debiendo estar provista de una válvula de compuerta de igual diámetro antes de la entrada al reservorio; debe proveerse de un by-pass para atender situaciones de emergencia.

2.7.5 Tubería de salida.

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

2.7.6 Tubería de limpia.

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

2.7.7 Tubería de rebose.

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

2.7.8 By- Pass

Se instala una tubería con una conexión directa entre la entrada y salida, de manera que cuando se cierre la tubería de entrada al reservorio de almacenamiento, el caudal ingrese

directamente a la línea de conducción, esta constata de una válvula compuerta que permita el control del flujo de agua.

2.7.9 Diseño estructural.

a. Reservorios de ferrocemento de sección circular

El ferrocemento es una tecnología apropiada que consiste en reforzar un mortero con mallas de alambre, a fin de obtener un material homogéneo y resistente. Es un material compuesto, que por su naturaleza tiene una respuesta estructural importante ante acciones sísmicas y los pocos materiales que se utilizan en su construcción son fácilmente transportables hasta lugares de difícil acceso. Asimismo, en comparación con las construcciones tradicionales, sus costos disminuyen hasta en un 50%.

Por otro lado, las habilidades de las personas que se involucran en la construcción de este tipo de reservorios, no han de ser especializadas. Las personas que se capacitan y disponen de manuales y planos, fácilmente podrán construir aplicando esta técnica.

Si este tipo de reservorios tiene fugas, fácilmente pueden ser reparados. Se pica la zona afectada y se utiliza el mortero con la proporción empleada en su construcción.

El reservorio consta de las siguientes partes: Fondo, muros de sección circular, losa de cubierta provista de buzón de inspección y una caseta de válvulas.

La presente información es para reservorios con volumen máximo de 20 m^3 , si se diera el caso de volúmenes mayores de 20 m^3 se deberá realizar un análisis que requiera mayor precisión y detalle (OPS, 2004).

• Consideraciones del diseño

La formulación para el cálculo y diseño de tanques cilíndricos de pared delgada se basa en el estudio de tensiones normales en dos direcciones, las que actúan en dirección del eje geométrico del cilindro las denominamos axiales o longitudinales, y las que lo hacen en una dirección perpendicular, tangenciales.

Debido a que el espejo de agua se encuentra en contacto con la atmósfera por el volumen de seguridad o ventilación, no se produce tensión longitudinal, quedando únicamente el cálculo de la tensión tangencial.

Para el diseño de reservorios de ferrocemento de volumen pequeño (5 a 20 m^3), se considera que las tensiones de tracción o compresión que existe en la pared del cilindro son uniformemente distribuidas en el espesor de la pared. Asimismo, se supone

que las cargas, tensiones y deformaciones en las membranas cilíndricas son simétricas respecto al eje del cilindro.

- Espesores mínimos de la pared:

$$e_{pared} = \frac{\gamma_w \cdot h \cdot r}{0.424 \sqrt{f'c}}$$

- Espesor mínimo del Piso:

$$e_{piso} = 1.7453 \times D$$

- Espesor mínimo del techo:

$$e_{techo} = 1.745 \times D$$

- Refuerzo longitudinal en la pared:

$$A_s = \frac{500 \times h_i \times D}{f_y}$$

$$A_{smin} = \frac{14 \times b \times d}{f_y}$$

Donde:

e: espesor de la pared (cm).

e_{piso} : espesor de la losa de fondo (cm).

e_{techo} : espesor de la losa de la cubierta (cm).

γ_w : peso específico del agua (kg/m^3).

h: altura del nivel máximo del agua (m).

r: radio del reservorio (m).

$f'c$: resistencia a la compresión del mortero (kg/cm^2).

D: diámetro del reservorio (m).

A_s : área de acero a una altura i (cm^2).

A_{smin} : área de acero mínimo (cm^2).

h: altura a la que se desea calcular el refuerzo (m).

f_y : esfuerzo de fluencia del refuerzo (kg/cm^2).

b: ancho de referencia (cm).

d: espesor (cm).

b. Reservorios prefabricados.

Este sistema fue desarrollado especialmente para el almacenaje de grandes volúmenes de agua para el sector industrial, aunque gracias a sus numerosas ventajas su utilización se extendió a otros usos dentro de la industria petrolera como el almacenaje de agua para perforaciones con pérdida total, pruebas hidráulicas de ductos, etc; y a otras industrias como biodigestores para tanques de biogás, almacenamiento de agua en paradas de planta, etc.

Sus múltiples ventajas, como la rápida puesta en servicio, la baja alteración del medio ambiente, su bajo requerimiento de mano de obra en la operación y su baja relación costo/prestación, hacen que sea un alternativa muy conveniente en operaciones donde se requieran almacenamientos de grandes cantidades de agua.

- ***Características.***

- Baja absorción de agua y muy buena estabilidad dimensional hidrocópica y térmica, por consiguiente indefinida durabilidad en condiciones de intemperie.
- No son combustibles, ni propagan llama.
- Impermeables.
- No son biodegradables ni atacables por insectos.
- Facilidad de transporte con múltiples transbordos para ser armados en cualquier sitio con personal no especializado y en muy corto tiempo.
- Construcción e instalación con prefabricados, se hace de forma rápida y sencilla.
- Excelente resistencia a la flexión, la compresión, la tracción y al cizallamiento, de los elementos utilizados.

- **Diseño**

El sistema está diseñado y calculado para soportar los esfuerzos a llenado total y empuje dinámico por oleaje producido por fuertes vientos, condición usual en la Patagonia, así como para soportar las condiciones de fatiga de material generadas por el constante llenado y vaciado de los tanques.

2.8 Red de distribución

La red de distribución de agua potable, es el conjunto de tuberías que tienen como finalidad proporcionar agua al usuario, ya sea mediante un hidrante de toma pública o mediante conexión domiciliaria. La distribución se inicia en el tanque reservorio y recorren todas las calles de la localidad beneficiaria; las tuberías que la integran son de diferentes diámetros, que van enterrados en la vía pública es decir en terrenos propiedad del Municipio, a los que se conectan tuberías de pequeños diámetros para introducir el agua a las edificaciones.

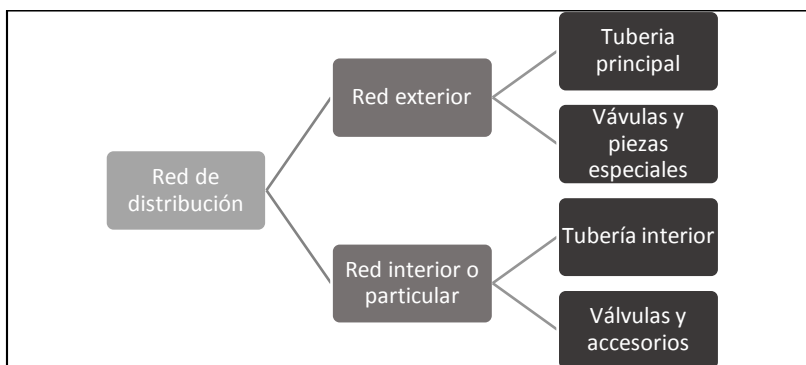


Figura N° 13: Tipo de Redes de distribución.

Fuente: Rodríguez P., 2001.

2.8.1 Consideraciones básicas de diseño

La red de distribución se debe calcular considerando la velocidad y la presión del agua en las tuberías. Se recomienda valores de velocidad mínimas de 0.6 m/s y máximas de 3.0 m/s si se tiene velocidades menores que la mínima, se presentan problemas de sedimentación; y con velocidades muy altas se produce el deterioro de las tuberías y accesorios.

La presión mínima depende de las necesidades domésticas, y la máxima en el mantenimiento de la red, ya que con presiones elevadas se originan pérdidas por fugas y fuertes golpes de ariete. El Reglamento Nacional de edificaciones recomienda que la presión mínima de reservorio en cualquier parte de la red no sea menor a 10 m y que la presión estática no supere los 50 m (RNE).

2.8.2 Tipo de Redes

Según la forma de los circuitos, existen dos tipos de sistemas de distribución: el sistema abierto tipo espina de pescado o de parrilla y el sistema de circuito cerrado conocido como mallas.

a. Sistema abierto o ramificado

Consiste básicamente de una tubería principal que se instala en la zona de mayor consumo, disminuyendo de diámetro a medida que se aleja de la fuente o del tanque de regularización, de esta tubería parten otras de menor diámetro llamadas secundarias o de relleno para completar la red, esta red tiene la forma de esqueleto de pescado.

Se recomienda para localidades pequeñas, donde la población es muy dispersa (rancherías, localidades rurales, etc.), donde no sea necesario instalar tuberías en todas las calles, cuando la topografía y el alineamiento de las calles no permiten la formación de envolventes (circuitos).

Las tuberías principales se calcularán con el gasto acumulado que les corresponda a partir del gasto máximo horario. Este tipo de red tiene los inconveniente que cuando se presenta una descompostura en la tubería principal, se corre el riesgo de tener que suspender el servicio en toda la población, de la misma manera que como el escurrimiento es prácticamente en una sola dirección, no hay oportunidad de sobrealimentar tramos que demanden mayor gasto además de tener en ocasiones un alto número de puntos muertos, sin embargo, su construcción resulta generalmente económica.

b. Sistema cerrado

Es el conjunto de tuberías que se instalan subterráneamente en las calles de una población y de las que se derivan las tomas domiciliarias que entregan el agua en la puerta de la casa del usuario. Está formada por tuberías principales, llamadas también de circuitos y por tuberías secundarias o de relleno que son las que se derivan de las primeras.

Las principales ventajas de este tipo de red son:

La alimentación de los tramos de red por diversos lados, evitando estancamiento de agua y que, en caso necesario se puede sobrealimentar cualquier tramo operando adecuadamente las válvulas de seccionamiento.

Las tuberías principales se calculan de acuerdo con los gastos acumulados que le corresponda a partir del gasto máximo horario.

Por otra parte, en lo que se refiere a la topografía, el ingeniero proyectista deberá estudiar cuidadosamente la conveniencia de diseñar una sola red de distribución que abastezca cualquier punto de la localidad (Rodríguez P., 2001).

2.8.3 Diseño de redes de distribución.

Para el análisis hidráulico del sistema de distribución se podrá utilizar el método de Hardy Cross, seccionamiento o cualquier otro método racional.

- Para el cálculo hidráulico de las tuberías se utilizan fórmulas racionales. En el caso de aplicarse la fórmula de Hazen William se utilizan los coeficientes de fricción establecidos a continuación:

Fierro galvanizado: 100

PVC: 140

- El diámetro a utilizarse será aquel que asegure el caudal y presión adecuada en cualquier punto de la red. Los diámetros nominales mínimos serán: 25mm en redes principales, 20mm en ramales y 15mm en conexiones domiciliarias (OPS, 2006).

- En todos los casos las tuberías de agua potable deben ir por encima del alcantarillado de aguas negras a una distancia de 1.00 m horizontalmente y 0.30 m verticalmente. No se permite por ningún motivo el contacto de las tuberías de agua potable con líneas de gas, poliductos, teléfonos, cables u otras.

- En cuanto a la presión del agua, debe ser suficiente para que el agua pueda llegar a todas las instalaciones de las viviendas más alejadas del sistema. La presión máxima será aquella que no origine consumos excesivos por parte de los usuarios y no produzca daños a los componentes del sistema, por lo que la presión dinámica en cualquier punto de la red no será menor de 10m y la presión estática no será mayor de 50 m.

- La velocidad mínima en ningún caso será menor de 0.3 m/s y deberá garantizar la auto limpieza del sistema. En general se recomienda un rango de velocidad de 0.6 – 1.00 m/s. Por otro lado, la velocidad máxima en la red de distribución no excederá los 3 m/s (MVCS, 2009).

- A fin de que no se produzcan pérdidas de carga excesivas, puede aplicarse la fórmula de Mougny para la determinación de las velocidades ideales para cada diámetro. Dicha fórmula aplicable a presiones a la red de distribución de 20 a 50mca está dada por:

$$V = 1.5 \times (D + 0.05)^{0.5}$$

Donde:

V = Velocidad (m/s)

D = Diámetro de la tubería (m)

- El número de válvulas será el mínimo que permita una adecuada sectorización y garantice el buen funcionamiento de la red. Las válvulas permitirán realizar las maniobras de reparación del sistema de distribución de agua sin perjudicar el normal funcionamiento de otros sectores.

III. MATERIALES Y METODOS.

3.1 Aspectos Generales.

Se verifico la ubicación política y localización geográfica del centro poblado Tutín según datos de diferentes instrucciones como el Instituto Nacional de estadística e Informática (INEI), Instituto geográfico del Perú (IGP), etc.; también se tomaron distancias de recorrido, tiempo de viaje, tipo y estado de vía desde la ciudad de Lima hasta el centro poblado Tutín.

En la visita de campo se tomó un censo para cuantificar el total de población, las viviendas existentes, cantidad de mujeres y hombres para poder calcular el número de habitantes por familia y la población beneficiaria.

En el centro poblado no existen problemas sociales; sin embargo se observó que existe un acceso limitado a los servicios de salud, hay poco tratamiento de los residuos sólidos entre otros problemas de salubridad, debido a esta situación existe una alta incidencia de enfermedades diarreicas agudas (EDAs) producto del consumo de agua sin hervir y de inadecuadas prácticas de higiene.

3.2 Estudios Preliminares

3.2.1 Topografía.

Se hizo un reconocimiento de campo, luego se procedió a ubicar las zonas estratégicas para los puntos de control, de donde se realizó el levantamiento topográfico de la obra de captación, la línea de conducción, planta de tratamiento de agua potable, reservorio y línea de aducción y distribución.

Con el personal dispuesto en el campo procedió a realizar el levantamiento topográfico, primero a levantar el perímetro de la zona plana, ríos, estructuras existentes, etc. tomando puntos cada 10m.

a. Equipo y Personal.

- ✓ 01 Topógrafo
- ✓ 03 Prismeros
- ✓ 01 Estación Total.
- ✓ 01 Trípode metálico para Estación
- ✓ 03 Bastones
- ✓ 03 Porta prismas

- ✓ 03 Prismas
- ✓ 04 Radios Walkie Talkie
- ✓ GPS Navegador
- ✓ Winchas cortas y de 30 metros

3.2.2 Hidrología.

Se realizó el aforo de las fuentes de agua cercanas en época de estiaje; cuando el caudal es mínimo para asegurar el suministro continuo a la población.

El método de aforo fue el volumétrico; con la ubicación de la captación posteriormente se realizó un estudio de fuente cuyo resultado nos brindaran los caudales promedio calculados por el método de Lust Schols y caudales máximos por el método racional.

3.2.3 Suelos.

Se realizaron calicatas en la ubicación de las principales estructuras como captación, reservorio, PTAP; también en todo el recorrido de la línea de conducción para obtener las características del suelo.

Los análisis se realizaron en el laboratorio geotécnico Roma S.A.C. y los tipos de análisis se detallan en el cuadro N° 10.

Cuadro N° 10: Análisis de suelos realizados.

Estructura	Tipo de análisis
Captación	Granulométrico, limite líquido y Plástico, Corte directo
PTAP	Granulométrico, limite líquido y Plástico, Corte directo
Reservorio	Granulométrico, limite líquido y Plástico, Corte directo
Línea de conducción, aducción y distribución.	Granulométrico, limite líquido y Plástico

3.3 Diagnostico del sistema actual.

Se realizó un diagnóstico tomando en consideración todos los componentes del sistema de agua existente, tomando algunos parámetros de evaluación como ubicación geográfica, dimensiones, estado funcional, estado estructural para poder determinar el estado actual del sistema.

3.4 Sistema proyectado.

3.4.1 Cálculo de la población de diseño.

Para el cálculo de población de diseño se tomaron las siguientes consideraciones

a. Población actual

La población residente al año 2013, viviendas y número de instituciones.

b. Tasa de crecimiento.

La tasa de crecimiento poblacional (método aritmético) a ser utilizada para proyectar la población, se estimó a partir de la información de los censos nacionales de población y vivienda correspondiente a los años 1993 y 2007, del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

c. Proyección de la Población.

Para el cálculo de la población futura se utilizó el método aritmético, por ser el método que se ajusta para zonas rurales.

3.4.2 Demanda de agua

- Consumo total de agua

El consumo de agua total es la suma de los consumos domésticos, estatales y sociales (otros usos) a continuación en el Cuadro N° 11 se muestran los consumos de agua recomendado por el reglamento nacional de edificaciones.

Cuadro N° 11: Consumo de agua.

Consumo	Cantidad	Unidad
Domestico	120	l/hab./día
I.E Primaria e Inicial	15	l/hab./día
I.E Secundaria	20	l/hab./día
Sociales	Densidad poblacional x Consumo domestico	l/día

Fuente: MVCS, 2006.

Se calculó la demanda de producción de agua potable caudal promedio (Qp) mediante la fórmula:

$$Qp = \frac{Pf \times d}{86400}$$

Qp = Consumo promedio diario. (l/s)

Pf = Población Futura. (hab.)

d = Consumo. (l/hab/día)

Y posteriormente se calculó la demanda máxima diaria y demanda máxima horaria multiplicando el caudal promedio por el porcentaje de consumo máximo (K).

K₁: es el factor máximo diario, K₁=1.3

K₂ es el factor máximo horario, K₂=2

3.4.3 Oferta de agua.

Se realizó un estudio de fuente cuyo resultado nos brindaran los caudales promedio calculados por el método de Lust Schols; adicionalmente se realizó el aforo de agua en época de estiaje (mes de septiembre)

3.4.4 Captación proyectada.

Los criterios para la ubicación de la captación en el cauce del riachuelo son; que la dirección del flujo del agua debe ser definida y no presentar bifurcaciones, la captación de agua debe ser posible en épocas de estiaje y que la entrada de sedimentos hacia la captación debe ser limitado.

La elevación (cota de captación) debe ser suficiente para asegurar la llegada de agua hacia la PTAP y que la las condiciones geológicas y geotécnicas permitan la mayor seguridad de la estructura.

De la oferta del agua se tomaron datos de caudal promedio, mínimo y máximo para definir el dimensionamiento de las estructuras de la captación.

3.4.5 Línea de conducción.

Para el cálculo de la línea de conducción se tomó como criterio que la velocidad del flujo de agua debe ser menor a 0.6 m/s y la velocidad máxima no debe ser mayor a 5 m/s.

El diámetro de tubería de línea de conducción se consideró que el flujo trabajara a presión por ello la formula a utilizarse será de Hazen y Williams.

$$Q = \alpha_1 \cdot C \cdot D^{2.63} \cdot h_f^{0.54}$$

El valor de coeficiente de fricción “C” es de 150; ya que el material seleccionado para la tubería es de PVC.

3.4.6 Planta de tratamiento de agua potable.

El análisis físico-químico del agua se realizó en el laboratorio en el laboratorio Corporación de Laboratorios Ambientales del Perú S.A.C.; los parámetros a analizar son PH, Turbiedad, color, conductividad, dureza total, solidos totales, cloruros, nitratos, sodio, potasio, hierro, etc.

El análisis microbiológico del agua se realizó en la Red de Salud Condorcanqui; los parámetros a analizar son coliformes totales y coliformes fecales.

3.4.7 Reservorio.

La determinación del volumen de almacenamiento se realizó considerando un porcentaje de regulación del 25% del caudal promedio para realizar la desinfección mediante la cloración; Se buscó la mejor ubicación por encima del nivel de la vivienda con la mayor cota y buscando condiciones de suelo que faciliten su construcción; debe tener un adecuado acceso y un cerco perimétrico de protección.

Al reservorio se le consideró una caseta de válvulas para una adecuada labor de operación y mantenimiento.

Por el difícil acceso al centro poblado se evaluó dos alternativas, la construcción de un reservorio de ferrocemento y la instalación de un reservorio prefabricado.

3.4.8 Red de Distribución.

Para el diseño de la red de distribución se contó con el plano de lotización, con el cual se verificó la distribución de las viviendas; Las redes de distribución se diseñarán mayormente en circuito abierto en forma de espina de pescado; la fórmula a utilizarse para el cálculo es de la Hazen y Williams con un $C=150$ y los cálculos se realizaron en el software WaterCAD Vi8.

Los criterios que se tuvieron para el diseño de la red fueron que el diámetro mínimo de tubería es de $\frac{3}{4}$ " (26.5 mm), que la velocidad máxima para poblaciones rurales recomendada será de 3 m/s y la mínima será de 0.3 m/s (Agüero, 2001), que la presión estática no será mayor a 50 mca en cualquier punto de la red y no será menor a 10 mca.

Adicionalmente se consideró en la red de distribución de válvulas de control que permitan aislar sectores de redes no mayores a 500 m de longitud y válvulas de purga en las zonas más bajas que permitan la limpieza.

3.5 Análisis de metrados y presupuestos.

Con los diseños concluidos se procedió a realizar los planos a detalle de cada componente del sistema de agua potable en el programa AutoCAD; con los planos concluidos se realizaron los metrados y el presupuesto con costos actualizados a la fecha agosto 2015 en el software S10.

3.6 Análisis de precio unitario y relación de insumos.

Los costos considerados para la elaboración del presupuesto fueron tomados en su mayoría mediante tres cotizaciones en la ciudad de Bagua considerándolo como mercado local; los costos de los recursos que no se pudieron cotizar en el mercado local se cotizaron en Chiclayo pues es el centro urbano más cercano al centro poblado Tutín.

Los costos de mano de obra se tomaron de la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO); los rendimientos referenciales se tomaron de CAPECO y se ajustaron a la zona del proyecto.

3.7 Análisis de la evaluación económica.

Los costos de inversión inicial así como los costos de operación y mantenimiento se estimaron teniendo en cuenta la propuesta de obras civiles proyectadas; los costos de inversión están expresados en moneda nacional. El año cero se consideró el 2014 y un horizonte de evaluación de 20 años (2014 al 2034) y los flujos de costos de Inversión consideraron un período óptimo de diseño, la vida económica de los equipos y la ampliación del sistema según el crecimiento poblacional.

Los costos directos a precios de mercado se estimaron teniendo en cuenta los costos unitarios de mano de obra, insumos, materiales equipos y máquinas a nivel de costo directo sin impuestos y los costos indirectos incluyen gastos generales, utilidad y supervisión

Los costos sociales se calcularon de la multiplicación del costo a precios de mercado por el factor de corrección (anexo 10 de SNIP).

Se calcularon costos de operación y mantenimiento a lo largo de la vida útil del sistema de agua potable.

La magnitud de los beneficios económicos a precios sociales se obtuvo mediante procedimientos indirectos como la máxima disposición a pagar del usuario, o sea el valor que le otorgan los usuarios a la disponibilidad del servicio, medido a través del área bajo la curva de demanda de agua potable.

Con el presupuesto referencial y la evaluación social estimando los beneficios y costos sociales se procederá a realizar la evaluación económica calculando los indicadores VAN y TIR.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Aspectos Generales.

4.1.1 Ubicación política y localización geográfica.

El centro poblado Tutín se ubica en la selva norte del país, en el distrito de El Cenepa, que pertenece a la provincia de Condorcanqui, departamento de Amazonas. Las coordenadas UTM y datos se muestran en el Cuadro N° 12, y en la Figura N° 14 su localización geográfica.

4.1.2 Vías de acceso.

El centro poblado de Tutín se encuentra ubicado en el distrito de El Cenepa con un recorrido de 1.5 horas en chalupa o 3.5 horas en peque peque desde el norte de la localidad de Nieva; el Distrito de El Cenepa es uno de los 3 distritos que pertenecen a la Provincia de Condorcanqui en el Departamento de Amazonas; los tiempos, distancia medio de transporte desde la capital lima hasta el centro poblado de Tutín se muestran en el Cuadro N° 12.

Cuadro N° 12: Ubicación Política del Centro Poblado.

	UBIGEO	COORDENADAS UTM		SUPERFICIE	ALTITUD
		ESTE	NORTE		
Departamento de Amazonas	010000	182084.42	9310586.3	39,249.13 km ²	<i>Mínima:</i> 230 msnm (Santa María de El Cenepa) <i>Máxima:</i> 3952 msnm (Chuquimbamba)
Provincia Condorcanqui	010400	176785.13	9492622.6	17 975,39 km ²	230 m.s.n.m.
Distrito El Cenepa	0.10403	820284.29	9559255.8	4 484.63 Km ²	200 m.s.n.m
Centro Poblado Tutín	0104010079	821951.23	9454013.1	0.45 Km ²	289 m.s.n.m.

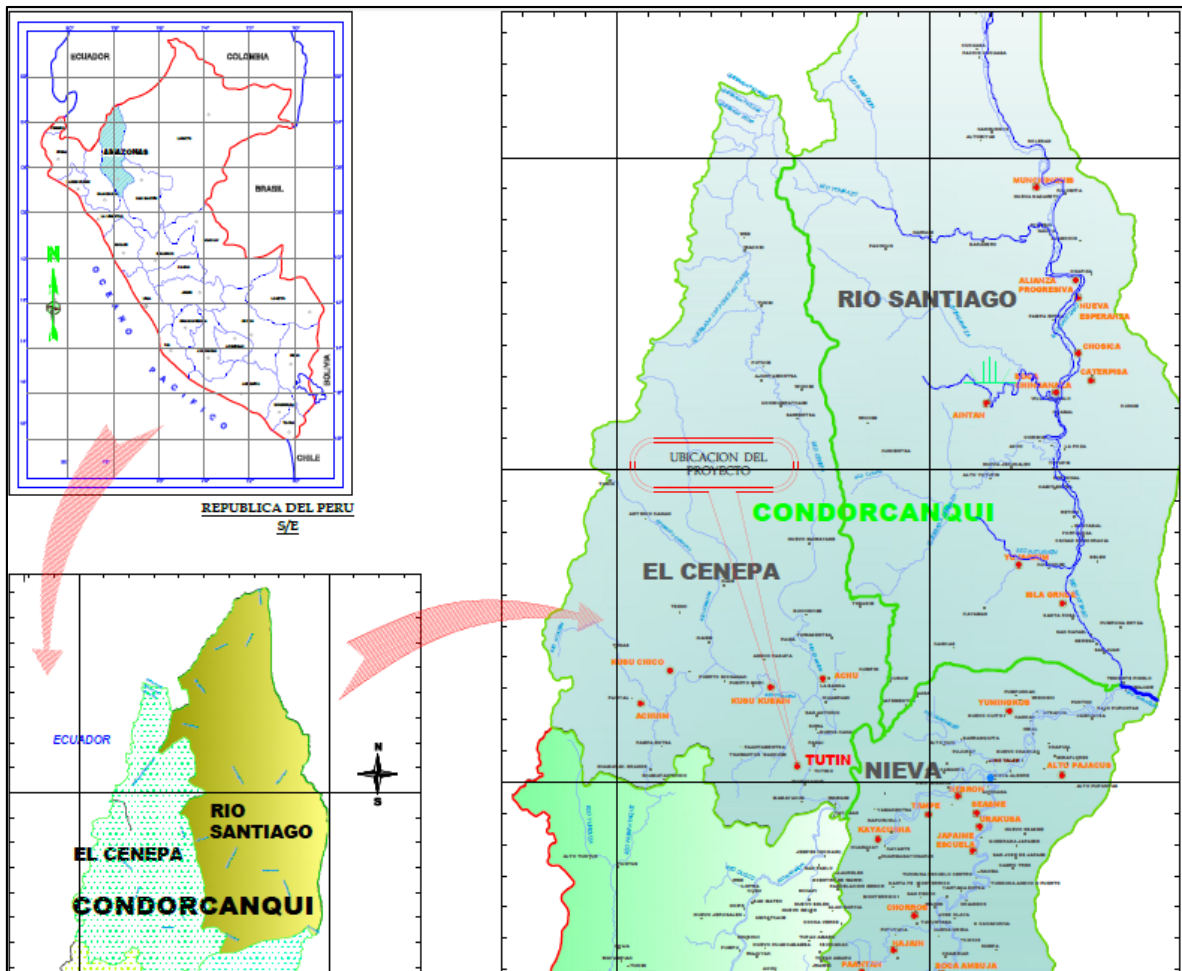


Figura N° 14: Localización Geográfica del Centro Poblado

Cuadro N° 13: Vías, distancia y tiempo a la Zona de Tutín.

DE	A	VIA	DISTANCIA (km)	ESTADO	TIEMPO DE VIAJE
Lima	Chiclayo	Asfaltado	850	Bueno	15 hrs.
Chiclayo	Bagua Capital	Asfaltado	480	Bueno	06 hrs.
Bagua Capital	Santa María de Nieva	Afirmado	560	Bueno	08 hrs.
Santa María de Nieva	Tutín	Fluvial	60	Regular	04 hrs.

4.1.3 Población.

Conforme al censo efectuado en la visita de campo (2013), se encontró una población de 457 habitantes, agrupados en 95 familias (población objetivo), de los cuales el 45.75% son varones y 54.25% son mujeres; y el promedio de personas por familia es de 4.28 habitantes/familia.

4.1.4 Educación.

Según datos obtenidos en campo el 17% de la población carece de educación, el 11% tiene nivel inicial, el 45% cuenta con primaria completa o incompleta, el 24% tiene secundaria completa o incompleta, el 2% ha tenido estudios superiores técnicos completos o incompletos y otro 1% tiene superior universitario completa o incompleta.

4.1.5 Aspecto Social.

En el centro poblado no existen problemas sociales; sin embargo, se observó que existe un acceso limitado a los servicios de salud, hay poco tratamiento de los residuos sólidos entre otros problemas de salubridad, debido a esta situación existe una alta incidencia de enfermedades diarreicas agudas (EDAs) producto del consumo de agua sin hervir y de inadecuadas prácticas de higiene.

4.1.6 Actividad Económica.

Los pobladores del centro poblado de Tutín en su gran mayoría son eminentemente agricultores, sus actividades económicas se sustentan en la actividad agrícola seguida por la pesca y otras actividades como la avicultura, pilares de la producción, alimentación, empleo e ingresos de las familias nativas, como lo es en gran parte de la selva peruana. Otra actividad es el comercio en pequeña escala, se realiza a través de comerciantes locales que abastecen sus pequeñas tiendas de productos de uso doméstico también cabe mencionar a los comerciantes intermediarios que acopian productos agrícolas para comercializarlos en la ciudad de Lima.

4.1.7 Servicios Públicos.

El centro poblado de Tutín cuenta con un establecimiento de salud; pero no cuenta con suministro de energía eléctrica, un servicio de eliminación de residuos sólidos y tampoco vías de comunicación. El centro poblado de Tutín cuenta con:

- Institución Educativa Inicial N° 253
- Institución Educativa Primaria N° 16745
- Institución Educativa Secundaria Daniel ChamikitJuwau
- Puesto de Salud
- Registro Civil
- Iglesia Nazareno
- Casa Comunal

4.1.8 Salud.

De acuerdo al Cuadro N° 14 se observa que el 26.7% de la población sufre de infecciones respiratorias agudas presentando un total de 817 casos; en cuanto a las enfermedades infecciosas intestinales el 17.81% sufre de este problema presentando un total de 545 casos, el 2.45% sufre de desnutrición presentando 75 casos, el 1.96% de la población sufre de Helmintiasis con 60 casos; y el 6.64% traumatismos de la rodilla y de la pierna; La información que se muestra fue recogida de la red de salud de Condorcanqui en el año 2013.

Cuadro N° 14: Principales enfermedades registradas en la Posta de Salud Tutín

DIEZ PRINCIPALES CAUSAS DE MORBILIDAD GENERAL REGISTRADAS ESTABLECIMIENTO P.S. TUTÍN - AÑO 2,013		
DIAGNOSTICO	TOTAL	
	NRO.	%
TOTAL	3059	100.0%
Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores (j00 - j06)	817	26.7%
Enfermedades infecciosas intestinales (a00 - a09)	545	17.81%
Desnutrición (e40 - e46)	75	2.45%
Helmintiasis (b65 - b83)	60	1.96%
Dorsopatias (m40 - m54)	166	5.42%
Enfermedades del esófago, del estómago y del duodeno (k20 - k31)	184	6.01%
Dermatitis y eczema (l20 - l30)	261	8.53%
Trastornos de los tejidos blandos (m60 - m79)	197	6.44%
Otras enfermedades del sistema urinario (n30 - n39)	101	3.3%
Traumatismos de la rodilla y de la pierna (s80 - s89)	153	5.0%
Todas las demás enfermedades	500	16.3%

Fuente: Posta de Salud del Centro Poblado Tutín, 2013.

4.2 Estudios Preliminares

4.2.1 Topografía.

La localidad de Tutín presenta una topografía plana rodeada de lomas cuya altitud varía entre 250 y 400 metros sobre el nivel del mar; con pendientes aproximadas desde 15% hasta 38% con suelos profundos de textura franco arcilloso.

El área de estudio presenta un terreno bastante plano y solo presenta algunas quebradas, existen en toda la zona circundante la presencia de paisaje denso y cubierto por espesa vegetación. Existen pocas lomas en la zona, pero siempre con abundante vegetación (ver lamina T- 03 anexo 5).

4.2.2 Hidrología.

Los recursos hídricos existentes están representados principalmente por la quebrada Tutín y el río Cenepa que se constituyen como los principales cuerpos de agua; sin embargo, existen otros cuerpos de agua como pequeños arroyos. Todos estos cuerpos de agua llegan a desembocar al río Cenepa y posteriormente al río Marañón; cuenca que pertenece a la vertiente del atlántico.

La estimación de los caudales se muestra en el Cuadro N° 15 y Figura N° 15, el caudal mínimo es de 5.3 l/s en el mes de septiembre y el caudal máximo es de 76 l/s en el mes de febrero.

Cuadro N° 15: Caudales de la quebrada Tutín

PERIODO	TIEMPO	CAUDAL (m ³ /seg)	CAUDAL (Lt/seg)
1	Septiembre	0.0053	5.3
2	Octubre	0.0055	5.5
3	Noviembre	0.0059	5.9
4	Diciembre	0.0073	7.3
5	Enero	0.056	56
6	Febrero	0.076	76
7	Marzo	0.068	68
8	Abril	0.049	49
9	Mayo	0.032	32
10	Junio	0.0153	15.3

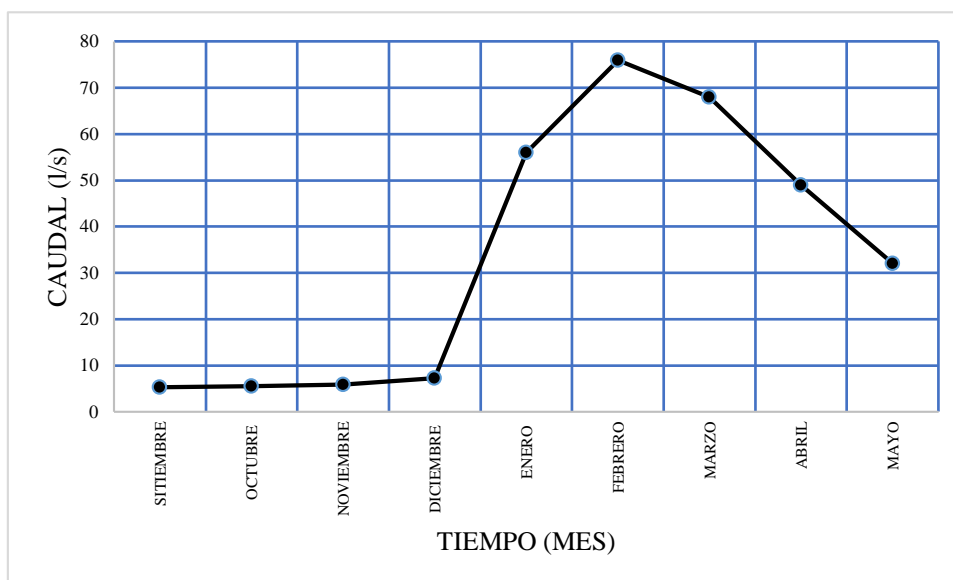


Figura N° 15: Caudales de Aforo de la Quebrada Tutín

4.2.3 Clima.

Posee un clima que está dentro de los parámetros de bosque húmedo tropical, con precipitaciones de 2,000 a 2,500 mm, observando sus máximas variaciones en los meses de octubre a marzo. Las temperaturas fluctúan entre los 22° C y 32° C, con una temperatura media anual de 26°C.

4.2.4 Análisis de suelos.

Los suelos en la localidad son de tipo arcilloso, y como es característico de selva son ácidos; el uso de los suelos es para cultivo, con fines forestales, de protección y en menor proporción para uso habitacional en el cuadro N° 16 se muestran los resultados.

4.3. Diagnóstico del sistema actual.

4.3.1 Sistema de abastecimiento de agua potable

El sistema de abastecimiento actual de agua en la localidad de Tutín tiene una antigüedad de 13 años, el sistema es por gravedad y sin tratamiento; pero deficiente e intermitente tanto horaria como diariamente, llegando sin mucha presión a las viviendas ubicadas en la parte baja de la localidad. El sistema cuenta con buen caudal de ingreso que va disminuyendo a lo largo de todo el recorrido del sistema debido a la gran cantidad de secciones con fugas, rajaduras y pérdidas de presión. En la actualidad, no existe un comité administrador del sistema de agua y es también uno de los factores por lo que se encuentra descuidado.

4.3.2 Captación Existente

La quebrada se encuentra ubicada a una elevación de 314 msnm con coordenadas UTM 813162.15 E y 9493785.37 N; el caudal de aforo de la ventana de captación es de 1.78 l/s, el estado funcional de la estructura es deficiente, cuenta con rajaduras siendo su estado estructural grave como se muestra en la Figura N° 16.



Figura N° 16: Captación existente

4.3.3 Línea de Conducción.

La Línea de conducción existente se encuentra expuesta en ciertos tramos y presenta fugas y roturas como se muestra en la Figura N° 17. Se trata de tuberías de PVC de 1 ½”.



Figura N° 17: Estado Actual de la Línea de Conducción Existente.

Cuadro N° 16: Resultados en el análisis de suelos.

	N° DE CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	HUMEDAD NATURAL	GRANULOMETRIA		CLASIFICACION		LIMITES		
					PASA % N°4	PASA % N°200	AASHTO	SUCS	L.L	L.P	I.P
CAPTACION	1	M-1	0.00 - 2.00	10.85	99.96	84.74	A-6 (6)	CL	45.97	33.35	12.62
RESERVORIO	2	M-1	0.00 - 2.00	10.87	99.89	60.45	A-7-5 (18)	ML	32.10	21.18	10.92
PTAP	3	M-1	0.00 - 2.00	10.85	100	82.29	A-7-5 (20)	ML	45.64	30.03	15.61
RED DE ADUCCION	4	M-1	0.00 - 2.00	10.85	100	80.12	A-7-6 (17)	ML	41.22	28.61	12.61
PLAZA TUTIN	5	M-1	0.00 - 2.00	10.85	100	90.29	A-7-6 (20)	CL	43.97	23.57	20.40

4.3.4 Reservorio.

El reservorio existente es de 10 m³ de capacidad y es apoyado, se encuentra completamente en estado de abandono, falta de limpieza y mantenimiento. Tiene por dimensiones 4m. x4m. x 2.5 m, no cuenta con una caja de válvulas. El estado físico está considerado como “colapso” y el estado operativo como “no opera” como se puede observar en la Figura N° 18.



Figura N° 18: Estado Actual del Reservorio Existente.

4.3.5 Sistema de distribución y redes de agua.

La red existente se encuentra expuesta en toda la localidad y presenta fugas y roturas. Se trata de tuberías de PVC de ½” los que se distribuyen a lo largo de toda la localidad. Se pudo apreciar que la localidad cuenta con pocas piletas de abastecimiento de agua y en algunos casos se encuentran no operativas.

4.3.6 Conexiones Domiciliarias.

El centro poblado de Tutín no cuenta con conexiones domiciliarias existentes.

4.4 Sistema Propuesto.

En base a la topografía, la ubicación de la fuente y la población existente se propone instalar un sistema de abastecimiento por gravedad con tratamiento, para ello se considera una fuente de agua quebrada Tutín, con una línea de conducción hacia la planta de tratamiento de agua potable y una línea de conducción hacia el reservorio además de una línea de aducción PVC. El suministro del agua será constante ya que discurre agua por dicha fuente durante todo el año.

4.4.1 Cálculo de la población de diseño.

A. Población actual

La población al año 2013 residente es de 457 habitantes. El número total de viviendas asciende a 95, el número de instituciones es de 07, de los cuales 03 son instituciones públicas y 4 institución social.

B. Tasa de Crecimiento.

Para el periodo 1993-2007 se ha requerido de la información del compendio estadístico del INEI la cual se muestra en el Cuadro N° 17, Cuadro N° 18 y Cuadro N° 19.

Cuadro N° 17: Tasa de crecimiento Departamental, Provincial y Distrital.

Categoría	Localidad	Población 1993	Población 2007	TCI (1993 – 2007)
Región	Amazonas	336,665	375,993	0.83%
Provincia	Condorcanqui	30,520	43,311	2.99%
Distrito	El Cenepa	14,953	22,192	1.03%(*)

Fuente: INEI Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda.

Cuadro N° 18: Tasa de crecimiento poblacional de 1993-2007

Cálculo de la tasa de crecimiento de la población (localidad)						
Centro poblado:	1993		2007		Tc geom	Tc arit
	Población	Vivienda	Población	Vivienda		
Tutín	250		274		0.7%	0.69%

Cuadro N° 19: Tasa de crecimiento poblacional del 2007-2013

Calculo de la tasa de crecimiento de la población (localidad)						
Centro poblado:	2007		2013		Tc geom	Tc arit
	Población	Vivienda	Población	Vivienda		
Tutín	274		457		8.9%	11.13%

Según observamos el Cuadro N° 17, La tasa de crecimiento de la población del departamento de Amazonas es de 0.83%, la tasa de crecimiento de la provincia de Condorcanqui es de 2.99% y la tasa de crecimiento del distrito de El Cenepa es de 1.03%, del análisis podemos observar que la población a nivel de todo el departamento está en crecimiento (ascendente), esencialmente a nivel del distrito,

que vendría a ser la más representativa, porque refleja el crecimiento más próximo al centro poblado de Tutín.

Como se puede ver en los Cuadros N° 18 y Cuadro N° 19 la tasa de crecimiento local no puede ser utilizada para la determinación de la población futura, puesto que presenta variaciones bruscas a lo largo del tiempo, por lo que se recomienda utilizar la tasa de crecimiento más aproximada que sería la tasa de crecimiento distrital.

En conclusión, la tasa planteada para el centro poblado de Tutín es de TCI = 1.03%, tasa que será utilizada para realizar la proyección poblacional.

C. Proyección de la Población.

Aplicando la tasa de crecimiento estimado para el centro poblado de Tutín, donde se encuentra la población objetivo, se ha efectuado las proyecciones de población para cada año correspondiente al horizonte de evaluación. En el Cuadro 20, observamos la proyección de la población al año 2034; se tiene que la población objetivo al año 10 es de 509 habitantes y para el año 20 asciende a 556 habitantes, a una tasa de crecimiento de 1.03 %.

Se ha previsto conectar la totalidad de las viviendas a la red pública, en consecuencia, se prevé abastecer al 100% de la población. Siendo un total de 95 viviendas y 07 instituciones entre públicas y sociales, con conexiones domiciliarias.

4.4.2. Demanda de agua

- Demanda de producción de agua potable caudal promedio (Q_p)

$$Q_p = 1.13 \frac{l}{s}$$

- Demanda máxima diaria y demanda máxima horaria

$$\text{Caudal máximo diario (Qmd)} = 1.47 \text{ l/s.}$$

$$\text{Caudal máximo Horario (Qmh)} = 2.26 \text{ l/s.}$$

Ver anexo 01.

Cuadro N° 20: Proyección de la población y viviendas

N°	AÑO	PROY. POBLACIONAL	PROY. VIVIENDAS
Base	2013	457	95
0	2014	462	96
1	2015	466	97
2	2016	471	98
3	2017	476	99
4	2018	481	100
5	2019	485	101
6	2020	490	102
7	2021	495	103
8	2022	499	104
9	2023	504	105
10	2024	509	106
11	2025	513	107
12	2026	518	108
13	2027	523	109
14	2028	528	110
15	2029	532	111
16	2030	537	112
17	2031	542	113
18	2032	546	114
19	2033	551	115
20	2034	556	116

4.4.3 Oferta de agua.

Cuadro N° 21 se puede observar como es el comportamiento de la fuente en el transcurso de los meses de setiembre-mayo; teniendo un caudal mínimo de 5.3 l/s para el mes de setiembre y un máximo 76.0 l/s para el mes de febrero; adicionalmente se contempló la opción de captar el agua de las lluvias en la zona descartándola puesto que la precipitación media de los meses agosto y setiembre están por debajo de la demanda de agua.

Comparando la oferta y la demanda se observa que la oferta mínima (septiembre cubre la demanda del caudal máximo horario.

Cuadro N° 21: Caudales de la quebrada Tutín

PERIODO	TIEMPO	CAUDAL (m ³ /seg)	CAUDAL (Lt/seg)
1	Septiembre	0.0053	5.3
2	Octubre	0.0055	5.5
3	Noviembre	0.0059	5.9
4	Diciembre	0.0073	7.3
5	Enero	0.056	56
6	Febrero	0.076	76
7	Marzo	0.068	68
8	Abril	0.049	49
9	Mayo	0.032	32
10	Junio	0.0153	15.3

4.4.4. Captación Proyectada.

Se ubicó el riachuelo Quebrada Tutin que afecta un caudal mínimo de 5.3 l/s (Septiembre) y un caudal máximo de 76 l/s (Febrero), el lugar donde está ubicado la fuente presenta un suelo de arcilla arenosa de baja plasticidad (CL) y es una quebrada estrecha de 4 m en promedio de lecho, con una pendiente de eje de 1%; ambas márgenes tienen una pendiente aproximada de 10%.

La captación elegida tomando todas las consideraciones antes mencionadas es la captación tipo **barraje**; se considera el suministro continuo de agua puesto que la demanda de agua potable (Q_{md}) es menor que el caudal mínimo.

En el Cuadro N° 22 y Figura N° 19 se detallan las dimensiones de la captación diseñada para mayor detalle ver Anexo 01.

Cuadro N° 22: Dimensiones de la captación.

Componente	Unidad	Dimensión
Altura ventana de captación	m	0.05
Ancho ventana de captación	m	0.05
Altura barraje	m	0.6
Altura del muro de Encausamiento	m	1.3
Longitud de compuerta de limpia	m	0.95
Longitud de bocatoma	m	6
Longitud de poza de disipación	m	3
Longitud del enrocado después de la poza	m	1.5
Longitud del dentellón delantero	m	1.5

4.4.5 Línea de Conducción

En la Figuran N° 20 se detalla un croquis de la línea de conducción la cual se divide en dos tramos, el primer tramo que va de la captación hasta la PTAP con una longitud de 154.12 m y el segundo tramo que va desde la PTAP hasta el reservorio con una longitud de 26 m.

En la Figuran N° 21 se detalla un perfil longitudinal de la línea de conducción con la línea de gradiente hidráulica.

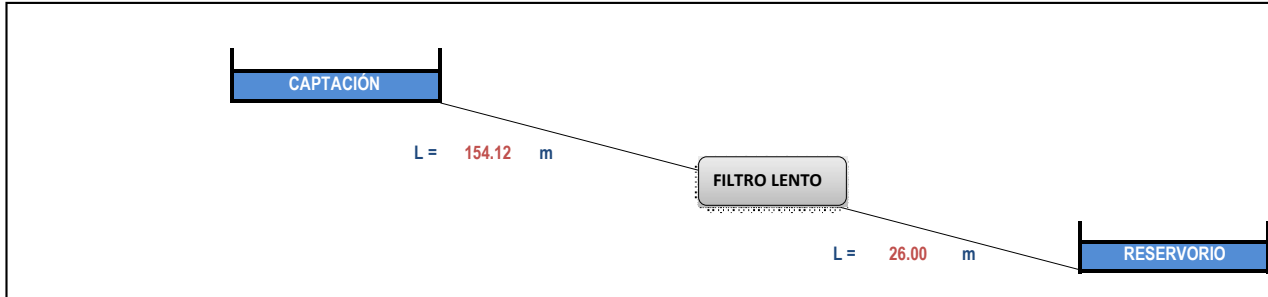


Figura N° 20: Croquis de la línea de conducción.

- CÁLCULO DE PRESIONES

Nota: Para el caso del cálculo de las pérdidas locales, se está considerando una longitud equivalente igual a un 10% de la longitud real, garantizando así un rango de seguridad respectivo.

Cuadro N° 23: Cálculo de Presiones en la línea de conducción.

TRAMO	CAUDAL	COTA INICIAL	COTA FINAL	DIF. COTAS	MATERIAL	COEFICIENTE DE H&W	LONGITUD REAL	Diámetro Interno (pulg)
Captación - PTAP	1.47 l/s	314.000	306.000	8.000	PVC SAP C-10	150	154.12	2"
PTAP - Reservorio	1.47 l/s	306.000	302.500	3.500	PVC SAP C-10	150	26.00	2"

Velocidad m/s	Hf Tramo	Hf Accesorios (10%)	Hf Acumulado m.c.a.	Sf (Tramo)	Presión Inicial m.c.a.	Presión Final m.c.a.
0.7	0.99	0.1	1.09	0.64%	0.00	6.91
0.7	0.17	0.02	0.18	0.64%	0.00	3.32

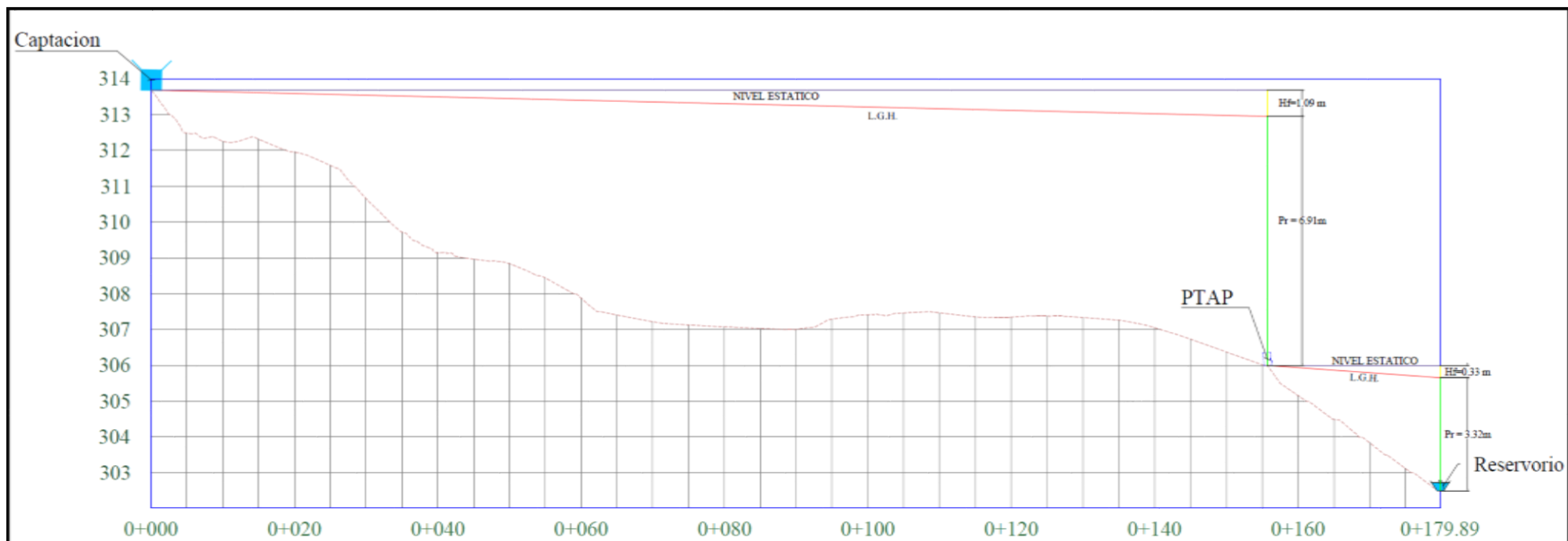


Figura N° 21: Línea de gradiente hidráulica.

4.4.6 Planta de tratamiento de agua potable

Calidad del agua:

Cuadro N° 24: Parámetros de calidad del agua en la fuente.

PH	Turbiedad (UNT)	Color (UC)	Coliformes totales (UFCx100 ml)	Coliformes Fecales (UFCx100 ml)
7.87	4.53	6	95	82

Fuente: Laboratorio RSC.

Debido a que en el análisis microbiológico las bacterias están por encima de los límites máximos permisibles y en el análisis físico-químico la turbiedad está por debajo de los LMP (Ver Cuadro N° 24) se plantea una PTAP que el OPS recomienda un filtro lento de arena (FLA); adicionalmente se colocaron rejas en la boquilla de captación asegurando de esta manera el tratamiento correcto del agua.

A continuación, se detallan las dimensiones de la PTAP diseñada en cuadro N° 25 y las Figuras N° 22 y 23 para mayor detalle ver anexo 01.

Cuadro N° 25: Dimensiones de la PTAP

Componente	Unidad	Dimensión
Numero de filtros	und	2
Tipo de vertedero	-	Triangular
Largo	m	3.75
Ancho	m	2.85
Altura grava 1ra capa	m	0.05
Altura grava 2da capa	m	0.05
Altura grava 3ra capa	m	0.08
Altura grava 4ta capa	m	0.12
Altura arena	m	1.00
Borde libre	m	0.2
Altura de agua	m	1
Altura total	m	2.5

4.4.7 Reservorio

El reservorio será apoyado por las características topográficas; el suelo para el diseño de la cimentación es limo de baja plasticidad con arena (ML) con una cohesión de $C=0.002$ y un ángulo de fricción interna $\phi=25^\circ$.

El material utilizado será un reservorio prefabricado de HDPE puesto que el costo para llevar materiales de construcción para construir un reservorio de ferrocemento eleva el presupuesto considerablemente.

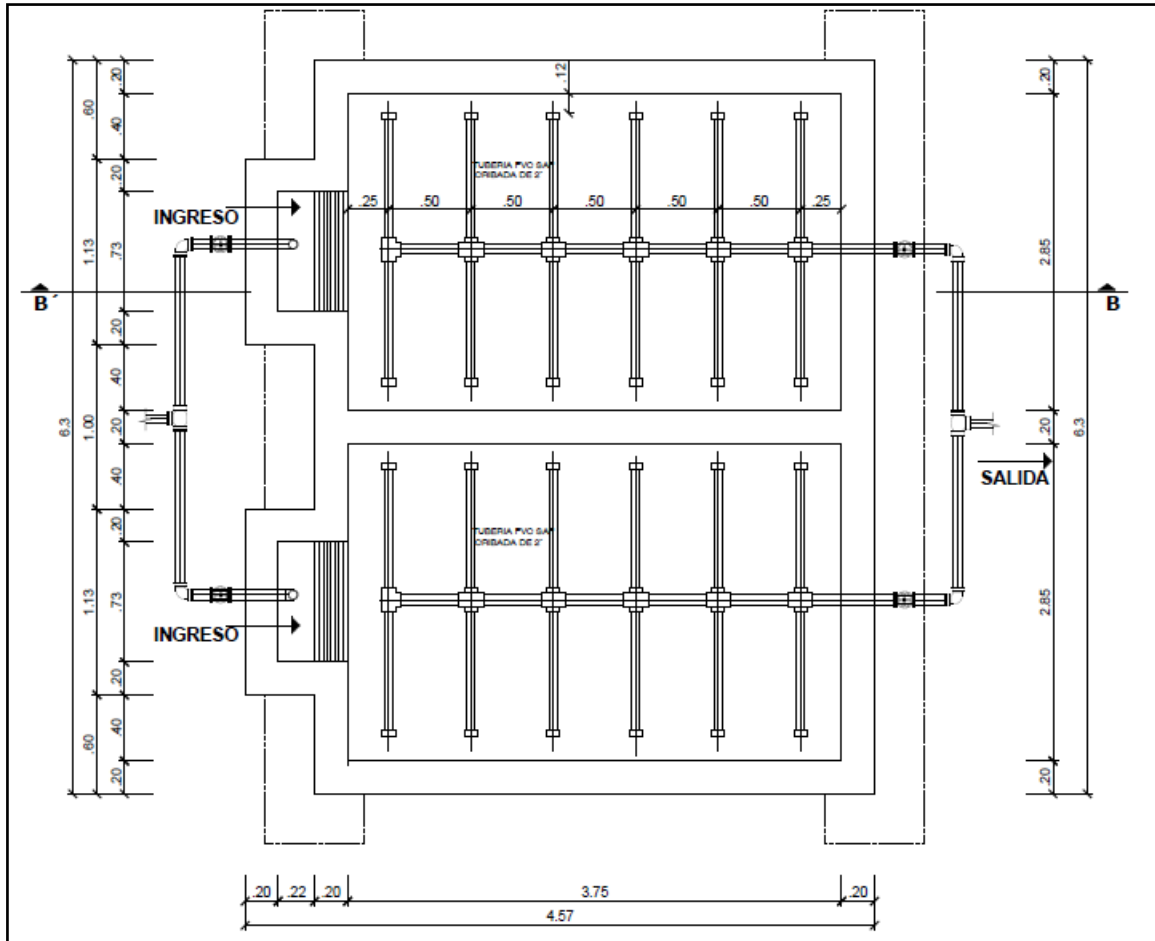


Figura N° 22: Vista de planta de la PTAP.

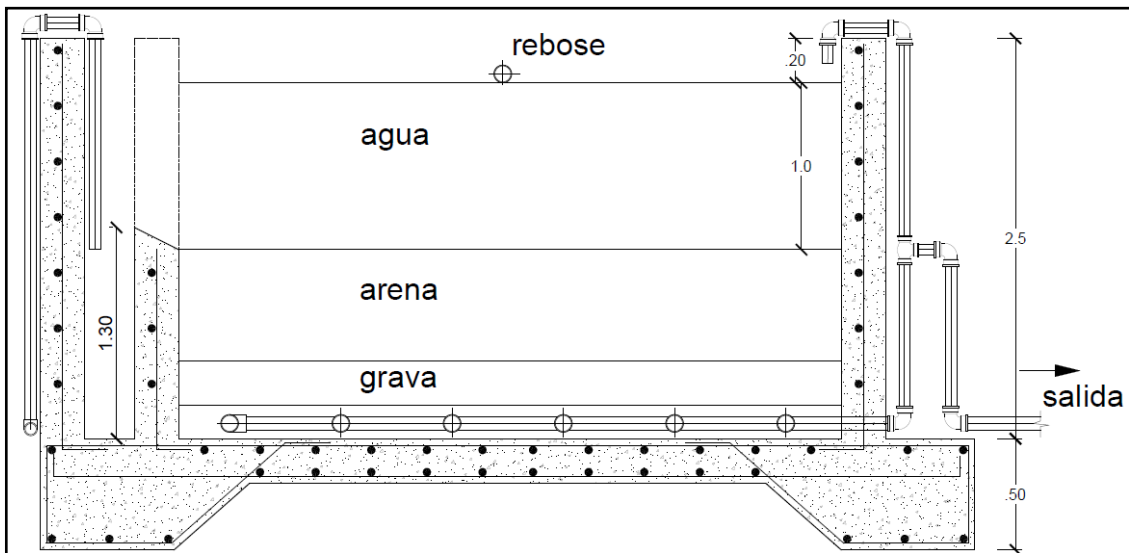


Figura N° 23: Corte B-B de la PTAP.

Se justifica la construcción de un reservorio puesto que en este componente del sistema de agua potable se contempla realizar la desinfección mediante cloración por método; adicionalmente para el diseño se consideran un volumen de reserva ante alguna eventualidad futura.

A continuación, se detallan las dimensiones del reservorio diseñado en cuadro N° 26 y la Figura N° 24 y 25 para mayor detalle ver Anexo 01.

Cuadro N° 26: Dimensiones del reservorio.

Componente	Unidad	Dimensión
Volumen requerido	m ³	20
Altura	m	3.52
Diámetro	m	3
Ancho	m	2.85
Material	-	HDPE
Color	-	Negro
Resistencia	Kg/cm ²	1.9

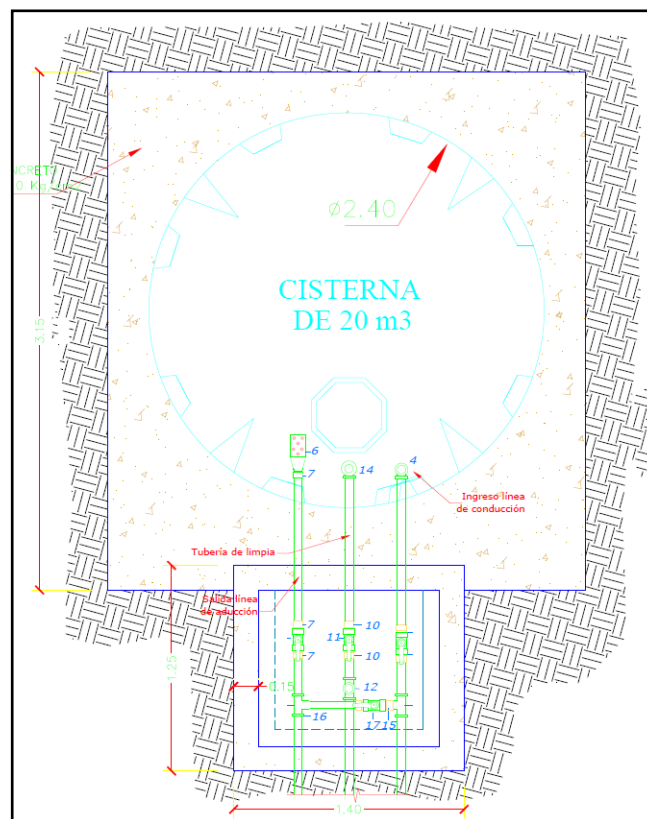


Figura N° 24: Vista de planta del reservorio.

Cuadro N° 27: Calculo hidráulico de la línea de distribución (Tuberías)

Tubería	Longitud (m)	Nodo Inicial	Nodo Final	Diámetro (Pulg)	Material	Hazen-Williams C	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Perdida a de Carga (m)
P-1	21.98	J-1	J-2	1	PVC	150	0.02	0.35	0.000
P-2	26.55	J-3	J-4	1	PVC	150	0.02	0.35	0.000
P-3	27.47	J-1	J-5	1	PVC	150	0.02	0.35	0.000
P-4	27.45	J-7	J-6	0.75	PVC	150	0.02	0.41	0.001
P-5	32.19	J-8	J-9	0.75	PVC	150	0.02	0.41	0.001
P-6	33.29	J-8	J-10	2	PVC	150	1.46	0.41	0.013
P-7	34.14	J-12	J-11	0.75	PVC	150	0.02	0.41	0.001
P-8	35.49	J-13	J-14	2	PVC	150	0.52	0.35	0.002
P-9	38.01	J-15	J-16	1	PVC	150	0.32	0.63	0.022
P-10	41.20	J-18	J-17	0.75	PVC	150	0.02	0.35	0.001
P-11	41.72	J-19	J-20	0.75	PVC	150	0.02	0.35	0.001
P-12	43.33	J-13	J-21	0.75	PVC	150	0.04	0.56	0.002
P-13	42.97	J-16	J-22	0.75	PVC	150	0.04	0.56	0.002
P-14	43.69	J-23	J-24	0.75	PVC	150	0.04	0.56	0.002
P-15	46.54	J-25	J-26	2	PVC	150	2.10	1.04	0.025
P-16	49.77	J-16	J-12	1	PVC	150	0.23	0.45	0.012
P-17	54.51	J-27	J-28	0.75	PVC	150	0.02	0.56	0.001
P-18	63.86	J-29	J-19	2	PVC	150	0.75	0.37	0.004
P-19	66.52	J-30	J-3	1	PVC	150	0.11	0.42	0.003
P-20	78.68	J-3	J-1	1	PVC	150	0.09	0.37	0.002
P-21	73.85	J-14	J-27	2	PVC	150	0.32	0.46	0.001
P-22	77.69	J-19	J-13	2	PVC	150	0.63	0.31	0.003
P-23	129.31	J-10	J-31	0.75	PVC	150	0.02	0.38	0.001
P-24	99.24	J-18	J-7	0.75	PVC	150	0.11	0.39	0.013
P-25	103.30	J-26	J-32	2	PVC	150	1.91	0.94	0.021
P-26	141.81	J-29	J-15	2	PVC	150	0.41	0.50	0.001

P-27	111.94	J-15	J-33	0.75	PVC	150	0.02	0.35	0.001
P-28	118.66	J-34	J-35	0.75	PVC	150	0.04	0.46	0.002
P-29	130.70	J-23	J-34	1	PVC	150	0.08	0.46	0.002
P-30	137.98	J-30	J-23	1	PVC	150	0.01	0.43	0.000
P-31	133.81	J-10	J-29	2	PVC	150	1.26	0.62	0.010
P-32	157.00	J-25	J-36	0.75	PVC	150	0.02	0.38	0.001
P-33	174.91	J-32	J-8	2	PVC	150	1.51	0.54	0.014
P-34	178.93	J-14	J-37	0.75	PVC	150	0.02	0.38	0.001
P-35	183.11	J-38	J-25	3	PVC	150	2.22	0.49	0.004
P-36	236.35	J-32	J-18	1	PVC	150	0.18	0.35	0.008
P-37	185.34	J-26	J-39	0.75	PVC	150	0.02	0.80	0.001
P-38	210.27	J-27	J-34	1	PVC	150	0.24	0.47	0.013
P-39	210.71	J-7	J-40	0.75	PVC	150	0.04	0.46	0.002
P-40	383.29	J-12	J-30	1	PVC	150	0.14	0.38	0.005
P-41	505.70	R-1	J-38	3	PVC	150	2.26	0.50	0.004

Cuadro N° 28: Cálculo hidráulico de la línea de distribución (Nudos)

Nudo	Elevación (m)	Demanda (L/s)	Cota Piezométrica	Presión (m H₂O)
J-1	256.00	0.04	288.49	32.43
J-2	254.45	0.02	288.49	33.97
J-3	253.62	0.00	288.66	34.97
J-4	249.53	0.02	288.65	39.05
J-5	253.10	0.02	288.49	35.32
J-6	266.68	0.02	293.40	26.66
J-7	267.91	0.04	293.42	25.45
J-8	276.26	0.02	294.09	17.79
J-9	273.68	0.02	294.07	20.35
J-10	277.43	0.18	293.66	16.20
J-11	271.67	0.02	290.72	19.01
J-12	271.19	0.07	290.74	19.51
J-13	261.76	0.07	291.91	30.09
J-14	254.48	0.18	291.85	37.29
J-15	274.39	0.07	292.19	17.76
J-16	273.91	0.04	291.35	17.40
J-17	282.50	0.02	294.65	12.12
J-18	279.64	0.04	294.68	15.01
J-19	269.34	0.09	292.12	22.74
J-20	274.67	0.02	292.10	17.39
J-21	269.35	0.04	291.81	22.41
J-22	272.26	0.04	291.24	18.95
J-23	243.63	0.02	288.88	45.16
J-24	246.72	0.04	288.77	41.97
J-25	272.24	0.09	299.78	27.48
J-26	272.84	0.18	298.61	25.72
J-27	245.00	0.07	291.79	46.69
J-28	247.98	0.02	291.75	43.69
J-29	273.17	0.11	292.36	19.15
J-30	257.10	0.04	288.87	31.70
J-31	273.00	0.02	293.58	20.54
J-32	275.74	0.22	296.45	20.67
J-33	275.72	0.02	292.12	16.36
J-34	244.72	0.11	289.11	44.30
J-35	244.50	0.04	288.83	44.24
J-36	275.50	0.02	299.67	24.12
J-37	255.68	0.02	291.73	35.97
J-38	284.38	0.04	300.48	16.06
J-39	273.00	0.02	298.49	25.44
J-40	248.00	0.04	292.93	44.83

4.5.1 Análisis de precio unitario y relación de insumos.

A partir de los precios básicos se determinaron los precios unitarios, tomando en cuenta el tiempo de las cantidades de los materiales necesarios para cada trabajo objeto de análisis.

La relación de insumos comprende el listado de precios de materiales, equipos y mano de obra requeridos para la construcción de la obra.

4.6 Análisis de la evaluación económica

4.6.1 Flujo de costos sociales de inversión.

El costo total del sistema de agua a precios sociales asciende a la suma de total de SETECIENTOS TREINTIOCHO MIL DOSCIENTOS OCHENTIOCHO Y 97/100 NUEVOS SOLES (S/. 738,288.97); en el Cuadro N° 29 se puede observar el precio social de cada componente del sistema de agua potable.

4.6.2 Flujo de costo sociales de operación y mantenimiento.

A continuación, en el Cuadro N° 30 se presenta la estimación de costos fijos y variables de operación y mantenimiento que se incurrirá para operar el sistema de agua potable de la alternativa planteada a precios social.

4.6.3 Calculo de beneficiarios.

A continuación, en el Cuadro N° 31 se presenta la estimación de beneficiarios nuevos y antiguos; teniendo en consideración que el SNIP para zonas rurales el valor asignado del costo de una hora hombre es de s/. 4.5.

4.6.4 Flujo de costos sociales netos y su valor actual neto de costos sociales.

En el Cuadro N° 32 se presentan los flujos de costos y beneficios a precios sociales de la alternativa propuesta. En el flujo se han considerado las inversiones iniciales en infraestructura en el año 0 e incluye las Medidas de Mitigación Ambiental y capacitación, flujos que han sido actualizados a una tasa de descuento del 9%, tasa aplicada para evaluar los proyectos sociales como los de agua determinándose un VAN de S/ 594,593.62 Nuevos Soles y una TIR de 19.38%, indicadores que nos permiten concluir que la alternativa planteada es rentable desde el punto de vista social.

Cuadro N° 29: Precios sociales del sistema de agua potable.

DESCRIPCION	UNID MED	SUB TOTAL (S/.)	TOTAL A PRECIOS DE MERCADO	F.C.	TOTAL A PRECIOS SOCIALES
SISTEMA DE AGUA POTABLE					
Obras provisionales, trabajos preliminares, seguridad y salud	Global	26,959.08	31,811.71	0.759	24,145.09
Captación	Unidad	13,147.36	15,513.89	0.759	11,775.04
Línea de conducción	ML	13,691.33	16,155.76	0.802	12,956.92
PTAP	Unidad	30,533.48	36,029.50	0.759	27,346.39
Reservorio de 20 m3	Unidad	29,391.46	34,681.93	0.759	26,323.58
Red de aducción y distribución	ML	316,249.11	373,173.95	0.802	299,285.51
Válvulas de control red de distribución	Unidad	9,311.14	10,987.14	0.759	8,339.24
Válvulas de purga red de distribución	Unidad	3,440.38	4,059.64	0.759	3,081.27
Conexiones intra domiciliarias	Unidad	172,229.18	203,230.43	0.802	162,990.80
Flete	Global	40,373.36	47,640.57	0.802	38,207.74
MITIGACIÓN AMBIENTAL					
Mitigación Ambiental	Global	47,337.50	55,858.25	0.759	42,396.41
TOTAL COSTO DIRECTO		702663.363	829142.768		656,847.99
SUPERVISIÓN DE OBRA (5%)	%	35,133.17	41,457.14	0.909	37,684.54
SUPERVISIÓN SOCIAL (1.5%)	%	10,539.95	12,437.14	0.909	11,305.36
EDUCACIÓN SANITARIA (A TODO COSTO)	Taller		14,668.79	0.909	13,333.93
FORTALECIMIENTO ORGANIZACIONAL (A TODO COSTO)	Taller		21,030.97	0.909	19,117.15
COSTO TOTAL DE AGUA POTABLE		748,336.48	918,736.80		738,288.97

Cuadro N° 30: Costos Sociales de Operación y mantenimiento.

Año	Costos de Operación (S/.)			Costos de Mtto (S/.)	Total Costos de O&M (S/.)
	Costos Fijos	Costos Variables	Total		
1	3,617.98	1,522.38	5,140.36	1,859.23	6,999.58
2	3,617.98	1,537.47	5,155.45	1,859.23	7,014.67
3	3,617.98	1,552.56	5,170.54	1,859.23	7,029.76
4	3,617.98	1,567.65	5,185.62	1,859.23	7,044.85
5	3,617.98	1,582.74	5,200.71	1,859.23	7,059.94
6	3,617.98	1,597.83	5,215.80	1,859.23	7,075.03
7	3,617.98	1,612.91	5,230.89	1,859.23	7,090.12
8	3,617.98	1,628.00	5,245.98	1,859.23	7,105.20
9	3,617.98	1,643.09	5,261.07	1,859.23	7,120.29
10	3,617.98	1,658.18	5,276.15	1,859.23	7,135.38
11	3,617.98	1,673.27	5,291.24	1,859.23	7,150.47
12	3,617.98	1,688.36	5,306.33	1,859.23	7,165.56
13	3,617.98	1,703.44	5,321.42	1,859.23	7,180.65
14	3,617.98	1,718.53	5,336.51	1,859.23	7,195.73
15	3,617.98	1,733.62	5,351.60	1,859.23	7,210.82
16	3,617.98	1,748.71	5,366.69	1,859.23	7,225.91
17	3,617.98	1,763.80	5,381.77	1,859.23	7,241.00
18	3,617.98	1,778.89	5,396.86	1,859.23	7,256.09
19	3,617.98	1,793.97	5,411.95	1,859.23	7,271.18
20	7,617.98	1,809.06	5,427.04	1,859.23	7,286.27

Cuadro N° 31: Calculo de beneficiarios.

Año	Total Familias		Beneficios Sociales		
	Familias Conectada	Familias No Conectadas	Antiguos Usuarios	Nuevos Usuarios	Totales
0	37				
1	37	60	19,769.51	125,122.95	144,892.45
2	37	61	19,769.51	127,078.55	146,848.05
3	37	62	19,769.51	129,034.15	148,803.66
4	37	63	19,769.51	130,989.75	150,759.26
5	37	64	19,769.51	133,378.24	153,147.75
6	37	65	19,769.51	135,333.84	155,103.35
7	37	66	19,769.51	137,289.44	157,058.95
8	37	67	19,769.51	139,677.93	159,447.44
9	37	68	19,769.51	141,633.53	161,403.04
10	37	69	19,769.51	143,589.14	163,358.64
11	37	70	19,769.51	145,977.62	165,747.13
12	37	71	19,769.51	147,933.22	167,702.73
13	37	72	19,769.51	149,888.83	169,658.33
14	37	73	19,769.51	151,844.43	171,613.94
15	37	74	19,769.51	154,232.91	174,002.42
16	37	75	19,769.51	156,188.52	175,958.02
17	37	76	19,769.51	158,144.12	177,913.63
18	37	77	19,769.51	160,532.61	180,302.11
19	37	78	19,769.51	162,488.21	182,257.71
20	37	79	19,769.51	164,443.81	184,213.32

Cuadro N° 32: Evaluación Social del Sistema.

PERIODO	AÑO	EGRESOS (COSTOS) (S/.)		INGRESOS (S/.)	BENEFICIOS NETOS (S/.)
		Inversiones / Obras	Costos de O&M Incrementales	Beneficios Totales	
0	2014	S/. 738,288.97	S/. -	S/. -	S/. -738,288.97
1	2015		S/. 6,843.40	S/. 144,892.45	S/. 138,049.05
2	2016		S/. 6,858.49	S/. 146,848.05	S/. 139,989.56
3	2017		S/. 6,873.58	S/. 148,803.66	S/. 141,930.08
4	2018		S/. 6,888.67	S/. 150,759.26	S/. 143,870.59
5	2019		S/. 6,903.76	S/. 153,147.75	S/. 146,243.99
6	2020		S/. 6,918.85	S/. 155,103.35	S/. 148,184.50
7	2021		S/. 6,933.94	S/. 157,058.95	S/. 150,125.02
8	2022		S/. 6,949.02	S/. 159,447.44	S/. 152,498.41
9	2023		S/. 6,964.11	S/. 161,403.04	S/. 154,438.93
10	2024		S/. 6,979.20	S/. 163,358.64	S/. 156,379.44
11	2025		S/. 6,994.29	S/. 165,747.13	S/. 158,752.84
12	2026		S/. 7,009.38	S/. 167,702.73	S/. 160,693.35
13	2027		S/. 7,024.47	S/. 169,658.33	S/. 162,633.87
14	2028		S/. 7,039.55	S/. 171,613.94	S/. 164,574.38
15	2029		S/. 7,054.64	S/. 174,002.42	S/. 166,947.78
16	2030		S/. 7,069.73	S/. 175,958.02	S/. 168,888.29
17	2031		S/. 7,084.82	S/. 177,913.63	S/. 170,828.81
18	2032		S/. 7,099.91	S/. 180,302.11	S/. 173,202.20
19	2033		S/. 7,115.00	S/. 182,257.71	S/. 175,142.72
20	2034		S/. 7,130.09	S/. 184,213.32	S/. 177,083.23
				VAN Social (9%) =	S/. 594,593.62
				TIR Social =	19.38%

V. CONCLUSIONES.

1. En el presente trabajo de tesis se ha desarrollado el planteamiento de un nuevo sistema de abastecimiento de agua potable en el centro poblado Tutín – El Cenepa – Condorcanqui – Amazonas en la región selva del Perú, empleándose tecnología apropiada para las condiciones climatológicas locales, de mantenimiento sencillo y consecuente con el medio ambiente.
2. Las principales estructuras del sistema de abastecimiento de agua potable son:
 - Captación tipo barraje con una longitud de 6 m y una casta de válvulas; el concreto planteado para el barraje es de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y para los muros de encausamiento son de $f'c=175 \text{ kg/cm}^2 + 30\%$ de PM más enrocado de protección.
 - Línea de conducción de PVC SAP C-10 con dos tramos; el primero de la captación hacia la PTAP con un diámetro de 1 ½” y longitud 154.12 m; el segundo tramo de la PTAP hacia el reservorio con un diámetro de 2” y una longitud de 26 m.
 - Una planta de tratamiento de agua potable (PTAP) de tipo filtro lento con dos filtros de dimensiones 2.85 m x 3.75 m cada una; se plantea colocar una capa de arena de espesor de 1 m más dos capas de piedra la primera de 1.5 – 4 mm con un espesor de 10 cm y la segunda de 10 – 40 mm con un espesor de 20 cm.
 - Un reservorio pre-fabricado con capacidad de almacenamiento de 20 m^3 ; el material del tanque es polietileno de alta densidad doblemente reforzado ($1.51 - 1.90 \text{ kg/cm}^3$), de diámetro 3 m y altura total 3.52 m, apoyado sobre una plataforma de concreto.
 - Redes de distribución de PVC SAP C-10 con diámetros variables que suman una longitud de 4133.26 m que abastecen a 105 predios.
3. El costo total de las obras civiles del sistema de abastecimiento de agua potable de centro poblado Tutín, considerando mano de obra, materiales y equipos es S/. 773,284.65; Las líneas de distribución representan el mayor costo de todas las obras civiles (32.7%).
4. De la evaluación económica podemos concluir que la el nuevo sistema de abastecimiento de agua potable es rentable socialmente puesto que la VAN es de S/. 594,593.62 y el TIR 19.38%.

VI. RECOMENDACIONES.

1. Se recomienda mayores estudios y evaluaciones de sistemas de abastecimiento de agua potable en zonas rurales como las velocidades máximas y mínimas de flujo en las tuberías y presiones; puesto que para la mayoría de zonas rurales en el Perú las viviendas de un centro poblado están muy dispersas y por ello no se ajustan al RNE.
2. Buscar implementar opciones técnicas apropiadas como plantas de tratamiento de agua potable de fácil operación y mantenimiento (filtro lento de arena modificados), reservorios construidos de ferrocemento y prefabricados que facilitan su construcción o instalación y por ende bajan el costo del proyecto; ya que, en zonas rurales generalmente no se cuenta con mano de obra calificada.
3. Articular al desarrollo del sistema de agua potable a un programa de educación sanitaria, fortaleciendo la capacidad de organización de la población, contemplando un cobro para cubrir las labores de operación y mantenimiento; para de esta manera asegurar la sostenibilidad del sistema de agua potable.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFIA.

1. AGÜERO, R. (2003). Agua Potable para poblaciones rurales – Sistema de abastecimiento por gravedad y sin tratamiento, Servicios Educativos Rurales SER. Perú.
2. MANSEN, H. (2013). Curso HH-413-Irrigaciones (Diseño de Bocatomas).Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Perú.
3. MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma Técnica de Obras de Saneamiento OS.010 Captación y conducción de agua para consumo humano. Perú.
4. MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma Técnica de Obras de Saneamiento OS.020 Plantas de tratamiento de agua para consumo humano. Perú.
5. MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma Técnica de Obras de Saneamiento OS.030 Almacenamiento de agua para consumo humano. Perú.
6. MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma Técnica de Obras de Saneamiento OS.050 Redes de distribución de agua para consumo humano. Perú.
7. MINISTERIO DE SALUD. (2011). Reglamento de Calidad del Agua para el Consumo Humano, DS N° 031-2010-SA. Perú.
8. Ministerio de Economía y Finanzas – Perú; Anexo 10 SNIP. Disponible en: https://www.mef.gob.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=3070&Itemid=101376&lang=es (Último acceso: 15 de mayo del 2015)
9. MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS, DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICA E INVERSIONES. (2001). Saneamiento básico, Guía para la formulación de proyectos de inversión exitosos. Perú.
10. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. (2006). Guía de educación en higiene para los sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento Rural. Lima.
11. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. (2004). Guía de diseño para líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural. Lima.

12. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. (2004). Guía para el diseño y construcción de reservorios apoyados, Lima.
13. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. (2005). Guía de diseño para captaciones especiales. Lima.
14. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. (2005). Guía para diseño de sistemas de tratamiento de filtración en múltiples etapas. Lima.
15. RODRIGUEZ, P. (2001). Abastecimiento de Agua – Instituto Tecnológico de Oaxaca. México.
16. Rotoplas – tanques pre-fabricados. Disponible en:
http://www.rotoplas.com/productos/almacenamiento/tanques-para_agua/quimicos/
(Último acceso: 2 de mayo del 2015)

VIII. ANEXO.

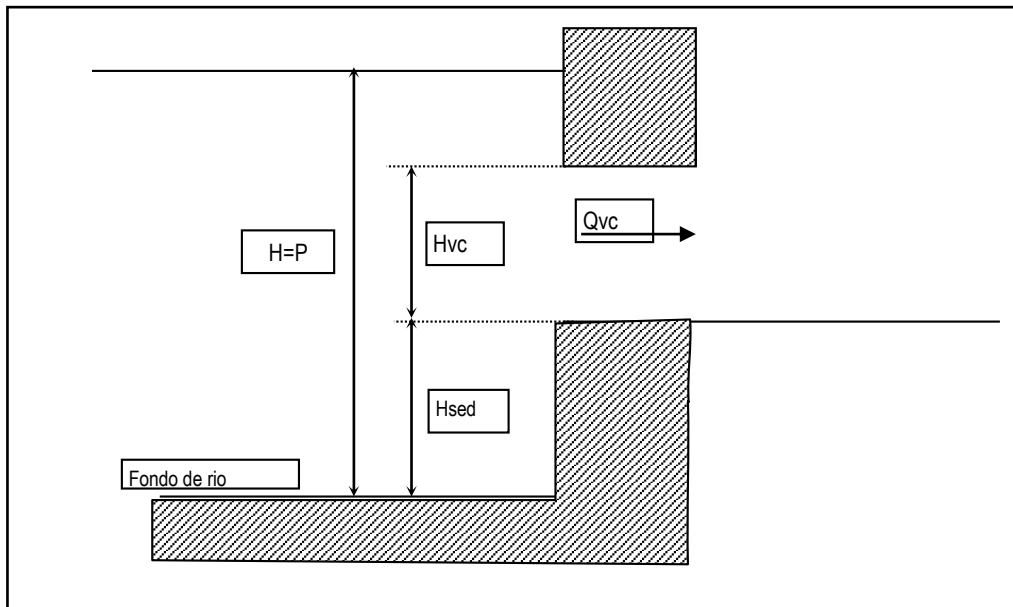
ANEXO 1: Cálculos y diseño.

I. Cálculo de caudales.

AÑO	CONSUMO DE AGUA (L/DÍA)				% PERDIDAS	DEMANDA AGUA					DEMANDA VOL. ALMAC. (M³)	
	POR CONEXIONES DOMICILIARIAS			TOTAL CONSUMO (L/DÍA)		CAUDAL PROMEDIO (QP)			CAUDAL (QMD)	CAUDAL (QMH)		
	DOMESTICO	SOCIAL	INSTITUCIONAL			L/DÍA	L/S	M³/AÑO				
	(L/DÍA)	(L/DÍA)	(L/DÍA)			L/S	L/S	L/S				
2013	21,359	0	0	21,359	50.0%	42,717	0.49	15,592	0.64	0.99	9	
2014	55,417	2,309	3,218	60,944	25.0%	81,259	0.94	29,659	1.22	1.88	16	
2015	55,995	2,309	3,251	61,554	25.0%	82,072	0.95	29,956	1.23	1.90	16	
2016	56,572	2,309	3,283	62,164	25.0%	82,886	0.96	30,253	1.25	1.92	17	
2017	57,149	2,309	3,316	62,774	25.0%	83,699	0.97	30,550	1.26	1.94	17	
2018	57,726	2,309	3,349	63,384	25.0%	84,513	0.98	30,847	1.27	1.96	16.9	
2019	58,304	2,309	3,382	63,994	25.0%	85,326	0.99	31,144	1.28	1.98	17.1	
2020	58,881	2,309	3,415	64,605	25.0%	86,139	1.00	31,441	1.30	1.99	17.2	
2021	59,458	2,309	3,447	65,215	25.0%	86,953	1.01	31,738	1.31	2.01	17	
2022	60,035	2,309	3,480	65,825	25.0%	87,766	1.02	32,035	1.32	2.03	18	
2023	60,613	2,309	3,513	66,435	25.0%	88,580	1.03	32,332	1.33	2.05	18	
2024	61,190	2,309	3,546	67,045	25.0%	89,393	1.03	32,628	1.35	2.07	18	
2025	61,767	2,309	3,579	67,655	25.0%	90,207	1.04	32,925	1.36	2.09	18	
2026	62,344	2,309	3,611	68,265	25.0%	91,020	1.05	33,222	1.37	2.11	18	
2027	62,922	2,309	3,644	68,875	25.0%	91,833	1.06	33,519	1.38	2.13	18	
2028	63,499	2,309	3,677	69,485	25.0%	92,647	1.07	33,816	1.39	2.14	19	
2029	64,076	2,309	3,710	70,095	25.0%	93,460	1.08	34,113	1.41	2.16	19	
2030	64,653	2,309	3,743	70,705	25.0%	94,274	1.09	34,410	1.42	2.18	19	
2031	65,231	2,309	3,775	71,315	25.0%	95,087	1.10	34,707	1.43	2.20	19	
2032	65,808	2,309	3,808	71,925	25.0%	95,900	1.11	35,004	1.44	2.22	19	
2033	66,385	2,309	3,841	72,535	25.0%	96,714	1.12	35,301	1.46	2.24	19	
2034	66,963	2,309	3,874	73,145	25.0%	97,527	1.13	35,597	1.47	2.26	19.51	
							1.13			1.47	2.26	
							QP	QMD		QMH		

II. Diseño de captación tipo barraje.

A. Diseño hidráulico y dimensionamiento.



Parámetros de diseño de la ventana de captación.

$$Q_{der} = 0.001 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_{sed} = \text{Altura de sedimentos} = 0.300 \text{ m.}$$

$$A_{vc} = \text{Ancho de la ventana de captación} = 0.050 \text{ m.}$$

$$H_{vc} = \text{Altura de la ventana de captación} = 0.050 \text{ m.}$$

$$BL = \text{Borde Libre} = 0.100 \text{ m.}$$

$$V_{vc} = \text{La velocidad en la ventana de captación será} = Q/A_{vc} = 0.588 \text{ m/s}$$

La velocidad debe encontrarse en el rango de 0.50 - 1.00 m/s

Calculando altura de barraje:

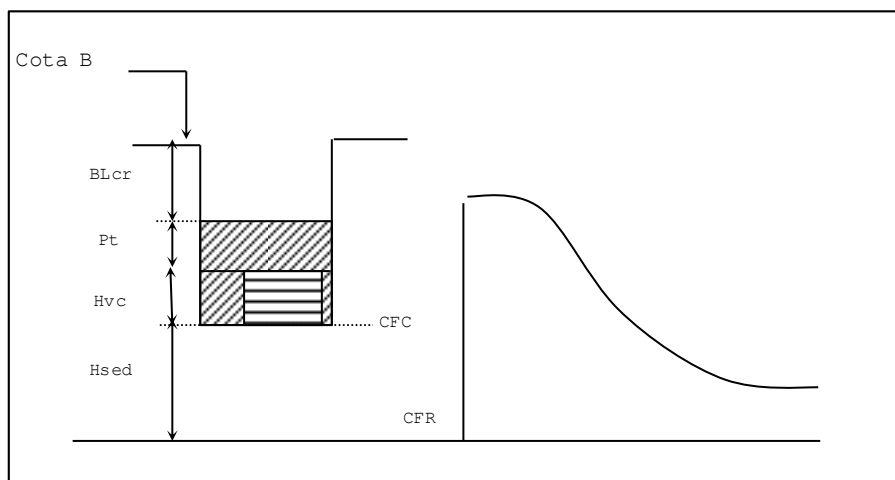
$$P = \text{altura de sedimentos} + hvc + bl = 0.450 \text{ m.}$$

Datos necesarios :

Q max =	9.60 m ³ /s	9600.0 l/s
Q min =	0.0053 m ³ /s	5.30 l/s

Calculo de la cota en B.

$$\text{Cota B} = \text{CFC} + \text{Hvc} + \text{Pt} + \text{BL}$$



Parámetros para Determinación de la Cota

Donde:

CFC: Cota de fondo del canal = CFR + Hsed

CFR: Cota de fondo del río = 313.00 m

Hsed: Altura de sedimentos = 0.300 m

Pt: Perdidas por transición, cambio de dirección, etc. = 0.025 m

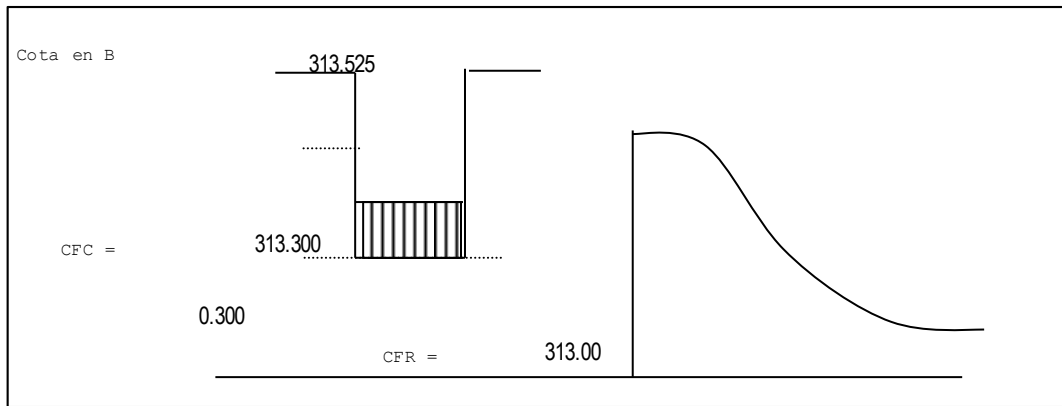
BL: Borde libre = 0.200 m

Calculando CFC:

$$\text{CFC} = \text{CFR} + \text{Hsed} = 313.3 \text{ m}$$

Calculando la cota en B:

$$\text{Cota en B} = \text{CFR} + hvc + \text{Pt} + \text{Bl} = 313.525 \text{ m}$$



Cálculo de Cota Final Barraje.

Cálculo de altura de barraje:

CASO 01: criterio de orificio de captación

P = altura de sedimentos + pérdidas

Hsed = altura de sedimentos = 0.300 m

Pt = 0.025 m

P = 0.325 m

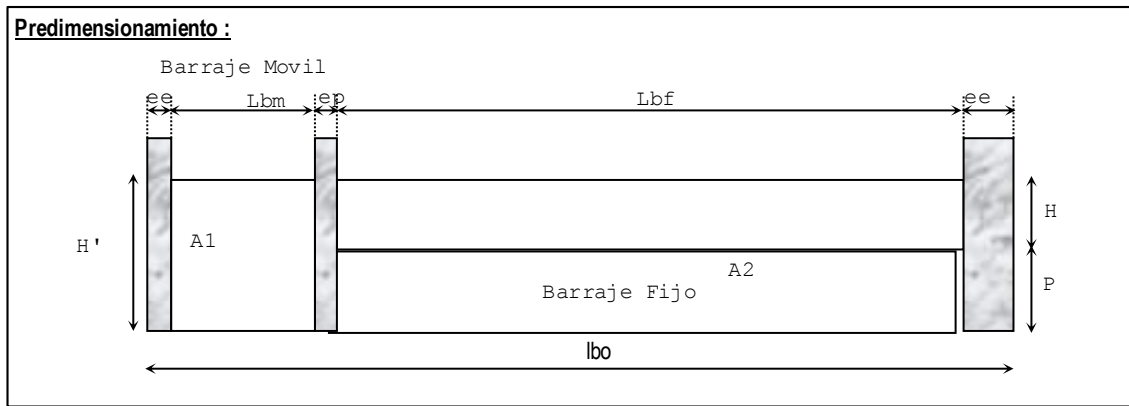
CASO 02 Criterio de la cota en B.

P = cota en B - CFR

Remplazando : P = 0.525 m

Resumen de P		
Caso 01	0.325	m
Caso 02	0.525	m
Se asume un P =	0.60	m

Altura del Barraje fijo



Predimensionamiento del Barraje.

El área hidráulica del canal de limpia tiene una relación de 1/10 del área obstruida por el aliviadero, teniéndose:

$$A1 = A2 / 10 \quad \text{ecuación 01}$$

$$A1 = \text{Área del barraje móvil} \quad A1 = P * Lbm \quad \text{ecuación 02}$$

$$A2 = \text{Área del barraje fijo} \quad A2 = P * lbf \quad \text{ecuación 03}$$

$$lbf = lbo - \#P * ep - 2 * ee - lbm \quad \text{ecuación 04}$$

Además se tiene que: $Lbo = 6.00 \text{ m}$

Pre dimensionamiento del espesor del Pilar (ep) Estribo será de concreto ciclópeo

$$ep = \text{espesor del pilar} = 0.25 \text{ m} \quad ee = \text{espesor del estribo} = 0.200 \text{ m}$$

$$\#p = \text{número de pilares} = 1.00 \text{ Und} \quad lbm = 0.930 \text{ m}$$

Reemplazando la ecuación 04, 03 y 02 en 01 se despeja lbm:

$$lbm = 0.930 \text{ m} \quad \text{Entonces: } lbm = 0.95 \text{ m}$$

$$\# \text{ de compuertas} = 1.000 \text{ m} \quad Lbf = 4.45 \text{ m}$$

$$\text{longitud de cada compuerta} = 0.95 \text{ m} \quad \text{Longitud de la bocatoma} = 6.00 \text{ m}$$

Verificando el espesor del Pilar (ep)

$$ep' = Lcd / 4 = 0.14 \text{ m} \quad ep = 0.25 \text{ m} \quad \text{Cumple } ep' < ep$$

Cálculo de la Carga Hidráulica "H":

Descarga sobre la cresta del cimacio (barraje fijo).

$Q_{max} = Q_{aliviadero}$ demasías

$$Q_{bf} = 0.55 * C * L * H^{3/2}$$

$$L = L_1 - 2(N * K_p + K_a) * H$$

Q_{bf} :Descarga del aliviadero

E :	Coeficiente de reducción	
C :	coeficiente de descarga	
L :	Longitud efectiva de la cresta	
H :	Carga sobre la cresta incluyendo h_v	
L ₁ :	Longitud bruta de la cresta =	4.45m
N :	# de pilares que atraviesa el aliviadero =	1.00
K _p :	Coeficiente de contracción de pilares =	0.01
K _a :	Coeficiente de contracción de estribos =	0.00

Se seguirá un proceso Iterativo:

m Asumido hasta que el Q_{max}

Para un $H = 0.95$ sea igual a: $9.607 \text{ m}^3/\text{s}$

Calculo de Longitud efectiva de la cresta (L):

$$L = 4.435 \text{ m}$$

Calculo del Coeficiente de descarga

variable (C) :

$$C = C_o * K_1 * K_2 * K_3 * K_4$$

* Por efecto de la profundidad de llegada (C_o):

$$P/H = 0.579$$

$$C_o = 3.95$$

* Por efecto de las cargas diferentes (K1):

$$h_e = H \quad h_e/H = 1.00$$

$$C/C_o = K1 = 1.00$$

Por efecto del talud paramento aguas arriba

* (K2):

$$K2 = 1.00$$

* Por efecto de la interferencia del lavadero aguas abajo y de la sumergencia (K3):

$$P = h_d = 0.55 \quad (h_d + H) / H = 1.579$$

$$K3 = 1.00$$

* Por efecto de la interferencia del agua de descarga:

$$h_d = 2 * H/3 = 0.633 \quad h_d/h_e = 0.667$$

$$K4 = 0.999$$

Remplazando tenemos que.

$$C = 3.94605$$

Calculando Qbf:

Qbf =	9.608	m ³ /s
-------	-------	-------------------

Descarga en la compuerta de limpia (barraje móvil).

Se considera que la compuerta funciona como vertedero cuya altura $P = 0$. Para ello seguiremos iterando, igual que anteriormente asumiendo un valor de h , para ello usaremos la siguiente fórmula:

$Q_{bm} = C * L_2 * H^{3/2}$

$$Q_{bm} = C * h * b * \text{raiz}[2 * g * (p + H - h)]$$

$L_{bm} = L_2 - 2(N * K_p + K_a) * H$

Altura de compuerta abierta = 0.05

Q_{bm} : Descarga del aliviadero

C: coeficiente de descarga

L_{bm} : Longitud efectiva de la compuerta (barraje móvil).

H' : Altura total del agua.

Longitud bruta del barraje

L_2 : móvil = 0.95 m

N : # de pilares = 1.00 und

K_p : Coeficiente de contracción de pilares = 0.01

K_a : Coeficiente de contracción de estribos = 0.000 No hay estribo.

H' = Altura total del agua = $P + H = 1.5$ m

Calculo de Longitud efectiva de la cresta (L):

$$L = 0.93 \text{ m.}$$

Calculo del Coeficiente de descarga variable (C) : $C = 0.57$

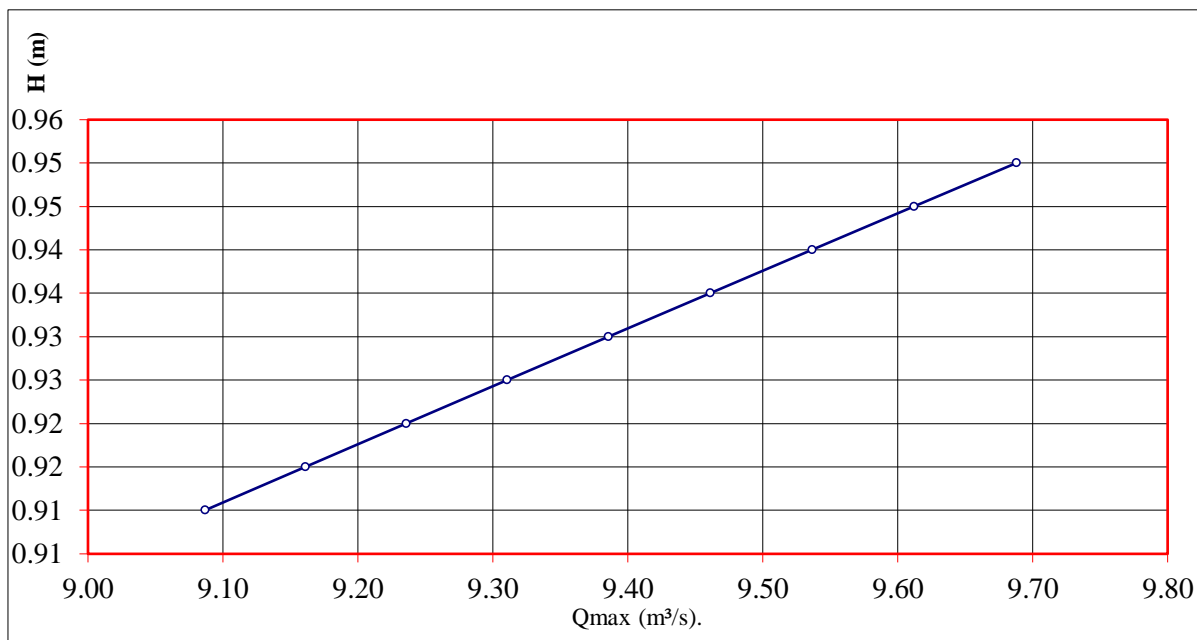
Calculando

Q_{bm}: $Q_{bm} = 0.064 \text{ m}^3/\text{s}$

Calculando

Q_{max}: $Q_{max} = Q_{bm} + Q_{bf}$ $Q_{bm} = 0.064 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{bf} = 9.608 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{max} = 9.672 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{max} = 9.670 \text{ m}^3/\text{s}$

H (m)	0.9500	0.9450	0.9400	0.9350	0.9300	0.9250	0.9200	0.9150	0.9100
Q _{bm}	0.0790	0.0789	0.0788	0.0786	0.0785	0.0784	0.0782	0.0781	0.0779
Q _{bf}	9.6079	9.5322	9.4566	9.3813	9.3061	9.2312	9.1564	9.0819	9.0075
Q _{max.}	9.687	9.611	9.535	9.460	9.385	9.310	9.235	9.160	9.085



Curva de operación de la compuerta de limpia.

Resumen

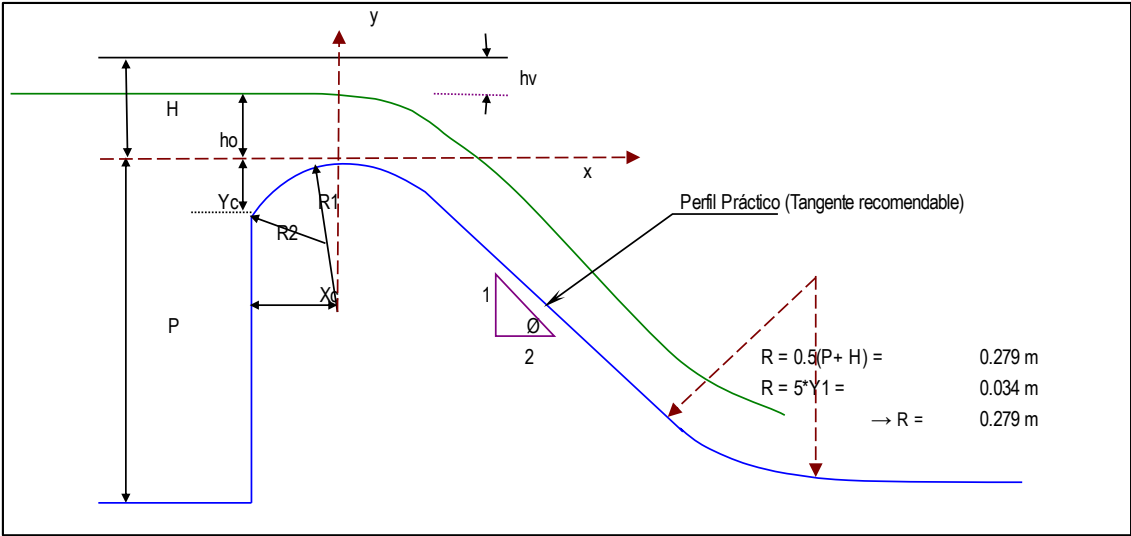
Lbm =	0.950	m
Lbf =	4.450	m
ep =	0.250	m
ee =	0.200	m

Lbo =	6.000	m
P =	0.600	m
H =	0.950	m
H' =	1.550	m

Qbm =	0.079	m ³ /s
Qbf =	9.608	m ³ /s
Qmax =	9.600	m ³ /s

Calculo de la Cresta, cimacio, Azud o Perfil.

De la figura Observamos, de acuerdo a la posición de los ejes que pasan por encima de la cresta la porción que queda aguas arriba del origen se define como una curva circular compuesta y una tangente que optaremos por la más recomendable, tal como se presenta en la siguiente figura:



Parámetros para Calculo de Forma de la Cresta del Barraje.

Calculo de los valores Xc, Yc, R1 y R2.

Con el valor de $h_v / H = 8.94E-02$

H =	0.95	m	Carga hidráulica del barraje fijo
Q bf =	9.608	m ³ /s	Caudal del barraje fijo
L bf =	4.45	m	Longitud del barraje fijo
P + H =	1.55	m	
q = Q bf / Lbf =	2.00	m ² /s	Caudal unitario o especifico
V = q / (P + H) =	1.2914	m/s	
$h_v = V^2 / 2g =$	8.50E-02	m	
Xc / H =	0.2655	Datos de Monogramas	Con la relación de $h_v/H = 8.94E-02$ se calcula k y n.
Yc / H =	0.1140		
R ₁ /H =	0.5150		
R ₂ /H =	0.2150		
Xc =	0.2522	m	valores de:
Yc =	0.1083	m	k = 0.95
R ₁ =	0.4893	m	n = 2.85
R ₂ =	0.2043	m	
R ₁ -R ₂ =	0.2850	m	

Remplazando en la ecuación general tenemos:

$$Y/H_o = -0.95 \left(\frac{X}{H_o} \right)^{2.850}$$

$$Y = -1.04456 X^{2.850}$$

Calculo del punto de tangencia (Pt)

$$X = 0.984818 Y^{1/1.86}$$

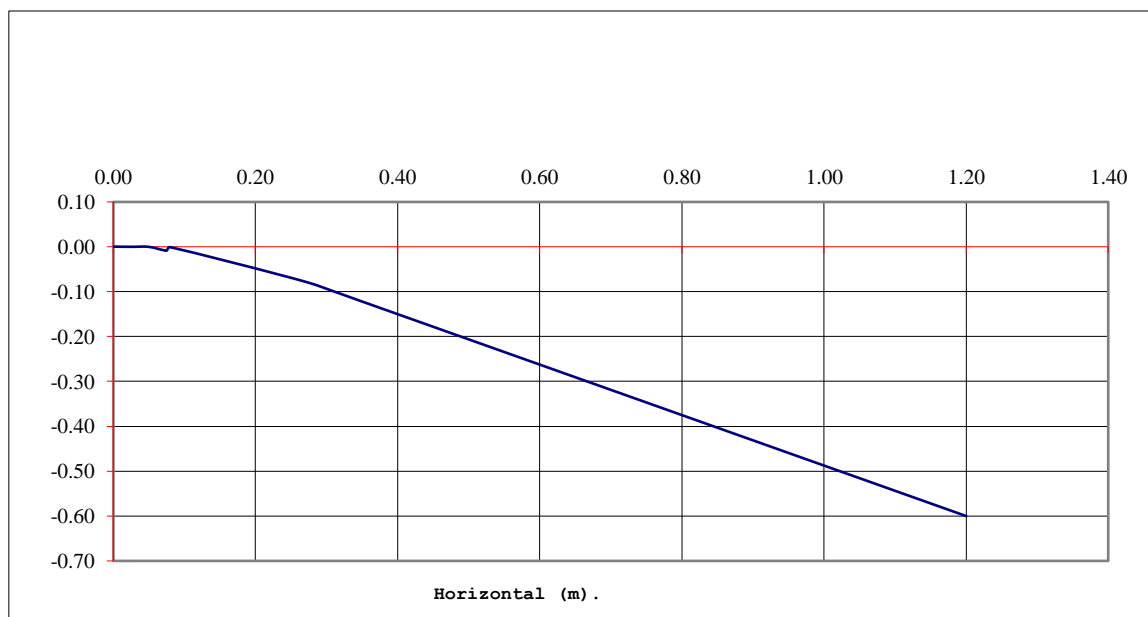
Derivando la ecuación de Creager en :

$$Tg \emptyset = dy/dx = 0.500 = -2.97700659 X^{1.85}$$

Despejando este valor tenemos que:

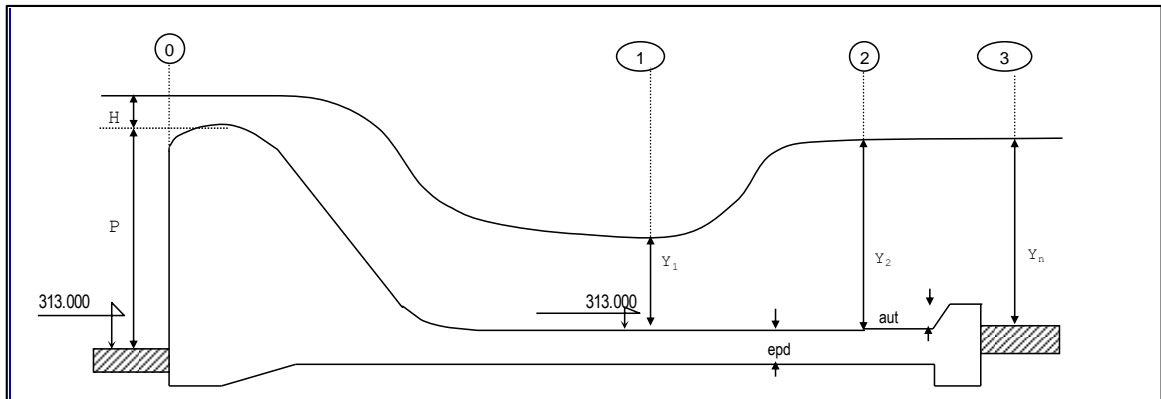
X = 0.3812 m Puntos de Tangencia.
 Y = -0.0669 m

Coordenadas a tenerse en cuenta:			
Segmento	Punto	X (m)	Y (m)
Curva	1	0.00000	0.00000
	2	0.02500	-0.00003
	3	0.05000	-0.00020
	4	0.07500	-0.00065
	5	0.08000	-0.00078
	6	0.38123	-0.06688
Recta	7	0.68735	-0.37301
curva	8	1.23536	-0.60000



Forma del aliviadero.

Calculo de los tirantes conjugados y1, y2



Calculo de tirantes conjugados.

Datos:

	Lbf =	4.45	m
P : Altura de la aliviadero fijo =		0.60	m
H : Carga hidráulica sobre el aliviadero =		0.35	m
	Qbf =	9.608	m ³ /s

Calculando Y₁ (forma 01):

Tomando Bernaulli entre la cresta y el pie de cortina, como se muestra en la figura :

$$313.00 + P + H = Y_1 + (V_1^2/2g) + S \text{ perdidas} \quad 313.00 + Y_1 + (V_1^2/2g) + \Sigma \text{perdidas}$$

Donde :

	Perdidas de descarga dentro del
Σ perdidas =	0.00 tramo
P + H =	0.95 m
$h_{v1} = V_1^2 / (2 * g) = q^2 / (2 * g * Y_1^2)$:	perdidas de carga por velocidad.
q =	2.00 m ³ /s
Y ₁ =	0.35 m.
P + H =	0.9501 Cumple
V ₁ =	2.1869 m/s

Calculando Y₁ (forma 02):

Trabajando con el tirante critico

$313.00 + P + Y_c + h_{vc} = 313.00 + Y_1 + (V_1^2/2g) + \Sigma \text{perdidas}$
--

Donde :

- P = 0.600 m
- Q_{bf} = 9.608 m³/s
- l_{bf} = 4.450 m
- Y_c = [Q_{bf}² / (L_{bf}² * g)]^{1/3} = 0.742 m
- Ab_f = Y_c*L_{bf} = 3.302 m²
- V_c = Q_{bf}/Ab_f = 2.910 m/s
- h_v = V_c²/2g = 0.432 m
- Σ Perdidas = 0.000 Perdidas de descarga en el tramo.

Remplazando estos valores en la ecuación tenemos que:

$$Y_1 + (V_1^2 / 2g) = 1.774 \text{ m} \quad V_1 = Q_{bf} / (L_{bf} * Y_1)$$

Conjugando estas dos últimas ecuaciones tenemos la ecuación:

$$Y_1 + 237596 / Y_1^2 = 1.774 \text{ m}$$

- Iterando tenemos que: Y₁ = 0.43 m
- Y₁ = 0.425 m
- V₁ = Q_{bf}/(l_{bf}*Y₁) = 4.76 m/s

Conclusión :

- Caso 01: Y₁ = 0.50 m. Caso 01: V₁ = 4.003 m/s
- Caso 02: Y₁ = 0.425 m. Caso 02: V₁ = 4.759 m/s
- Y₁ = 0.50 m. V₁ = 4.003 m/s

Calculo de Y₂:

$Y_2 = -Y_1/2 \pm [(2Y_1 * V_1^2/g) + (Y_1^2/4)]^{0.5}$

- Y₂ = Tirante conjugado en 2 = 0.95 m
- q = Caudal unitario o especifico = 2.00 m³/s
- V₂ = Velocidad en 2 = q/Y₂ = 1.90 m/s

RESUMEN:

Y ₁ =	0.5 m.
Y ₂ =	0.95 m.
V ₁ =	4.003 m/s
V ₂ =	1.902 m/s

Longitud del estanque amortiguador o poza de disipación

Según Lindquist:	$Lpd = 5*(Y_2 - Y_1)$	Lpd =	2.76	m
Según Safranez:	$Lpd = 6*Y_1*V_1/(g*Y_1)^{1/2} = 6*Y_1*F_1$	Lpd =	5.42	m
Según Pavloski:	$Lpd = 2.50*(1.90*Y_2 - Y_1)$	Lpd =	3.75	m
Según Torres Herrera:	$Lpd = 7.00*(Y_2 - Y_1)$	Lpd =	3.87	m
Se recomienda :	$Lpd = 4.00*Y_2$	Lpd =	4.21	m
Longitud promedio de la poza de disipación =			2.985	m
Se asume una Lpd =			3.00	m

Calculo del espesor de la poza de disipación:

Determinación del espesor del colchón o poza según Krochin:

$e_{min} =$	0.20	m
Factor de Seguridad (1.10-1.35) =	1.10	
$epd =$	0.21	m
Se asume un valor de $epd =$	0.20	m

Verificando el valor de de "e"

$$e_1 = 0.20 * q^{1/2} * z^{1/4}$$

Donde:

$q =$ Caudal unitario, específico =	0.001271041	m^3/s
$z = P + H + H_{sed} - Y_1 =$	0.850	m
$e_1 =$	0.007	m

$epd > e_1$, Cumple

Calculo del espesor del enrocado después de la poza:

$$e = 0.6 * q^{1/2} / (Ht/g)^{1/4}$$

Donde:

$e =$ espesor de enrocado.		
$q =$ Caudal unitario o especifico =	2.002	$m^3/s/m$
$Ht =$ Carga hidráulica total = $H + P =$	0.350	m

Reemplazando valores tenemos:

$e =$	0.369	m
$e =$	0.400	m

Calculo de la longitud del enrocado después de la poza:

$$Le = C * \text{raiz}(H) * (0.642 * q^{1/2} - 0.612)$$

Donde:

H = Carga de agua para máxima avenida o carga hidráulica total = H + P = 0.35 m
 q = Caudal unitario o específico = 2.002 m³/s/m
 C = Coeficiente de filtración de Blight que depende de la clase de material del lecho del río = 4.000

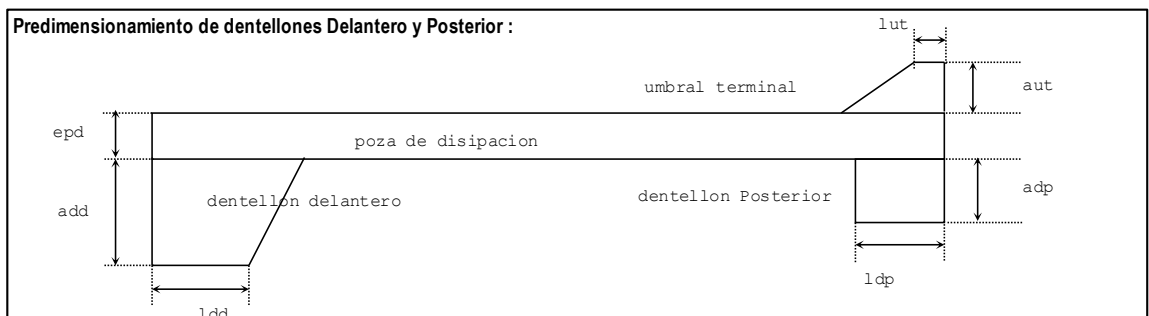
Material del cauce	C
Limo o arena muy fino	18
Arena fina	15
Arena de grano grueso	12
Grava y arena	4--9
Cascajo con grava y arena	4--6

Reemplazando valores tenemos:

Le = 0.7 m
 Se asume una Le = 1.5 m

Calculo de la longitud del solado delantero (Lsd):

Lsd = 5*H Lsd = 1.45 m Se asume = 1.50 m



Redimensionamiento de Dentellón Delantero y posterior.

Dentellón delantero.

Determinación de la altura del dentellón delantero:

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

Determinación de la longitud del dentellón.

$$\text{Carga total de agua} = P + H + V_1^2/(2 \cdot g) = 1.652 \text{ m}$$

$$\text{El espesor mínimo: ldd} = 0.20 \cdot (P + H + V_1^2/(2 \cdot g)) = 0.330 \text{ m}$$

$$\text{Se asume un valor de ldd} = 0.30 \text{ m}$$

Dentellón posterior.	adp =	0.35 m
	ldp =	0.20 m

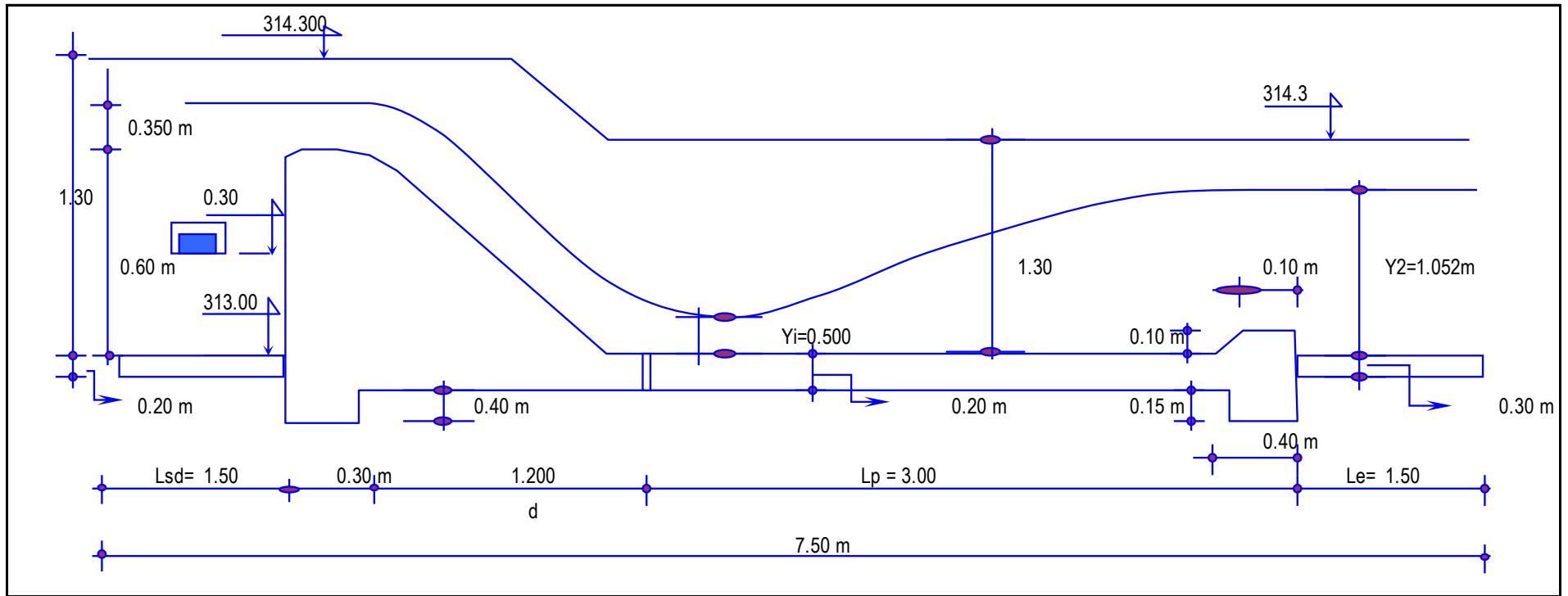
Umbral terminal.	aut =	0.20 m
	lut =	0.10 m

Calculo de la altura del muro de encauzamiento:

$$\text{Hm} = 1.25 \cdot (H + P)$$

$$\text{Hm} = 1.23 \text{ m}$$

$$\text{Se considera Hm} = 1.30 \text{ m}$$



Diseño Hidráulico de la Captación.

B. Diseño Estructural.

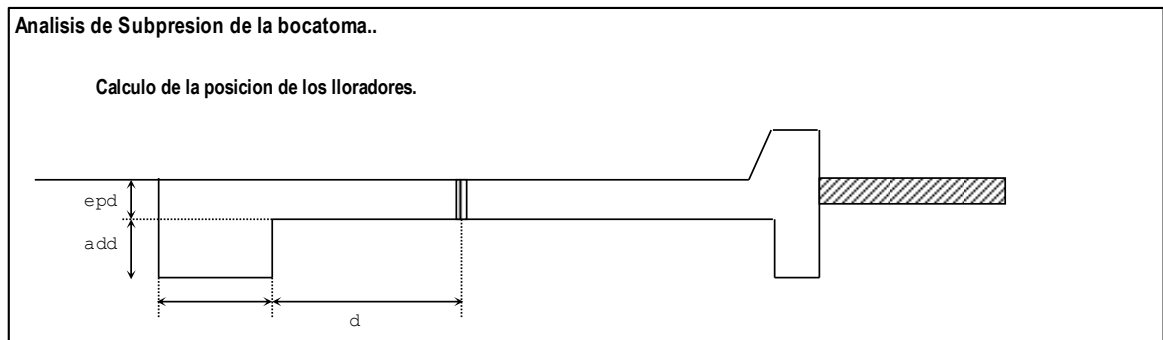


Figura N° 1: Cálculo de Subpresión en la captación.

Fuente: Elaboración Propia.

Según $L_{fn} < L_{comp}$, significa que la longitud de filtración necesaria $<$ la longitud de filtración compensada en posición "d" de los lloradores o filtros:

Cuadro N° 1 : Valores de coeficiente de Filtración.

Valores del coeficiente de Filtración "C"			
Materiales	Bligh	Lane	Komoy
Arena fina y limosas	15--18	7--8.50	8--10
Arena muy fina			
Arenas comunes	9--12	5--6	6--7
Arena de grano grueso			
Canto rodado, grava y arena	4--9	2.5--4	3--6
Suelos arcillosos	6--7	1.6--3	3--6
Cascajo con grava y arena	6--4	1.6--3	3--6

Calculo de la Longitud de filtracion necesaria "L"

$L_{fn} = C * H$

$C =$ Valor del coeficiente de filtracion = 3.00 Según komoy

$H =$ 0.35 m

$L_{fn} = C * H =$ 1.05 m

$L_{comp} = l_v + l_h / 3$

Donde: $l_h = l_d + d$

Por lo tanto: $L_{comp} = l_v + (l_{dd} + d)/3$

Igualando: $L_{comp} = L_{nec}$, se procede a calcular d:

$$d = 3*(L_{nec} - l_v) - l_{dd}$$

Despejando se obtiene:

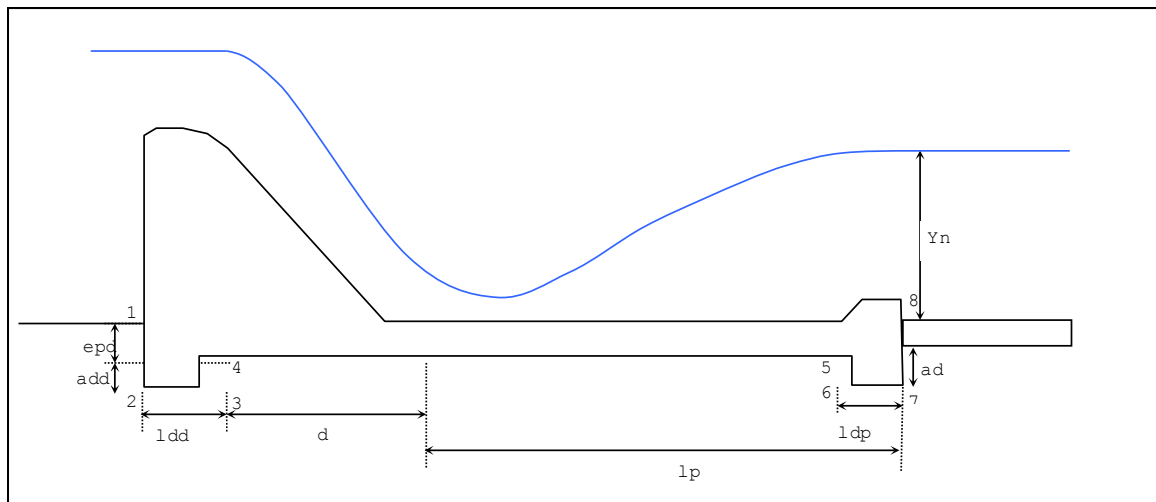
$$l_{dd} = 0.30 \text{ m}$$

$$l_v = 0.55 \text{ m}$$

$$d = 1.2 \text{ m}$$

$$\text{Se asume un } d = 1.2 \text{ m}$$

Verificación de la longitud de percolación



Parámetros Para Determinar Longitud de Percolación.

Verificación de la Longitud de filtración necesaria según Lane:

Se calcula una longitud de filtración compensada la cual deberá ser mayor que la longitud de filtración necesaria.

$$L_{fc} = 0.333 * l_h + l_v$$

$$l_{dd} = 0.30 \text{ m}$$

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

$$l_{dp} = 3.00 \text{ m}$$

$$l_h = (2-3) + (4-5) + (6-7) = 4.50 \text{ m}$$

$$e_{pd} = 0.20 \text{ m}$$

$$a_{dd} = 0.40 \text{ m}$$

$$a_{dp} = 0.15 \text{ m}$$

$$l_v = (1-2) + (3-4) + (5-6) + (7-8) = 1.50 \text{ m}$$

Verificando se tiene:

$$L_{fc} = 3.00 \text{ m}$$

Cumple $L_{fc} > L_{fn}$

Calculo del diagrama de la supresión.

$$S_x = (H_x - H \cdot L_x / L_{fn}) \cdot g_w$$

Donde:

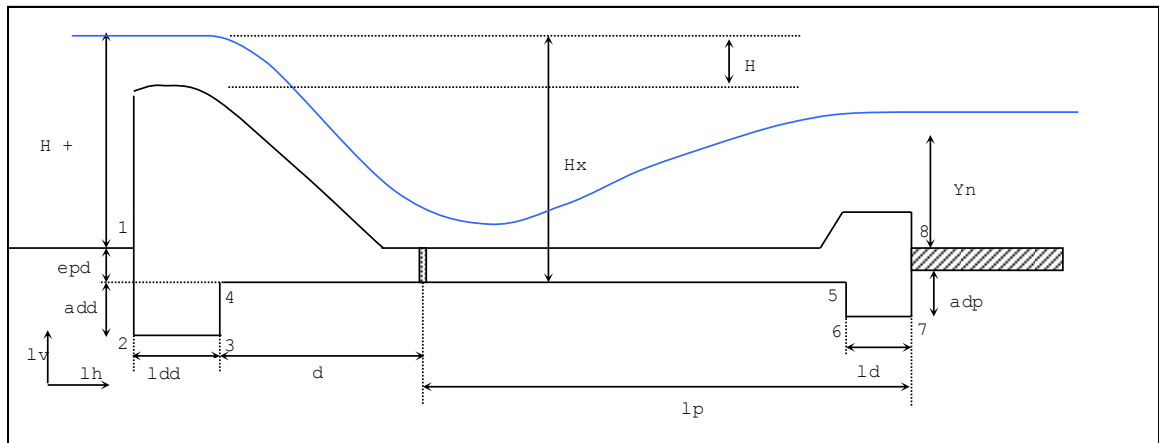
S_x = Subpresión (kg/m^2)

H_x = Profundidad de un punto cualquiera con respecto al punto 1

H/L_{fn} = Carga perdida por unidad de longitud de filtración necesaria.

L_x = Longitud de filtración compensada.

g_w = Pesos especifico del agua = 1000 kg/m^3



Calculo de diagrama de subpresiones.

Considerando constantes en la formula H y L_{fn} :

$$H = 0.35 \text{ m}$$

$$L_{fn} = 1.05 \text{ m}$$

$$H / l_{fn} = 0.33 \text{ m}$$

Para el punto 01 se tiene:	$H_x = H + P =$	1.550 m
	$l_h =$	0.000 m
	$l_v =$	0.000 m
	$l_x =$	0.000 m
Reemplazando se tiene:	$S_x = S_1 =$	1550 kg/m ²

Para el punto 02 se tiene:	$H_x = H + P + add + epd =$	2.15 m
	$l_h =$	0.00 m
	$l_v = (1-2) =$	0.60 m
	$l_x =$	0.60 m
Reemplazando se tiene:	$S_x = S_2 =$	1950 kg/m ²

Para el punto 03 se tiene:	$H_x = H + P + (1-2) =$	2.150 m
	$l_h = (2-3) =$	0.300 m
	$l_v = (1-2) =$	0.600 m
	$l_x =$	0.700 m
Reemplazando se tiene:	$S_x = S_3 =$	1916.66 kg/m ²

Para el punto 04 se tiene:	$H_x = H + P + epd =$	1.750 m
	$l_h = (2-3) =$	0.300 m
	$l_v = (1-2) + (3-4) =$	1.000 m
	$l_x =$	1.100 m
Reemplazando se tiene:	$S_x = S_4 =$	1383.33 kg/m ²

Para el punto 05 se tiene:	$H_x = h + P + epd =$	1.750 m
	$l_h = (2-3) + (4-5) =$	4.100 m
	$l_v = (1-2) + (3-4) =$	1.000 m
	$l_x =$	2.367 m
Reemplazando se tiene:	$S_x = S_5 =$	961.112 kg/m ²

Para el punto 06 se tiene:	$H_x = H + P + epd + adp =$	1.90 m
	$lh = (2-3) + (4-5) =$	4.10 m
	$lv = (1-2) + (3-4) + (5-6) =$	1.15 m
	$lx =$	2.52 m
Reemplazando se tiene:	$S_x = S_6 =$	1061.11 kg/m ²

Para el punto 07 se tiene:	$H_x = H + P + epd + adp =$	1.90 m
	$lh = (2-3) + (4-5) + (6-7) =$	4.50 m
	$lv = (1-2) + (3-4) + (5-6) =$	1.15 m
	$lx =$	2.65 m
Reemplazando se tiene:	$S_x = S_7 =$	1016.67 kg/m ²

Para el punto 08 se tiene:	$H_x = H + P =$	1.55 m
	$lh = (2-3) + (4-5) + (6-7) =$	4.50 m
	$lv = (1-2) + (3-4) + (5-6) + (7-8) =$	0.00 m
	$lx =$	1.50 m
Reemplazando se tiene:	$S_x = S_8 =$	1050.0 kg/m ²

Diagrama de presiones :

Resumen General :	Punto =	1	2	3	4	5	6	7	8
	X =	0.000	0.00	0.300	0.300	4.100	4.100	4.500	4.500
	Sx =	-1550.00	-1950.00	-1916.67	-1383.33	-961.11	-1061.11	-1016.67	-1050.00

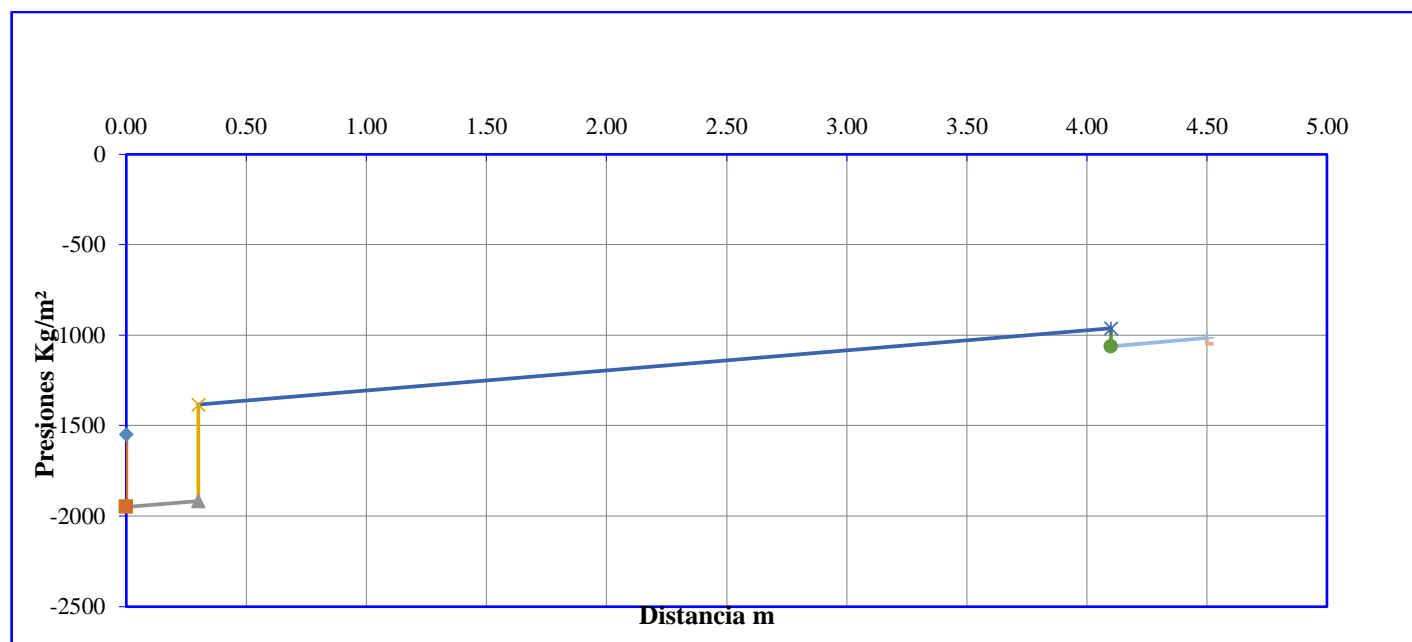
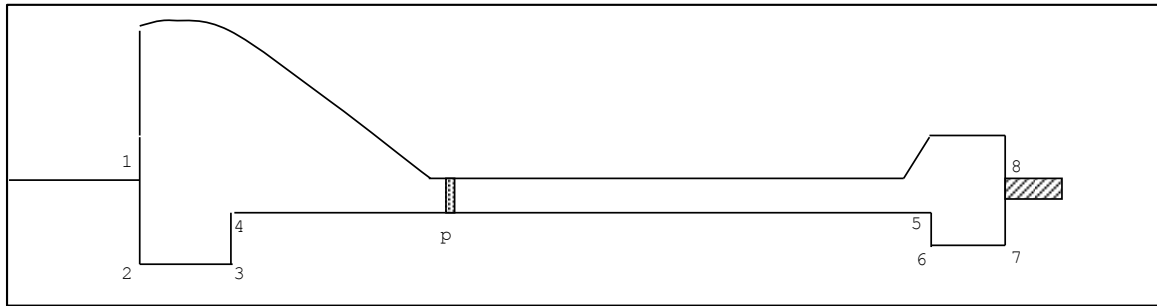


Diagrama de Supresiones de la Captación.

Calculo de la Subpresión en el punto "p".



Cálculo de Subpresión en un punto.

Para el punto "p" se tiene:

$$H_x = H + P + 0.40 + epd = 2.15 \text{ m}$$

$$l_h = (2-3) + (4-p) = 1.50 \text{ m}$$

$$l_v = (1-2) + (3-4) = 0.90 \text{ m}$$

$$l_x = 1.40 \text{ m}$$

Reemplazando se tiene: $S_x = S_p = 1683.334 \text{ kg/m}^2$

Verificación del espesor de la poza de disipación (epd).

$$epd' = 4 \cdot (S_p - g_w \cdot Y_2) / (3 \cdot g_m)$$

Donde:

$$S_p = 1683.334 \text{ kg/m}^2$$

$$g_w = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$Y_2 = 1.052 \text{ m}$$

$$g_m = 2200 \text{ kg/m}^3$$

Calculando se tiene:

$$epd = 0.20 \text{ m.}$$

$$epd' = 0.30 \text{ m.}$$

No cumple $epd < epd'$, Aumentarepd

Como se trata de una estructura pequeña,

continuaremos con el mismo espesor $epd = 0.20$

DISEÑO ESTRUCTURAL DE BARRAJE

Datos necesarios para el cálculo :

- * Peso volumétrico del concreto = 2400 kg/m³
- * Resistencia del terreno $st = 2.130 \text{ kg/cm}^2$ Roca

- * Peso específico de agua con sedimentos (gwcs)= 1200 kg/m³
- * Peso específico de agua infiltrada = 1000 kg/m³

Análisis de la estabilidad del aliviadero (agua a nivel de cresta.)

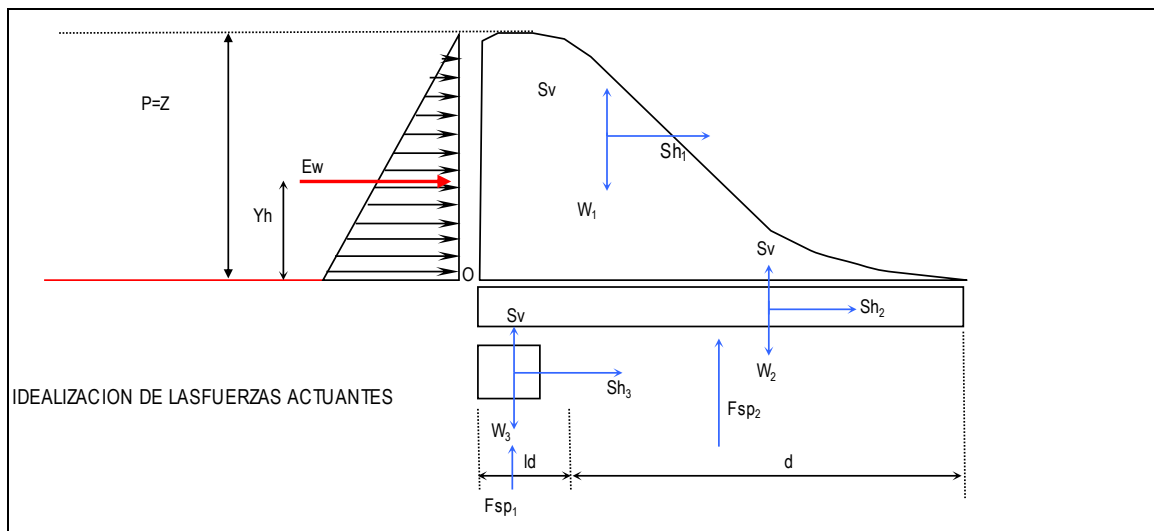


Figura N° 2: Idealización de fuerzas Aliviadero.

Fuente: Elaboración Propia.

Fuerzas Actuantes:

- E_w = Fuerza hidrostática o empuje del agua.
- S_p = Resultante del diagrama de subpresiones.
- W_1 = Peso de la estructura.
- Sh = Componente horizontal de la fuerza sísmica.
- S_v = Componente vertical de la fuerza sísmica.

Calculo de la Fuerza Hidrostática.

$$E_w = 0.5 * g_w * Z^2 * b$$

$$Z = P = 0.60 \text{ m}$$

$$g_{wcs} = 1200 \text{ kg/m}^3$$

$$b = 1.00 \text{ m.}$$

$$E_w = 216.0 \text{ Kg}$$

Punto de aplicación:

$$Y_h = Z/3 = 0.20 \text{ m}$$

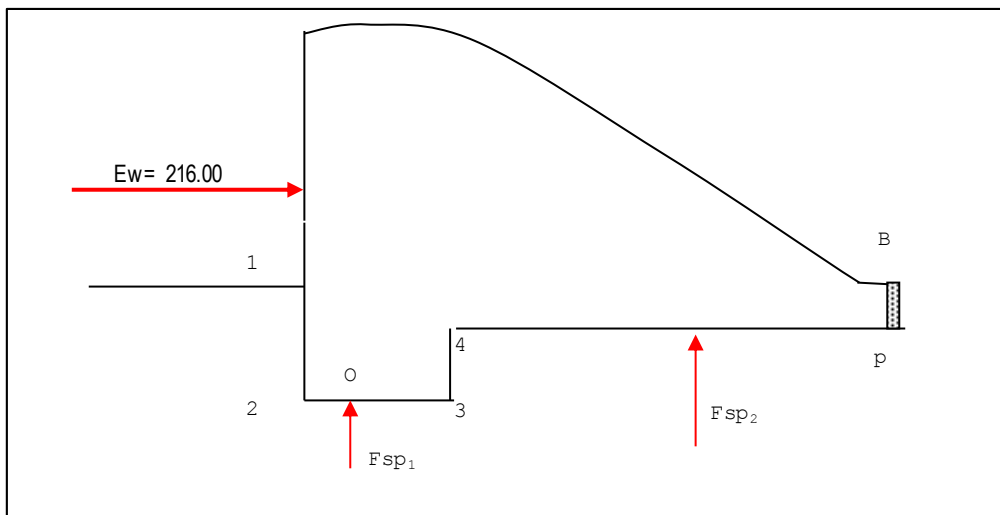


Diagrama de cuerpo Libre Barraje.

Calculo de la Fuerza de Subpresión.

$$S_x = (H_x - H * L_x / L_{fn}) * g_w$$

Donde: $H = 0.35 \text{ m}$

$l_{fn} = 1.05 \text{ m}$

$H/l_{fn} = 0.33 \text{ m}$

Analizando en los puntos indicados

Para el punto 02 se tiene:		Para el punto 03 se tiene:	
$H_x = H + P + epd + add =$	0.95 m	$H_x = H + P + epd + add =$	0.95 m
$l_h =$	0.00 m	$l_h = (2-3) =$	0.30 m
$l_v = (1-2) =$	0.60 m	$l_v = (1-2) =$	0.60 m
$l_x =$	0.60 m	$l_x =$	0.70 m
$S_x = S_2 =$	900.00 kg/m ²	$S_x = S_3 =$	860.00 kg/m ²

Para el punto 04 se tiene:		Para el punto p se tiene:	
$H_x = H + P + epd =$	0.55 m	$H_x = H + P + epd =$	0.55 m
$l_h = (2-3) =$	0.30 m	$l_h = (2-3) + (4-p) =$	1.50 m
$l_v = (1-2) + (3-4) =$	1.00 m	$l_v = (1-2) + (3-4) =$	1.00 m
$l_x =$	1.10 m	$l_x =$	1.50 m
$S_x = S_4 =$	183.33 kg/m ²	$S_x = S_p =$	50.00 kg/m ²

Momentos por Subpresión: $F_{sp1} = (S_{p2} + S_{p3}) * add * 0.5 * 1$

brazo 1 = $l_{dd} * 0.5 + d$

$F_{sp2} = (S_{p4} + S_p) * d * 0.5 * 1$

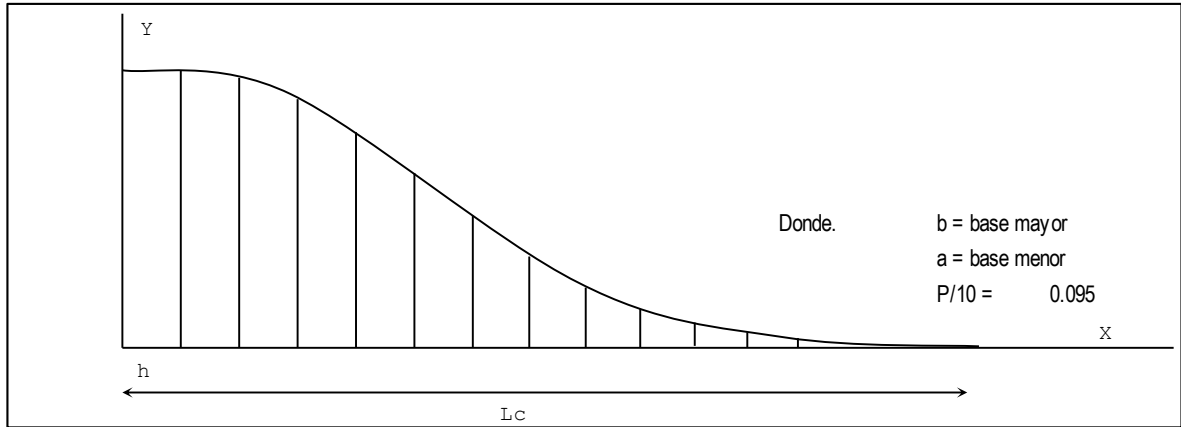
brazo 2 = $d * 0.5$

Los momentos son con respecto al punto "p".

Elem.	Sp	Brazo (m)	Momento (kg*m)
1	264.00	1.35	365.40
2	140.00	0.60	84.00

Calculo del peso de la estructura.

El valor de W1 puede calcularse integrando las áreas parciales de las franjas verticales trapezoidales, en que se puede dividir la estructura, refiriéndole a ejes coordenados



Calculo del Peso.

$A = (a+b)*h/2$
$Xc = h*(2*a+b)/(3*(a+b))$
$Yc = ((a+b)^2 - a*b)/(3*(a+b))$

Elem	a (m)	b (m)	h(acum)	h (m)	Area	Xc	Yc
1.00	0.95	0.95	1.27	0.07	0.09	0.04	0.48
2.00	0.86	0.95	1.20	0.07	0.09	0.04	0.45
3.00	0.76	0.86	1.12	0.08	0.08	0.04	0.40
4.00	0.67	0.76	1.05	0.08	0.07	0.04	0.36
5.00	0.57	0.67	0.96	0.09	0.06	0.04	0.31
6.00	0.48	0.57	0.87	0.10	0.05	0.05	0.26
7.00	0.38	0.48	0.77	0.11	0.04	0.05	0.21
8.00	0.29	0.38	0.66	0.13	0.03	0.06	0.17
9.00	0.19	0.29	0.53	0.17	0.02	0.08	0.12
10.00	0.10	0.19	0.37	0.53	0.01	0.24	0.07
Totales					0.537		

Xacum	X(acu)*Area	Yacum	
0.035	0.003	0.043	
0.106	0.009	0.039	
0.181	0.014	0.031	
0.260	0.018	0.024	
0.345	0.020	0.018	
0.437	0.022	0.013	
0.539	0.022	0.009	
0.654	0.021	0.005	
0.794	0.018	0.003	
1.108	0.015	0.001	
	0.161	0.186	Totales

X =	1.20 m.
Y =	0.35 m.

$$\text{Volumen} = \text{Área} * 1.00 = 0.537 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso de la estruc} = \text{Vol} * 2400 = 1288.77 \text{ Kg}$$

Calculo del peso W_2 , tenemos (espesor del azud)

$$W_2 = 720.00 \text{ kg} \quad X_{c2} = 0.75 \text{ m}$$

Calculo del peso W_3 , dentellón

$$W_3 = 288.00 \text{ kg} \quad X_{c3} = 0.13 \text{ m}$$

Calculo de la fuerza de sismo.

Componente horizontal: $Sh = 0.10 * W_i$: Ambas actúan en el centro de gravedad

W_i	Sh_i	Y_{c_i}
1	128.877 Kg	0.346 m
2	72.000 Kg	0.100 m
3	28.800 Kg	0.400 m

Componente Vertical: $S_v = 0.03 * W_i$:

Para W_1 :

W_i	S_{v_i}	X_{c_i}
1	38.663 Kg	0.000 m
2	21.600 Kg	0.750 m
3	8.640 Kg	1.350 m

Análisis de estabilidad de agua.

Ubicación de la Resultante (Xr)

Tomando momento respecto al punto "p" (ubicación de los junta)

	Fuerza (kg)	Brazo (m).	Mom. (kg-m)
Ew =	216.00	0.20	-43.20
Sp ₁ =	264.00	1.35	-356.40
Sp ₂ =	140.00	0.60	-84.00
W ₁ =	1288.77	1.20	1546.35
W ₂ =	720.00	0.75	540.00
W ₃ =	288.00	1.35	388.80
Sh ₁ =	128.88	0.35	-44.55
Sh ₂ =	72.00	0.10	7.20
Sh ₃ =	28.80	0.40	11.52
Sv ₁ =	38.66	0.00	0.00
Sv ₂ =	21.60	0.75	-16.20
Sv ₃ =	8.64	1.35	-11.66

SFh =	445.68
SFv =	2769.6

SM(+) =	2493.87
SM(-) =	-556.01

Hallando el punto de aplicación propiamente dicho:

$$Xc = (SM(+)-SM(-))/SFv = 0.70 \text{ m}$$

Calculo de la excentricidad. $e = (d + ld)/2 - Xc = 0.03 \text{ m}$

$$e' = (ld + d)/6 = 0.25 \text{ m}$$

Cumple $e < e'$

Factor de seguridad al volteo.

$$FSV = SM(+)/SM(-) > 2.00$$

$$FS = 4.4853 \text{ Cumple, } FSV > 2.00$$

Factor de seguridad al deslizamiento.

Fuerza resistente: $Fr = u * SFv$

Donde. $u =$ coeficiente de fricción entre el suelo y el aliviadero varia entre 0.00 - 1.00.

$$\emptyset = 30.000^\circ$$

$$u = 0.57 = \text{Tang } \emptyset$$

$$Sfv = 2769.67$$

$$Fr = 1599.07$$

Como la fuerza resultante $F_r >$ fuerza actuante horizontal entonces no es necesario el diseño del dentellón, pero se considera.

$$FSD = SFV/SFH > 2.00$$

$$FSD = 6.2145$$

Cumple, $FSD > 2.00$

III. Diseño de planta de tratamiento de agua potable

DATOS DE DISEÑO

Qmd	1.47	l/s
Q(m ³ /h)	5.29	m ³ /h

CALCULOS

Número de filtros

Nº =	1.52	
Nº =	2.0	(criterio)

Caudal por filtros

q =	2.65	m ³ /h
q =	0.74	l/s

Vertedero de entrada a filtros (vertedero triangular)

q =	0.0007	m ³ /s
$\theta =$	60°	
Cd =	0.54	(coeficiente de descarga)
L =	0.40	m (asumido)
h =	0.06	m 5,0 cm en la operación

Velocidad de filtración (0.15 a 0.30 m/h)

Vf =	0.25	m/h (asumido)
------	------	---------------

Área del medio filtrante de cada unidad

Número de turnos de funcionamiento del filtro

$$T = 1 \text{ turno} \quad (\text{Se considera operación continua})$$
$$A_s = 10.6 \text{ m}^2$$

Dimensiones de la sección

$$K = 1.33$$
$$\text{Largo}(B) = 3.76 \quad 3.75 \text{ m}$$
$$\text{Ancho}(A) = 2.82 \quad 2.85 \text{ m}$$
$$\text{Areasup. final} = 10.69 \text{ m}^2$$

Volumen de depósito para arena durante 2 años

Espesor capa de arena extraída en cada raspado

$$E = 0.02 \text{ m} \quad (\text{aprox. recomendado})$$

Número de raspado por año

$$N_r = 6$$
$$\text{Vol} = 2.57 \text{ m}^3$$

Cálculo de la tasa de filtración

$$\text{Tasa fil} = 5.94 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$$

Sistema de drenaje

Sección del canaleta principal

$$A_c = 0.04 \text{ m}^2$$
$$q_1 = 0.000735 \text{ m}^3/\text{s}$$
$$V_{cp} = 0.018 \text{ m/s}$$

Como veloc. max. (límite) es 0.3 m/s el valor es correcto

Canaletas laterales

$$\text{Separadas cada } e = 0.5 \text{ m}$$
$$\text{Núm. canaletas lat.} = 7.5 \quad 8$$

Caudal para cada canaleta

$$q_2 = 0.040833 \text{ l/s}$$

Pérdida de carga en las canaletas de recolección

$$L_o = 0.04 \text{ m} \quad (\text{canaletas de PVC})$$

$$V_{\max} = 0.3 \text{ m/s}$$

Para la canaleta lateral:

$$\varnothing = 2''$$

Para canaleta principal

$$\varnothing = 2''$$

Pérdida de carga en la canaleta lateral

$$l = 3.75 \text{ m} \quad (\text{longitud del dren})$$

$$hf_1 = 0.0009 \text{ m}$$

Pérdida de carga en canaleta principal

$$l = 2.85 \text{ m} \quad (\text{longitud dren})$$

$$hf_2 = 0.001 \text{ m}$$

Pérdida de carga en la entrada lateral al canal principal

$$hf_3 = 0.006176 \text{ m}$$

Pérdida de carga total en el drenaje

$$hf = 0.006357 \text{ m}$$

Pérdida de carga en la arena

$$T \text{ (}^\circ\text{C)} = 25 \quad \text{temperatura}$$

$$p = 0.43 \quad \text{porosidad}$$

$$f = 0.75 \quad \text{factor de forma}$$

$$C_u = 1.8 \quad \text{coeficiente de uniformidad}$$

$$u = 1.3$$

$$d(\text{mm}) = 0.25 \quad \text{diámetro efectivo}$$

$$H(\text{m}) = 1.0 \quad \text{altura del medio filtrante}$$

$$V_f(\text{m/h}) = 0.25 \quad \text{velocidad de filtración}$$

$$K(\text{m/h}) = 3.72 \quad \text{coeficiente de permeabilidad}$$

$$hf_4 = 0.067 \text{ m}$$

Pérdida de carga en la grava

T (°C)	25	temperatura
p	0.43	porosidad
f	0.75	factor de forma
Cu	1.8	coeficiente de uniformidad
u	1.3	

Pérdida de carga en la 1ra capa de grava

d(mm)	3.175	diámetro efectivo
H(m)	0.05	altura del medio filtrante
Vf(m/h)	0.25	velocidad de filtración
K(m/h)	599.40	coeficiente de permeabilidad
hf4	0.0000	m

Pérdida de carga en la 2da capa de grava

d(mm)	6.4	diámetro efectivo
H(m)	0.05	altura del medio filtrante
Vf(m/h)	0.25	velocidad de filtración
K(m/h)	2397.6	coeficiente de permeabilidad
hf4	0.000005	m

Pérdida de carga en la 3ra capa de grava

d(mm)	12.7	diámetro efectivo
H(m)	0.08	altura del medio filtrante
Vf(m/h)	0.25	velocidad de filtración
K(m/h)	9590.3	coeficiente de permeabilidad
hf4	0.000024	m

Pérdida de carga en la 4ta capa de grava

d(mm)	25.4	diámetro efectivo
H(m)	0.12	altura del medio filtrante
Vf(m/h)	0.25	velocidad de filtración
K(m/h)	38361.3	coeficiente de permeabilidad
hf4	0.000000	m

Pérdida de carga total en el medio filtrante

$$H_{mf} = 0.067 \text{ m}$$

$$h_f = 0.006 \text{ m}$$

$$p = 9.8 \% \text{ (Debe ser menor al 10\%)}$$

Altura total del PTAP

Material	Espesor
Grava 1ra capa	0.05 m
Grava 2da capa	0.05 m
Grava 3ra capa	0.08 m
Grava 4ta capa	0.12 m
Arena	1 m
Borde Libre	0.2 m
Altura agua	1 m
Altura total	2.5 m

IV Reservorio

A. Diseño hidráulico

a). Volumen de Reservorio pre fabricado

(Periodo de Diseño: 20 años)

Datos:

Capacidad de regulación	=	20 %	(RNE)
Caudal promedio	=	1.13 l/s	(Año 20)
Caudal máximo diario	=	1.47 l/s	

Volumen de Regulación:

$$V_r = 19.53 \text{ m}^3$$

Volumen Util Requerido:

$$V = 20 \text{ m}^3$$

Dimensiones:

Circular

$$\begin{aligned} \text{Altura} &= 3.52 \text{ m} \\ \text{Área} &= 6.25 \text{ m}^2 \\ \text{Diámetro} &= 3.00 \text{ m} \end{aligned}$$

b). Determinación de Tubería de Rebose

$$Q = C_d * A * \sqrt{2 * g * h}$$

Donde:

A: Área de tubería de Rebose (m²)

Q: Caudal máximo diario = 0.0015 m³/s

Cd: Coeficiente de Contracción = **0.6**
 g: Aceleración de la gravedad = **9.81** m/s²
 h: Carga hidráulica sobre la tubería= **0.1** m (se recomienda como mínimo 0,10 m)

Por lo tanto:

$A = 1.75E-03 \text{ m}^2$

Calculamos el diámetro de la tubería de rebose:

$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$	
d =	1.86 pulg
d =	2 pulg

Se considera mínimo 2 Pulg.

c). Determinación de Tubería de Limpieza

$A_0 = \frac{2 \cdot S \cdot \sqrt{h}}{C_d \cdot T \cdot \sqrt{2 \cdot g}}$

Donde:

Ao: Área de tubería de Limpieza (m²)

S: Superficie del Reservorio = 6.25 m²

h: Carga hidráulica sobre la tubería= 3.2 m

Cd: Coeficiente de Contracción = **0.6**

g: Aceleración de la gravedad = **9.81** m/s²

T: Tiempo de vaciado adoptado= **1800** s (se recomienda no mayor a 2 horas)

Por lo tanto:

$A_0 = 6.02E-03 \text{ m}^2$

Calculamos el diámetro de la tubería de limpieza:

$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$	
d =	2.95 pulg
d =	3 pulg

B. Diseño Estructural

Se considera un tanque de almacenamiento pre-fabricado con las siguientes especificaciones técnicas:

Material	:	Polietileno de alta densidad
Color	:	Negro
Tapa	:	18''
Resistencia	:	1.90 kg/cm ²
Diámetro de Reservorio	:	3.0 m
Altura de Reservorio	:	3.52 m

ANEXO 2: Análisis fisicoquímico y microbiológico del Agua.

Color					
Parámetro	Unidad	Fecha de Análisis	Límite de Detección	Límite de Cuantificación	Resultado
Color	UC	08/01/2014	1	4	6

pH*					
Parámetro	Unidad	Fecha de Análisis	Límite de Detección	Límite de Cuantificación	Resultado
pH (Laboratorio)	Unidades pH	07/01/2014	---	---	7,51

Turbidez*					
Parámetro	Unidad	Fecha de Análisis	Límite de Detección	Límite de Cuantificación	Resultado
Turbidez	NTU	03/01/2014	0,08	---	4,53

Conductividad (Laboratorio)					
Parámetro	Unidad	Fecha de Análisis	Límite de Detección	Límite de Cuantificación	Resultado
Conductividad (Laboratorio)	uS/cm	07/01/2014	---	---	86,8

Sólidos Sedimentables					
Parámetro	Unidad	Fecha de Análisis	Límite de Detección	Límite de Cuantificación	Resultado
Sólidos Sedimentables(SS)	mL/L	03/01/2014	0,1	0,1	0,1

Sólidos Totales Disueltos					
Parámetro	Unidad	Fecha de Análisis	Límite de Detección	Límite de Cuantificación	Resultado
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	06/01/2014	2	5	87

Sólidos Totales Suspensos					
Parámetro	Unidad	Fecha de Análisis	Límite de Detección	Límite de Cuantificación	Resultado
Sólidos Totales Suspensos	mg/L	06/01/2014	2	5	5

Dureza Total					
Parámetro	Unidad	Fecha de Análisis	Límite de Detección	Límite de Cuantificación	Resultado
Dureza Total	mg/L	04/01/2014	0,67	3,35	51,07

Sólidos Totales					
Parámetro	Unidad	Fecha de Análisis	Límite de Detección	Límite de Cuantificación	Resultado
Sólidos Totales	mg/L	06/01/2014	2	5	114

Sólidos Fijos Totales*					
Parámetro	Unidad	Fecha de Análisis	Límite de Detección	Límite de Cuantificación	Resultado
Sólidos Fijos Totales	mg/L	06/01/2014	4	40	48

Sólidos Volátiles Totales*					
Parámetro	Unidad	Fecha de Análisis	Límite de Detección	Límite de Cuantificación	Resultado
Sólidos Volátiles Totales	mg/L	06/01/2014	4	40	42

Aniones por Cromatografía Iónica					
Parámetro	Unidad	Fecha de Análisis	Límite de Detección	Límite de Cuantificación	Resultado
Cloruros, Cl-	mg/L	06/01/2014	0,020	0,200	6,056
Nitratos, (como N)	mg/L	06/01/2014	0,003	0,030	<0,003
Nitritos, (como N)	mg/L	06/01/2014	0,001	0,010	<0,001
Sulfatos, SO4-2	mg/L	06/01/2014	0,015	0,150	5,972

Metales Totales por ICP-MS					
Parámetro	Unidad	Fecha de Análisis	Límite de Detección	Límite de Cuantificación	Resultado
Arsénico (As)	mg/L	07/01/2014	0,0003	---	<0,0003
Cadmio (Cd)	mg/L	07/01/2014	0,00003	---	<0,00003
Hierro (Fe)	mg/L	07/01/2014	0,001	---	0,236
Magnesio (Mg)	mg/L	07/01/2014	0,004	---	0,954
Manganeso (Mn)	mg/L	07/01/2014	0,0002	---	0,0148
Piomo (Pb)	mg/L	07/01/2014	0,0001	---	<0,0001
Potasio (K)	mg/L	07/01/2014	0,008	---	0,821
Sodio (Na)	mg/L	07/01/2014	0,09	---	10,11

Observaciones					
* "Los métodos indicados no han sido acreditados por INDECOP-SNA"					
La fecha de análisis de los parámetros indicados en el Informe de Ensayo corresponde a la fecha de ingreso de resultados al sistema.					

Fuente: Corporación de laboratorios ambientales del Perú S.A.C.

FORMULARIO PARA LA TOMA DE MUESTRAS Y EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AGUA

Distrito: NIEVA Provincia: CONDORCANQUI Departamento: AMAZONAS

Fecha de Entrega de Resultados: 19 de DICIEMBRE DEL 2013

N° DE MUESTRA	LOCALIDAD	PUNTO DE MUESTREO	FECHA	HORA DE MUESTREO	RESPONSABLE TOMA DE MUESTRA
10	CC NN TUTIN	CAPTACION	17/12/13	14:30	

RESULTADOS EVALUADOS

N° de MUESTRA	PH	TURBIEDAD	COLIFORMES TOTALES UFC X 100ml	COLIFORMES FECALIS UFC X 100ml.	RESPONSABLE DE PROCESAMIENTO
10	7.87	28.70	95	82	Mblgo: Manuel Alvarez Angulo

PARAMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	LMP (D.S. 031-2010-S.A.)
Bacterias Coliformes Totales	UFC/100ml.	0
Bacterias Coliformes Fecales	UFC/100ml.	0
Turbiedad	UNT	5
PH	VALOR DE PH	6.5-8.5

LMP : Límites Máximos permisibles según Decreto Supremo 031-2010 de salud Ambiental



 Mblgo. Jaime Miguel Berna Fiestas
 BIOLOGO - MICROBIOLOGO
 CBP 3345

V° B° . Resp. Laboratorio Intermedio Nieva



 José Manuel Álvarez Angulo
 BIOLOGO - MICROBIOLOGO
 D.S.P. 1995

Resp. Análisis Microbiológico

ANEXO 3: Metrados

ANEXO 4: Presupuesto

ANEXO 5: Planos.

PLANILLA DE METRADOS SISTEMA DE AGUA POTABLE

TESIS: NUEVO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUIA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO TUTIN - EL CENEPA - CONDORCANQUI - AMAZONAS
DISTRITO: RIO SANTIAGO
PROVINCIA: CONDORCANQUI
DEPT: AMAZONAS
FECHA: 12/08/2015

PARTIDA	ESPECIFICACION	UND	CANT	N° VECES	MEDIDAS			PARCIAL	TOTAL
					LARGO	ANCHO	ALTURA		
01	SISTEMA DE AGUA POTABLE								
01.01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD								
01.01.01	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD.								
01.01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA DE 5.4M0x3.60 m	UND	1	1.00				1.00	1.00
01.01.01.02	CONSTRUCCION PROVICIONAL DE ALMACEN Y VIGILANCIA(montaje y desmontaje)	M2	1	1.00	10.00	5.00		50.00	50.00
01.01.02	SEGURIDAD Y SALUD								
01.01.02.02	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	GLB	1	1.00				1.00	1.00
01.01.02.01	MODULO DE INDUMENTARIA	GLB	1	1.00				1.00	1.00
01.02	CAPTACION BARRAJE (1 UND)		1						
01.02.01	TRABAJOS PRELIMINARES								
01.02.01.01	RETIRO DE ACCESORIOS	GLB	1					1.00	1.00
01.02.01.02	DEMOLICION ESTRUCTURA CONCRETO EXISTENTE	M3							1.47
			1	2.00	1.44	0.15	1.60	0.69	
			1	2.00	1.25	0.15	1.10	0.41	
			1	2.00	1.10	0.15	1.10	0.36	
01.02.01.03	DESVIO DE AFLORAMIENTO	GLB	1					1.00	1.00
01.02.01.04	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2						0.00	9.35
01.02.01.05	TRAZO Y REPLANTEO EN OBRAS DE ARTE	m2	1	1.00	3.30	3.50		11.55	9.35
	Aleros		1	2.00	1.52	0.45		1.37	
	barraje		1	1.00	1.50	1.50		2.25	
	muro laterales		1	1.00	0.60	0.70		0.42	
01.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS								
01.02.02.01	EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL SUELTO	M3							4.49
	Aleros		1	2.00	1.52	0.45	0.50	0.68	
	barraje		1	1.00	1.50	1.50	0.50	1.13	
	muro laterales		1	1.00	0.60	0.70	0.50	0.21	
01.02.02.02	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION C/ MATERIAL PROPIO	M2							9.35
	Aleros		1	2.00	1.52	0.45		1.37	
	barraje		1	1.00	1.50	1.50		2.25	
	muro laterales		1	1.00	0.60	0.70		0.42	
01.02.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE EN CARRETILLA (HASTA 30 m)	m3							5.61
	Factor de corrección por expansión volumétrica, 25%.		1	4.49				4.49	
					0.25			1.12	
01.02.03	OBRAS DE CONCRETO								
01.02.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2							72.43
	barraje								
	Pantalla		1	1.00	3.96		0.60	2.38	
	Simacio		1	1.00	3.96		1.20	4.75	
			1	1.00	1.50		0.35	0.53	
	lateral		1	1.00	1.45		0.10	0.15	
			1	1.00	0.15		0.15	0.02	
			1	2.00	0.25		0.35	0.18	
	Muros de Encausamiento								
	Pantalla		1	2.00	6.20		1.30	16.12	
			1	4.00	1.50		1.30	7.80	
				2.00	6.20		1.40	17.36	
				2.00	1.50		1.40	4.20	
	Cimentacion								
			1	4.00	6.20		0.60	14.88	
			1	8.00	1.50		0.60	7.20	
	Pozo de disipacion								
			1	2.00	3.00		0.20	1.20	
	Caseta de Valvulas								
	Caseta válvulas muro exterior.		1	4.00	3.00		0.20	2.40	
	Losa superior de caseta de válvulas - interior.		1	1.00	0.40		0.10	0.04	
	caseta de válvulas losa techo - frisos.		1	1.00	0.40		0.10	0.04	

PLANILLA DE METRADOS SISTEMA DE AGUA POTABLE

TESIS: NUEVO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUIA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO TUTIN - EL CENEPA - CONDOCANQUI - AMAZONAS
DISTRITO: RIO SANTIAGO
PROVINCIA: CONDOCANQUI
DEPT: AMAZONAS
FECHA: 12/08/2015

PARTIDA	ESPECIFICACION	UND	CANT	N° VECES	MEDIDAS			PARCIAL	TOTAL
					LARGO	ANCHO	ALTURA		
01.02.03.02	ACERO FY=4200 KG/CM2	kg							75.60
	Metrado del acero, (ver formato respectivo).		1	1.00			48.58	48.58	
	Se considera el 5% adicional sobre el metrado por desperdicios.			0.05				2.43	
01.02.03.03	CONCRETO F'C=175 KG/CM2	m3							1.93
	barraje		1	1.00	Area =	0.48	4.00	1.90	
	Caseta de válvulas losa fondo.		1	2.00	0.70	0.20	0.10	0.03	
01.02.03.04	CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3							0.09
	Caseta Válvulas Muro		1	1.00	0.60	0.50	0.10	0.03	
	Caseta Válvulas Muro		1	2.00	0.60	0.50	0.10	0.06	
01.02.03.05	CONCRETO F'C=175 KG/CM2 + 30% PM	m3							40.25
	muros de encausamiento		1	2.00	Area =	1.90	9.20	34.96	
	poza de disipacion			1.00	5.40	4.90	0.20	5.29	
01.02.03.06	ENROCADO DE PROTECCION	m3							6.18
			1	2.00	Area =	10.30	0.30	6.18	
01.02.05	REVESTIMIENTOS								
01.02.05.01	TARRAJEO C/ IMPERMEABILIZANTE EN INTERIORES	m2							32.23
	Muros laterales interior.		1	2.00	9.32		1.30	24.23	
	Barraje		1	Total (pantalla +simacio)				7.996	
01.02.05.02	TARRAJEO C/MORTERO C:A 1:3 E=1.5 CM EN EXTERIORES.	m2							27.74
	Muros laterales exterior.		1	2.00	9.32		1.40	26.10	
	caja de valvulas								
	Cajas de válvula exteriores		1	3.00	0.60		0.50	0.90	
	Cajas de válvula interiores		1	3.00	0.40		0.50	0.60	
	techo		1	1.00	0.50		0.60	0.30	
	tapa		1	-1.00	0.40	0.40		-0.16	
01.02.06	PINTURA								
01.02.06.01	PINTURA C/IMPERMEABILIZANTE EN MUROS INTERIORES	M2	1	32.23				32.23	32.23
01.02.06.02	PINTURA EN EXTERIORES CON ESMALTE 2 MANOS	M2	1	27.74				27.74	27.74
01.02.07	TAPAS METALICAS								
01.02.07.02	TAPA DE INSPECCION METALICA (0.40X0.40 M)	UND	1	1.00				1.00	1.00
01.02.08	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS								
01.02.08.01	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS DE CAMARA DE CAPTACION	GLB	1	1.00				1.00	1.00
	Canastilla PVC Ø 2"	UND	1	1.00				1.00	
	Válvula compuerta de Bronce de 1 1/2"	UND	1	1.00				1.00	
	Válvula compuerta de Bronce de 2"	UND	1	1.00				1.00	
	unión simple PVC SAP 1 1/2"	UND	1	1.00				1.00	
	unión simple PVC SAP 2"	UND	1	1.00				1.00	
	Adaptador PVC SAP 1 1/2"	UND	1	2.00				2.00	
	Adaptador PVC SAP 2"	UND	1	2.00				2.00	
	unión universal FºGº 1 1/2"	UND	1	2.00				2.00	
	unión universal FºGº 2"	UND	1	2.00				2.00	
	niple de FºGº 1 1/2"	UND	1	2.00				2.00	
	niple de FºGº 2"	UND	1	2.00				2.00	
	Tub. PVC SAP C-10 1 1/2"	ML	1	1.00	3.00			3.00	
	Cono de rebose pvc SAP 4"X2"	UND	1	1.00				1.00	
	Codo PVC SAP X 90º Ø 2"	UND	1	2.00				2.00	
	Tub. PVC SAP C-10 2"	ML	1	1.00	3.45			3.45	
	Codo de FºGº DE 2"X90º	UND	1	2.00				2.00	
	Tubo de FºGº PARA VENTILACION 2"	ML	1	0.70				0.70	
	TEE PVC SAP 2"X2"	UND	1	1.00				1.00	
	SUMINISTRO E INSTALACION DE COMPUERTA METALICA TIPO IZAJE	UND	1	1.00				1.00	
	SUMINISTRO E INSTALACION DE COMPUERTA DE LIMPIA	UND	1	1.00				1.00	
01.02.09	PRUEBAS								
01.02.09.01	PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION EN REDES DE AGUA	GLB	1					1.00	1.00
01.02.09.02	PRUEBA DE LA CALIDAD DEL CONCRETO (PRUEBA A LA COMPRESION)	UND	2					2.00	2.00

PLANILLA DE METRADOS SISTEMA DE AGUA POTABLE

TESIS: NUEVO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO TUTIN - EL CENEPA - CONDORCANQUI - AMAZONAS
DISTRITO: RIO SANTIAGO
PROVINCIA: CONDORCANQUI
DEPT: AMAZONAS
FECHA: 12/08/2015

PARTIDA	ESPECIFICACION	UND	CANT	N° VECES	MEDIDAS			PARCIAL	TOTAL
					LARGO	ANCHO	ALTURA		
01.03	LINEA DE CONDUCCION - PTAP (154.12 ML)								
01.03.01	TRABAJOS PRELIMINARES								
01.03.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M	1	1.00	154.12	0.60		92.47	92.47
01.03.01.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO DE REDES	M	1	1.00	154.12			154.12	154.12
01.03.01.03	CERCO PERIMETRICO	m	1	0.50	154.12			77.06	77.06
01.03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS								
01.03.02.01	EXCAVACION MANUAL P/ TUBERIA EN MATERIAL SUELTO 0.60m X 0.80 m	m3	1	1.00	146.41	1.00	1.20	175.70	175.70
01.03.02.02	EXCAVACION MANUAL P/ TUBERIA EN ROCA SUELTA 0.60m X 0.80 m	m3	1	1.00	7.71	1.00	1.20	9.25	9.25
01.03.02.03	REFINE Y NIVELACION DE FONDOS EN ZANJAS	m2	1	1.00	154.12	1.00		154.12	154.12
01.03.02.04	CAMA DE APOYO PARA TUBERIAS E=10 CM C/MAT. PROPIO	m2	1	1.00	154.12		0.80	123.30	123.30
01.03.02.05	RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJAS C/MATERIAL PROPIO HASTA 0.80 m. PROF.	m3	1	1.00	154.12	1.00	1.20	184.94	184.94
01.03.02.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE EN CARRETILLA (HASTA 30 m)	m3	1	184.94				184.94	46.24
	Factor de corrección por expansión volumétrica, 25%.				0.25			46.24	
01.03.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS								
01.03.03.01	SUMINISTRO E INST. TUBERIA PVC SAP - CLASE 10 D = 1 1/2"	m	1	1.00	154.12			154.12	154.12
01.03.03.02	SUMINISTRO E INST. CODO PVC SAP DE 1 1/2" x 22°30'	und	7					7.00	7.00
01.03.04	PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION								
01.03.04.01	PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION DE TUBERIAS	m	1	1.00	154.12			154.12	154.12
01.04	PTAP - RESERVORIO (26.00 ML)								
01.04.01	TRABAJOS PRELIMINARES								
01.04.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m	1	1.00	26.00	0.60		15.60	15.60
01.04.01.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO DE REDES	m	1	1.00	26.00			26.00	26.00
01.04.01.03	CERCO PERIMETRICO	m	1	2.00	26.00			52.00	52.00
01.04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS								
01.04.02.01	EXCAVACION MANUAL P/TUBERIA EN MATERIAL SUELTO	m3	1	1.00	24.70	1.00	1.20	29.64	29.64
01.04.02.02	EXCAVACION MANUAL P/ TUBERIA EN ROCA SUELTA	m3	1	1.00	1.30	1.00	1.20	1.56	1.56
01.04.02.03	REFINE Y NIVELACION DE FONDOS EN ZANJAS	m2	1	1.00	26.00	1.00		26.00	26.00
01.04.02.04	CAMA DE APOYO PARA TUBERIAS E=10 CM C/MAT. PROPIO	m2	1	1.00	26.00		0.80	20.80	20.80
01.04.02.05	RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJAS C/MATERIAL PROPIO HASTA 0.80 m. PROF.	m3	1	1.00	26.00	1.00	1.20	31.20	31.20
01.04.02.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE EN CARRETILLA (HASTA 30 m)	m3	1	31.20				31.20	7.80
	Factor de corrección por expansión volumétrica, 25%.				0.25			7.80	
01.04.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS								
01.04.03.01	SUMINISTRO E INST. TUBERIA PVC SAP - CLASE 10 D = 2"	m	1	1.00	26.00			26.00	26.00
01.04.03.02	SUMINISTRO E INST. CODO PVC SAP DE 2" x 22°30'	und	1					1.00	1.00
01.04.04	PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION								
01.04.04.01	PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION DE TUBERIAS	m	1	1.00	26.00			26.00	26.00

PLANILLA DE METRADOS SISTEMA DE AGUA POTABLE

TESIS: NUEVO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUIA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO TUTIN - EL CENEPA - CONDORCANQUI - AMAZONAS
DISTRITO: RIO SANTIAGO
PROVINCIA: CONDORCANQUI
DEPT: AMAZONAS
FECHA: 12/08/2015

PARTIDA	ESPECIFICACION	UND	CANT	N° VECES	MEDIDAS			PARCIAL	TOTAL
					LARGO	ANCHO	ALTURA		
01.06.03	ACONDICIONAMIENTO DE ZANJAS								
01.06.03.01	REFINE Y NIVELACION DE FONDOS EN ZANJAS	M	1	1.00	4,133.26	1.00		4,133.26	4,133.26
01.06.03.02	CAMA DE APOYO PARA TUBERIAS HASTA 2" C/MAT. PROPIO	m	1	1.00	4,133.26	0.80		3,306.61	3,306.61
01.06.03.03	RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJAS C/MATERIAL PROPIO HASTA 0.80 m. PROF.	m	1	1.00	4,133.26	1.00	1.20	4,959.91	4,959.91
01.06.03.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE EN CARRETILLA (HASTA 30 m)	m3	1	4959.91				4,959.91	1,239.98
	Factor de corrección por expansión volumétrica, 25%.				0.25			1,239.98	
01.06.04	SUM. E INST. DE TUBERIAS Y ACCESORIOS								
01.06.04.01	SUMINISTRO E INST. TUBERIA PVC SAP - CLASE 10 D = 3/4"	m			1,152.33			1,152.33	1,152.33
01.06.04.02	SUMINISTRO E INST. TUBERIA PVC SAP - CLASE 10 D = 1"	m			1,407.57			1,407.57	1,407.57
01.06.04.03	SUMINISTRO E INST. TUBERIA PVC SAP - CLASE 10 D = 2"	m			884.55			884.55	884.55
01.06.04.04	SUMINISTRO E INST. TUBERIA PVC SAP - CLASE 10 D = 3"	m			688.81			688.81	688.81
01.06.04.05	SUMINISTRO E INST. CODO PVC SAP DE 3/4" X 22°30'.	und			7.00			7.00	7.00
01.06.04.06	SUMINISTRO E INST. CODO PVC SAP DE 3/4" X 45°.	und			5.00			5.00	5.00
01.06.04.07	SUMINISTRO E INST. TAPON PVC SAP DE 3/4".	und			12.00			12.00	12.00
01.06.04.08	SUMINISTRO E INST. CODO PVC SAP DE 1" X 90°.	und			3.00			3.00	3.00
01.06.04.09	SUMINISTRO E INST. CODO PVC SAP DE Ø 1" X 45°	und			8.00			8.00	8.00
01.06.04.10	SUMINISTRO E INST. CODO PVC SAP DE 1" X 22°30'.	und			22.00			22.00	22.00
01.06.04.11	SUMINISTRO E INST. TEE PVC SAP DE 1"X1"	und			7.00			7.00	7.00
01.06.04.12	SUMINISTRO E INST. REDUCCION PVC SAP DE 1" A 3/4"	und			5.00			5.00	5.00
01.06.04.13	SUMINISTRO E INST. CODO PVC SAP DE 2" X22°30'	und			6.00			6.00	6.00
01.06.04.14	SUMINISTRO E INST. CODO PVC SAP DE 2" X 90°.	und			6.00			6.00	6.00
01.06.04.15	SUMINISTRO E INST. TEE PVC SAP DE 2" X 2"	und			10.00			10.00	10.00
01.06.04.16	SUMINISTRO E INST. REDUCCION PVC SAP DE 2" A 1"	und			3.00			3.00	3.00
01.06.04.17	SUMINISTRO E INST. REDUCCION PVC SAP DE 2" A 3/4"	und			8.00			8.00	8.00
01.06.04.18	SUMINISTRO E INST. CODO PVC SAP DE 3" X 22°30'.	und			14.00			14.00	14.00
01.06.04.19	SUMINISTRO E INST. CODO PVC SAP DE 3" X 45°.	und			2.00			2.00	2.00
01.06.04.20	SUMINISTRO E INST. TEE PVC SAP DE 3"	und			1.00			1.00	1.00
01.06.04.21	SUMINISTRO E INST. REDUCCION 3" - 3/4".	und			1.00			1.00	1.00
01.06.04.22	SUMINISTRO E INST. REDUCCION 3" - 2".	und			1.00			1.00	1.00
01.06.05	PRUEBAS								
08.04.19	PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION DE TUBERIAS	M			4,133.26			4,133.26	4,133.26
01.07	VALVULAS DE CONTROL RED DE DISTRIBUCION (21 UND)								
01.07.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	21	1.00	1.00	0.80		16.80	16.80
01.07.02	REFINE Y NIVELACION	M2	15	1.00	1.00	0.80		12.00	12.00
01.07.03	CERCO PERIMETRICO	m	21	0.50	1.80	2.00		37.80	37.80
01.07.04	TRAZO Y REPLANTEO EN OBRAS DE ARTE	M2	21	1.00	1.00	0.80		16.80	16.80
01.07.05	EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL SUELTO	M3	21	1.00	1.00	0.80	1.00	16.80	16.80
01.07.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE EN CARRETILLA (HASTA 30 m)	m3	1	16.80				16.80	21.00
	Factor de corrección por expansión volumétrica, 25%.				0.25			4.20	
01.07.07	CONCRETO FC=175 KG/CM2	M3	21	1.00	1.00	0.80	0.15	2.52	5.04
	base		21	1.00	1.00	0.80	0.15	2.52	
	lado mayor		21	2.00	0.80	0.10	0.50	1.68	
	lado menor		21	2.00	0.40	0.10	0.50	0.84	

PLANILLA DE METRADOS SISTEMA DE AGUA POTABLE

TESIS: NUEVO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUIA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO TUTIN - EL CENEPA - CONDORCANQUI - AMAZONAS
DISTRITO: RIO SANTIAGO
PROVINCIA: CONDORCANQUI
DEPT: AMAZONAS
FECHA: 12/08/2015

PARTIDA	ESPECIFICACION	UND	CANT	N° VECES	MEDIDAS			PARCIAL	TOTAL
					LARGO	ANCHO	ALTURA		
01.09.04	SUMINISTRO Y TENDIDO DE TUBERIAS								
01.09.04.01	SUMINISTRO E INST. TUBERIA PVC SAP C-10 1/2"	M			946.35			946.35	946.35
01.09.04.02	PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION DE TUBERIAS	M			946.35			946.35	946.35
01.09.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS								
01.09.05.01	SUMINISTRO E INST. REDUCCION PVC SAP DE 1" A 1/2"	und	1	20.00					20.00
01.09.05.02	SUMINISTRO E INST. REDUCCION PVC SAP DE 3/4" A 1/2"	und	1	40.00					40.00
01.09.05.03	SUMINISTRO E INST. REDUCCION PVC SAP DE 2" A 1/2"	und	1	38.00					38.00
01.09.05.04	SUMINISTRO E INST. REDUCCION 3" - 1/2"	und	1	6.00					6.00
01.09.05.05	SUMINISTRO E INST. TEE PVC SAP DE 1"	und	1	20.00					20.00
01.09.05.06	SUMINISTRO E INST. TEE PVC SAP DE 3/4"	und	1	40.00					40.00
01.09.05.07	SUMINISTRO E INST. TEE PVC SAP DE 2"	und	1	38.00					38.00
01.09.05.08	SUMINISTRO E INST. TEE PVC SAP DE 3"	und	1	6.00					6.00
01.09.05.09	VALVULA DE CONTROL DE 1/2" P/ CONEXIÓN DOMICILIARIA	und	1.00	105.00				1.00	105.00
01.09.06	LAVADEROS DOMICILIARIOS (105 UND)								
01.09.06.01	LAVADEROS DOMICILIARIOS DE CONCRETO	UND	105	1.00				105.00	105.00
01.09.06.02	TRAZO Y REPLANTEO	M2	105	1.00	1.76	1.36		251.33	251.33
01.09.06.03	EXCAVACION	M3	105	1.00	0.60	0.30	0.50	9.45	9.45
01.09.06.04	REFINE Y NIVELACION PARA EMPEDRADO	M2	105	1.00	1.76	1.36		251.33	251.33
01.09.06.05	CONCRETO CICLOPEO	M3	105	1.00	0.60	0.20	0.30	3.78	3.78
01.09.06.06	EMPEDRADO CON MORTERO C:A 1:5		105	1.00	1.70	1.00		178.50	178.50
01.09.06.07	MUROS DE LADRILLO	M2	105	2.00	0.57	0.58		69.43	69.43
01.09.06.08	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO		105	0.00					246.98
			105	0.58	0.82			49.94	
			105	0.50	0.30			15.75	
			105	0.58	0.33			20.10	
			105	0.58	0.38			23.14	
			105	0.68	0.33			23.56	
			105	0.50	0.21			11.03	
			105	0.50	0.18			9.45	
			105	0.42	0.25	2.00		22.05	
			105	0.52	0.25	2.00		27.30	
			105	0.46	0.08	2.00		7.73	
			105	0.18	0.08			1.51	
			105	1.06	0.15			16.70	
			105	0.35	0.20	2.00		14.70	
			105	1.06	0.48			53.42	
01.09.06.09	CONCRETO							15.62	15.62
			105		0.08	1.06	0.58	5.16	
			105		0.08	0.38	0.58	1.85	
			105		0.08	0.52	0.25	1.09	
			105	2.00	0.08	0.25	0.50	2.10	
			105		0.08	0.30	0.50	1.26	
			105		0.08	0.40	1.06	3.56	
			105		0.08	0.35	0.20	0.59	
01.09.06.10	ACERO FY=4200 KG/CM2	kg							1,360.60
	Metrado del acero, (ver formato respectivo).		105	1.00			12.34	1,295.81	
	Se considera el 5% adicional sobre el metrado por desperdicios.			0.05				64.79	
01.09.06.11	TARRAJEO CON MORTERO							93.88	93.88
			105	0.46	0.10			4.83	
			105	0.05	0.46	2.00		0.01	
			105	0.52	0.40			21.84	
			105	0.42	0.25	2.00		22.05	
			105	0.52	0.25			13.65	
			105	0.35	0.20			7.35	
			105	0.46	0.50			24.15	
01.09.06.12	TARRAJEO C/ IMPERMEABILIZANTE EN INTERIORES							421.79	421.79
			105	0.33	1.06			36.73	
			105	0.30	0.58	2.00		36.54	
			105	1.55	0.10			16.28	
			105	0.57	0.58	2.00		69.43	
			105	0.30	0.58	2.00		36.54	
01.09.06.13	SISTEMA DE AGUA POTABLE		105					105.00	105.00
01.09.06.14	SISTEMA DE DESAGUE DE LAVADERO		105					105.00	105.00
			105	1.55	0.10			16.28	

PLANILLA DE METRADOS SISTEMA DE AGUA POTABLE

TESIS: NUEVO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO TUTIN - EL CENEPA - CONDORCANQUI - AMAZONAS
DISTRITO: RIO SANTIAGO
PROVINCIA: CONDORCANQUI
DEPT: AMAZONAS
FECHA: 12/08/2015

PARTIDA	ESPECIFICACION	UND	CANT	N° VECES	MEDIDAS			PARCIAL	TOTAL
					LARGO	ANCHO	ALTURA		
01.10	PLANTA DE TRATAMIENTO								
01.10.01	OBRAS PRELIMINARES								
01.10.01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	glb		1.00					1.00
01.10.02	FILTRO LENTO								
01.10.02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS								
01.10.02.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2							21.77
		PTAP		1.00	6.30	2.90		21.77	
01.10.02.01.02	TRAZO Y REPLANTEO EN OBRAS DE ARTE	m2							21.77
		PTAP		1.00	6.30	2.90		21.77	21.77
01.10.02.01.03	EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL SUELTO	m3							17.51
		cimientos PTAP		1.00	6.30	4.55	0.50	17.51	
01.10.02.01.04	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION C/ MATERIAL PROPIO	m2							21.77
		cimientos PTAP		1.00	6.30	2.90		21.77	
01.10.02.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE EN CARRETILLA (HASTA 30 m)	m3							21.89
	En el reservorio y caseta de válvulas			1.00	21.89			17.51	
	Factor de corrección por expansión volumétrica, 20%.							4.38	
01.10.02.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE								
01.10.02.02.01	CONCRETO PARA SOLADOS E = 2"	m3							1.10
		cimientos PTAP		1.00	6.30	2.90	0.05	1.10	
01.10.02.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO								
01.10.02.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2							82.31
		Loza fondo.		2.00	6.30		2.50	31.50	
		exterior		2.00	6.30		2.50	31.50	
		interior		2.00	4.55		2.50	22.75	
01.10.02.03.02	ACERO F'y = 4200 Kg/cm2	kg							588.92
	Medrado del acero, (ver formato respectivo).			1.00			559.47	559.47	
	Se considera el 05% adicional sobre el metrado por desperdicios.			0.05			0.00	0.00	27.97
01.10.02.03.03	CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3							13.22
		Loza fondo.		1.00	Area =	1.03	4.55	4.69	
		Muros laterales lado mayor		2.00	6.30	0.15	2.50	4.73	
		Muros laterales lado menor		2.00	6.30	0.15	2.50	4.73	
01.10.02.04	REVOQUES Y ENLUCIDOS								
01.10.02.04.01	TARRAJEO C/ MORTERO C:A 1:3 E=1.5 CM EN EXTERIORES	M2							35.70
		caseta de válvulas		3.00	6.30		1.00	18.90	
				4.00	4.55		1.00	16.38	
01.10.02.05	APLICACIÓN DE IMPERMEABILIZANTE								
01.10.02.05.01	APLICACION DE 1ra. CAPA DE ADITIVO CONCENTRADO P/IMPERMEABIL. INT. DE ESTRUCTURA. HID.(3X1 AGUA) O SIMILAR	m2			3.00	3.75	2.50	23.35	23.35
01.10.02.05.02	APLICACION DE 2da. CAPA DE ADITIVO CONCENTRADO P/IMPERMEABIL. INT. DE ESTRUCTURA. HID.(3X1 AGUA) O SIMILAR	m2			3.00	3.75	2.50	23.35	23.35
01.10.02.06	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA Y ACCESORIOS								
01.10.02.06.01	ACCESORIOS EN FILTRO LENTO DE ARENA	und	1	1.00				1.00	
01.10.02.07	GRAVAS PARA FILTRO LENTO								
01.10.02.07.01	FILTRO DE ARENA	m3		1.00	3.75	1.85	1.00	5.62	5.62
01.10.02.07.02	FILTRO DE GRAVA 1.5-4 mm	m3		1.00	3.75	1.85	0.10	1.31	1.31
01.10.02.07.03	FILTRO DE GRAVA 10-40 mm	m3		1.00	3.75	1.85	0.20	2.81	2.81
01.10.02.08	COMPUERTAS								
01.10.02.08.01	SUM. E INST. DE COMPUERTAS	UND	1	2.00				2.00	2.00
01.10.02.09	VARIOS								
01.10.02.09.01	PINTURA ESMALTE AZUL EN EXTERIORES 2 MANOS	M2							32.74
		CONTORNO		2.00				32.74	
01.10.02.09.02	PRUEBA DE LA CALIDAD DEL CONCRETO (PRUEBA A LA COMPRESION)	und		1.00				1.00	1.00
01.10.02.09.03	PRUEBA HIDRAULICA C/EMPLO DE EQUIPO BOMBEO P/LLENADO.	und		1.00				1.00	1.00
01.11	FLETE								
01.11.01	FLETE TERRESTRE (AGUA POTABLE)	GLB		1.00				1.00	1.00
01.11.02	FLETEFLUVIAL (AGUA POTABLE)	GLB		1.00				1.00	1.00
01.11.03	FLETE RURAL (AGUA POTABLE)	GLB		1.00				1.00	1.00

Presupuesto

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
Presupuesto	6708014 NUEVO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EL CENTRO POBLADO TUTIN - EL CENEPA - CONDORCANQUI - AMAZONAS				
Subpresupuesto	001 AGUA POTABLE				
Ciente	PRESUPUESTO TESIS			Costo al	12/08/2015
Lugar	AMAZONAS - CONDORCANQUI - RIO SANTIAGO				
01	SISTEMA DE AGUA POTABLE				524,260.69
01.01	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES				21,567.26
01.01.01	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES,SEGURIDAS Y SALUD				9,201.56
01.01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA DE 5.4M0x3.60M	und	1.00	1,215.03	2,430.06
01.01.01.02	CONSTRUCCION PROVOCIONAL DE ALMACEN Y VIGILANCIA(montaje y desmontaje)	m2	50.00	135.43	6,771.50
01.01.02	SEGURIDAD Y SALUD				12,365.70
01.01.02.01	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	und	40.00	15.08	603.20
01.01.02.02	MODULO DE INDUMENTARIA	hh	50.00	235.25	11,762.50
01.02	CAPTACION BARRAJE (01 UND)				10,517.89
01.02.01	TRABAJOS PRELIMINARES				439.99
01.02.01.01	RETIRO DE ACCESORIOS	gbl	1.00	201.24	201.24
01.02.01.02	DEMOLICION ESTRUCTURA CONCRETO EXISTENTE.	m3	1.47	72.38	106.40
01.02.01.03	DESVIO DE AFLORAMIENTO	gbl	1.00	37.98	37.98
01.02.01.04	CERCO PERIMETRICO.	m	16.00	3.21	51.36
01.02.01.05	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	9.35	2.86	26.74
01.02.01.06	TRAZO Y REPLANTEO EN OBRA DE ARTE	m2	9.35	1.74	16.27
01.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				212.20
01.02.02.01	EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL SUELTO	m3	4.49	17.38	78.04
01.02.02.02	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION/MATERIAL PROPIO.	m2	9.35	10.76	100.61
01.02.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE EN CARRETILLA (HASTA 30 M)	m3	5.61	5.98	33.55
01.02.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				7,826.05
01.02.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	72.43	22.45	1,626.05
01.02.03.02	ACERO F'Y=4200 KG/CM2	kg	75.60	3.96	299.38
01.02.03.03	CONCRETO F'C=175 Kg/cm2	m3	1.93	275.56	531.83
01.02.03.04	CONCRETO F'C=210 Kg/cm2	m3	0.09	375.56	33.80
01.02.03.05	CONCRETO F'C=175 Kg/cm2+30%PM	m3	40.25	115.58	4,652.10
01.02.03.06	ENROCADO DE PROTECCION	m3	6.18	110.50	682.89
01.02.05	REVESTIMIENTOS				734.66
01.02.05.01	TARRAJEO C/ IMPERMEABILIZANTE EN INTERIORES	m2	32.23	34.21	336.28
01.02.05.02	TARRAJEO C/MORTERO 1:3, E=1.5 CM. EN EXTERIORES	m2	27.74	19.83	398.38
01.02.06	PINTURA				315.82
01.02.06.01	PINTURA C/IMPERMEABILIZANTE EN MURO INTERIORES	m2	32.23	11.16	109.70
01.02.06.02	PINTURA EN EXTERIORES CON ESMALTE 2 MANOS	m2	27.74	10.26	206.12
01.02.07	TAPAS METALICAS				262.20
01.02.07.01	TAPA METALICA (0.40 X 0.40)	und	1.00	132.30	132.30
01.02.07.02	TAPA DE INSPECCION METALICA 0.60 X 0.6 M	und	1.00	129.90	129.90
01.02.08	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS				622.58
01.02.08.01	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS DE CAPTACION POR BARRAJES (SALIDA 1 1/2)	gbl	1.00	622.58	622.58

Presupuesto

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01.02.09	PRUEBAS				124.57
01.02.09.01	PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION EN REDES DE AGUA	gbl	1.00	50.15	50.15
01.02.09.02	PRUEBA DE LA CALIDAD DEL CONCRETO (PRUEBA A LA COMPRESION)	und	2.00	37.21	74.42
01.03	LINEA DE CONDUCCION - PTAP (154.12 ML)				9,231.67
01.03.01	TRABAJOS PRELIMINARES				810.81
01.03.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	92.47	2.86	264.46
01.03.01.02	TRAZO, NIVEL Y REPLANTEO DE REDES	m	154.12	1.94	298.99
01.03.01.03	CERCO PERIMETRICO.	m	77.06	3.21	247.36
01.03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				5,664.80
01.03.02.01	EXCAVACION MANUAL P/TUBERIA EN MATERIAL SUELTO	m3	175.70	13.84	2,431.69
01.03.02.02	EXCAVACION MANUAL P/TUBERIA N ROCA SUELTA	m3	9.25	22.09	204.33
01.03.02.03	REFINE Y NIVELACION DE ZANJAS	m2	154.12	4.10	631.89
01.03.02.04	CAMA DE APOYO PARA TUBERIAS E=0.10CM C/MAT. PROPIO	m2	132.30	2.16	285.77
01.03.02.05	RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJAS C/MATERIAL PROPIO HASTA 0.80M PROF.	m3	184.94	9.92	1,834.60
01.03.02.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE EN CARRETILLA (HASTA 30 M)	m3	46.24	5.98	276.52
01.03.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS				2,571.12
01.03.03.01	SUMINISTRO E INST. TUBERIA PVC SAP-CLASE 10 D 1 1/2"	und	154.12	15.36	2,367.28
01.03.03.02	SUMINISTRO E INST. CODO PVC SAP DE 1 1/2" X 22°30'.	und	7.00	29.12	203.84
01.03.04	PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION				184.94
01.03.04.01	PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION DE TUBERIAS	m	154.12	1.20	184.94
01.04	PTAP - RESERVORIO (26.00 ML)				1,721.39
01.04.01	TRABAJOS PRELIMINARES				261.98
01.04.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	15.60	2.86	44.62
01.04.01.02	TRAZO, NIVEL Y REPLANTEO DE REDES	m	26.00	1.94	50.44
01.04.01.03	CERCO PERIMETRICO.	m	52.00	3.21	166.92
01.04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				952.35
01.04.02.01	EXCAVACION MANUAL P/TUBERIA EN MATERIAL SUELTO	m3	29.64	13.84	410.22
01.04.02.02	EXCAVACION MANUAL P/TUBERIA N ROCA SUELTA	m3	1.56	22.09	34.46
01.04.02.03	REFINE Y NIVELACION DE ZANJAS	m2	26.00	4.10	106.60
01.04.02.04	CAMA DE APOYO PARA TUBERIAS E=0.10CM C/MAT. PROPIO	m2	20.80	2.16	44.93
01.04.02.05	RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJAS C/MATERIAL PROPIO HASTA 0.80M PROF.	m3	31.20	9.92	309.50
01.04.02.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE EN CARRETILLA (HASTA 30 M)	m3	7.80	5.98	46.64
01.04.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS				475.86
01.04.03.01	SUMINISTRO E INST. TUBERIA PVC SAP-CLASE 10 D 2".	und	26.00	17.83	463.58
01.04.03.02	SUMINISTRO E INST. CODO PVC SAP DE 2 " X 22°30'..	und	1.00	12.28	12.28
01.04.04	PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION				31.20
01.04.04.01	PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION DE TUBERIAS	m	26.00	1.20	31.20
01.05	RESERVORIO 20 M3				23,513.17
01.05.01	TRABAJOS PRELIMINARES				130.73
01.05.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	17.22	2.86	49.25
01.05.01.02	TRAZO Y REPLANTEO EN OBRAS DE ARTE	m2	17.22	1.60	27.55
01.05.01.03	CERCO PERIMETRICO.	m	16.80	3.21	53.93

Presupuesto

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01.05.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				487.37
01.05.02.01	EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL SUELTO	m3	14.35	17.38	249.40
01.05.02.02	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION C/MATERIAL PROPIO.	m2	14.88	10.76	160.11
01.05.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE EN CARRETILLA (HASTA 30 M)	m3	13.02	5.98	77.86
01.05.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				105.16
01.05.03.01	CONCRETO PARA SOLADOS E=2"	m3	0.75	140.21	105.16
01.05.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				5,371.37
01.05.04.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	23.29	22.45	633.26
01.05.04.02	ACERO F'Y=4200 KG/CM2	kg	405.48	3.96	2,381.19
01.05.04.03	CONCRETO F'c=210 Kg/cm2	m3	5.21	375.56	2,106.19
01.05.05	TANQUE PREFABRICADO				13,751.93
01.05.05.01	TANQUE PREFABRICADO 20 m3	und	1.00	13,751.93	13,751.93
01.05.06	REVOQUES Y ENLUCIDOS				434.48
01.05.06.01	TARRAJEO C/MORTERO 1:3, E=1.5 CM. EN EXTERIORES	m2	21.91	19.83	434.48
01.05.07	PISOS Y PAVIMENTOS				267.06
01.05.07.01	PISO DE CONCRETO PULIDO 2"	m2	13.13	20.34	267.06
01.05.08	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS Y TAPA METALICA				2,658.35
01.05.08.01	SUMINIST ACCES RESERV (ENT. 3 - SAL 3").	gbl	1.00	2,501.39	2,501.39
01.05.08.02	TAPA METALICA (1.00 X 1.10)	und	1.00	156.96	156.96
01.05.09	PINTURA				224.80
01.05.09.01	PINTURA ESMALTE AZUL EN EXTERIORES 2 MANOS	m2	21.91	10.26	224.80
01.05.10	PRUEBAS				81.92
01.05.10.01	PRUEBA DE LA CALIDAD DEL CONCRETO (PRUEBA A LA COMPRESION)	und	2.00	37.21	74.42
01.05.10.02	PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION.	gbl	1.00	7.50	7.50
01.06	RED DE ADUCCION Y DISTRIBUCION (4133.26 ML)				252,999.29
01.06.01	TRABAJOS PRELIMINARES				22,241.09
01.06.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	2,479.96	2.86	7,092.69
01.06.01.02	TRAZO, NIVEL Y REPLANTEO DE REDES.	m	4,133.26	2.06	8,514.52
01.06.01.03	CERCO PERIMETRICO.	m	2,066.63	3.21	6,633.88
01.06.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				53,567.03
01.06.02.01	EXCAVACION MANUAL P/TUBERIA EN MATERIAL SUELTO 0.60 X 0.80 M	m3	4,959.91	10.80	53,567.03
01.06.03	ACONDICIONAMIENTO DE ZANJAS				105,554.86
01.06.03.01	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION C/MATERIAL PROPIO.	m2	4,133.23	10.76	44,473.55
01.06.03.02	CAMA DE APOYO PARA TUBERIAS HASTA 2" C/MAT. PROPIO	m2	3,306.61	1.35	4,463.92
01.06.03.03	RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJAS C/MATERIAL PROPIO HASTA 0.80M PROF.	m3	4,959.91	9.92	49,202.31
01.06.03.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE EN CARRETILLA (HASTA 30 M)	m3	1,239.98	5.98	7,415.08
01.06.04	SUM. E INST. DE TUBERIAS Y ACCESORIOS				66,676.40
01.06.04.01	SUMINISTRO E INST. TUBERIA PVC SAP-CLASE 10 D 3/4".	m	1,152.33	12.84	14,795.92
01.06.04.02	SUMINISTRO E INST. TUBERIA PVC SAP-CLASE 10 D 1".	m	1,407.57	13.32	18,748.83
01.06.04.03	SUMINISTRO E INST. TUBERIA PVC SAP-CLASE 10 Ø 2"	m	884.55	16.41	14,515.47
01.06.04.04	SUMINISTRO E INST. TUBERIA PVC SAP-CLASE 10 D 3".	m	668.81	25.53	17,074.72
01.06.04.05	SUMINISTRO E INST. CODO PVC SAP DE 3/4 " X 22°30'.	und	7.00	5.72	40.04
01.06.04.06	SUMINISTRO E INST. CODO PVC SAP DE 3/4" X 45°.	und	5.00	6.32	31.60

Presupuesto

Presupuesto **6708014** **NUEVO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EL CENTRO POBLADO TUTIN - EL CENEPA - CONDORCANQUI - AMAZONAS**

Subpresupuesto **001** **AGUA POTABLE**

Cliente **PRESUPUESTO TESIS**

Costo al

12/08/2015

Lugar **AMAZONAS - CONDORCANQUI - RIO SANTIAGO**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01.06.04.07	SUMINISTRO E INST. TAPON PVC SAP DE 3/4".	und	12.00	27.14	325.68
01.06.04.08	SUMINISTRO E INST. CODO PVC SAP DE 1" X 90°.	und	3.00	7.90	23.70
01.06.04.09	SUMINISTRO E INST. CODO PVC SAP DE Ø 1" X 45°	und	8.00	6.65	53.20
01.06.04.10	SUMINISTRO E INST. CODO PVC SAP DE 1" X 22°30'.	und	22.00	6.19	136.18
01.06.04.11	SUMINISTRO E INST. TEE PVC SAP DE 1"X1 "	und	7.00	8.54	59.78
01.06.04.12	SUMINISTRO E INST. REDUCCION PVC SAP DE 1" A 3/4"	und	5.00	5.61	28.05
01.06.04.13	SUMINISTRO E INST. CODO PVC SAP DE 2 "X22°30'	und	6.00	7.47	44.82
01.06.04.14	SUMINISTRO E INST. CODO PVC SAP DE 2" X 90°.	und	6.00	15.31	91.86
01.06.04.15	SUMINISTRO E INST. TEE PVC SAP DE 2" X 2"	und	10.00	15.21	152.10
01.06.04.16	SUMINISTRO E INST. REDUCCION PVC SAP DE 2" A 1"	und	3.00	8.20	24.60
01.06.04.17	SUMINISTRO E INST. REDUCCION PVC SAP DE 2" A 3/4"	und	8.00	8.07	64.56
01.06.04.18	SUMINISTRO E INST. CODO PVC SAP DE 3 " X 22°30'.	und	14.00	19.61	274.54
01.06.04.19	SUMINISTRO E INST. CODO PVC SAP DE 3 " X 45°.	und	2.00	21.23	42.46
01.06.04.20	SUMINISTRO E INST. TEE PVC SAP DE 3"	und	1.00	34.33	34.33
01.06.04.21	SUMINISTRO E INST. REDUCCION 3" - 3/4".	und	1.00	55.83	55.83
01.06.04.22	SUMINISTRO E INST. REDUCCION 3" - 2".	und	1.00	58.13	58.13
01.06.05	PRUEBAS				4,959.91
01.06.05.01	PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION DE TUBERIAS	m	4,133.26	1.20	4,959.91
01.07	VALVULA DE CONTROL EN RED DE DISTRIBUCION (21 UND)				7,448.91
01.07.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	16.80	2.86	48.05
01.07.02	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION/MATERIAL PROPIO.	m2	12.00	10.76	129.12
01.07.03	CERCO PERIMETRICO.	m	37.80	3.21	121.34
01.07.04	TRAZO Y REPLANTEO EN OBRAS DE ARTE	m2	16.80	1.60	26.88
01.07.05	EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL SUELTO	m3	16.80	17.38	291.98
01.07.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE EN CARRETILLA (HASTA 30 M)	m3	21.00	5.98	125.58
01.07.07	CONCRETO F'C=175 Kg/cm2	m3	5.04	367.55	1,852.45
01.07.08	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	13.80	27.19	375.22
01.07.09	TAPA METALICA (0.60 X 0.40)	und	21.00	114.10	2,396.10
01.07.10	SUM. E INST. VALVULA DE CONTROL Y ACCESORIOS Ø 3/4"	und	14.00	75.30	1,054.20
01.07.11	SUM. E INST. VALVULA DE CONTROL Y ACCESORIOS Ø 1"	und	4.00	88.54	354.16
01.07.12	SUM. E INST. VALVULA DE CONTROL Y ACCESORIOS Ø 2"	und	2.00	175.11	350.22
01.07.13	SUM. E INST. VALVULA DE CONTROL Y ACCESORIOS Ø 3"	und	1.00	323.61	323.61

Presupuesto

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01.08	VALVULA DE PURGA RED DE DISTRIBUCION (06 UND)				2,752.30
01.08.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	4.80	2.86	13.73
01.08.02	CERCO PERIMETRICO.	m	21.60	3.21	69.34
01.08.03	TRAZO Y REPLANTEO EN OBRAS DE ARTE	m2	4.80	1.60	7.68
01.08.04	EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL SUELTO	m3	4.80	17.38	83.42
01.08.05	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION C/MATERIAL PROPIO.	m2	4.80	10.76	51.65
01.08.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE EN CARRETILLA (HASTA 30 M)	m3	6.00	5.98	35.88
01.08.07	CONCRETO F'C=175 Kg/cm2	m3	1.49	367.55	547.65
01.08.08	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	16.56	27.19	450.27
01.08.09	TAPA METALICA (0.60 X 0.40)	und	6.00	114.10	684.60
01.08.10	SUM. E INST. DE VALVULA DE PURGA Ø 3/4".	und	3.00	128.06	384.18
01.08.11	SUM. E INST. DE VALVULA DE PURGA Ø 1".	und	3.00	141.30	423.90
01.09	CONEXIONES INTRADOMICILIARIAS (105 UND)				137,783.34
01.09.01	TRABAJOS PRELIMINARES				5,262.67
01.09.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	567.81	2.86	1,623.94
01.09.01.02	CERCO PERIMETRICO.	m	473.18	3.21	1,518.91
01.09.01.03	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO DE REDES	m	946.35	2.24	2,119.82
01.09.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				6,132.35
01.09.02.01	EXCAVACION MANUAL P/TUBERIA EN MATERIAL SUELTO 0.60 X 0.80 M	m3	567.81	10.80	6,132.35
01.09.03	ACONDICIONAMIENTO DE ZANJAS				14,441.67
01.09.03.01	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION C/MATERIAL PROPIO.	m2	587.81	10.76	6,324.84
01.09.03.02	CAMA DE APOYO PARA TUBERIAS E=0.10CM C/MAT. PROPIO	m2	757.08	2.16	1,635.29
01.09.03.03	RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJAS C/MATERIAL PROPIO HASTA 0.80M PROF.	m3	567.81	9.92	5,632.68
01.09.03.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE EN CARRETILLA (HASTA 30 M)	m3	141.95	5.98	848.86
01.09.04	SUMINISTRO Y TENDIDO DE TUBERIAS				12,927.14
01.09.04.01	SUMINISTRO E INST. TUBERIA PVC SAP-CLASE 10 D 1/2".	m	946.35	12.46	11,791.52
01.09.04.02	PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION DE TUBERIAS	m	946.35	1.20	1,135.62
01.09.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS				6,415.27
01.09.05.01	SUMINISTRO E INST. REDUCCION PVC SAP DE 1" A 1/2"	und	20.00	8.99	179.80
01.09.05.02	SUMINISTRO E INST. REDUCCION PVC SAP DE 3/4" A 1/2"	und	40.00	5.69	227.60
01.09.05.03	SUMINISTRO E INST. REDUCCION PVC SAP DE 2" A 1/2"	und	38.00	8.69	330.22
01.09.05.04	SUMINISTRO E INST. REDUCCION 3" - 1/2".	und	6.00	58.13	348.78
01.09.05.05	SUMINISTRO E INST. TEE PVC SAP DE 1"	und	20.00	9.06	181.20
01.09.05.06	SUMINISTRO E INST. TEE PVC SAP DE 3/4"	und	40.00	7.53	301.20
01.09.05.07	SUMINISTRO E INST. TEE PVC SAP DE 2"	und	38.00	15.73	597.74
01.09.05.08	SUMINISTRO E INST. TEE PVC SAP DE 3"	und	6.00	34.33	205.98
01.09.05.09	VALVULA DE CONTROL DE 1/2" - P/ CONEX DOMICIL	und	105.00	39.25	4,042.75

Presupuesto

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01.09.06	LAVADERO DOMICILIARIO (105 UND)				92,604.24
01.09.06.01	TRAZO Y REPLANTEO EN OBRAS DE ARTE	m2	251.33	1.60	402.13
01.09.06.02	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NATURAL	m3	9.45	36.01	340.29
01.09.06.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE EN CARRETILLA (HASTA 30 M)	m3	11.81	5.98	70.62
01.09.06.04	MURO LADRILLO .13x.10x.25	m2	69.43	76.99	5,345.42
01.09.06.05	M:1-4 F=0 15 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	246.98	27.19	6,715.39
01.09.06.06	EMPEDRADO C/MEZ. 1:5	m2	178.50	24.91	4,446.44
01.09.06.07	CONCRETO F'C=175 Kg/cm2	m3	15.62	367.55	5,741.13
01.09.06.08	ACERO F'Y=4200 KG/CM2	kg	1,360.60	3.96	5,387.98
01.09.06.09	TARRAJEO MORTERO 1:2, E=1.5 CM.	m2	421.79	49.58	20,912.35
01.09.06.10	TARRAJEO C/ IMPERMEABILIZANTE EN INTERIORES	m2	421.79	34.21	14,429.44
01.09.06.11	SISTEMA DE AGUA POTABLE	und	105.00	150.96	15,850.80
01.09.06.12	SISTEMA DE DESAGUE PARA LAVADERO	und	105.00	123.45	12,962.25
01.10	PLANTA DE TRATAMIENTO				24,426.78
01.10.01	OBRAS PRELIMINARES				550.00
01.10.01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	gbl	1.00	550.00	550.00
01.10.02	FILTRO LENTO				23,876.78
01.10.02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,141.90
01.10.02.01.01	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION C/MATERIAL PROPIO.	m2	21.77	10.76	235.54
01.10.02.01.02	EXCAVACION MANUAL	m3	17.51	36.01	630.54
01.10.02.01.03	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	21.77	6.81	149.07
01.10.02.01.04	TRAZO Y REPLANTEO EN OBRAS DE ARTE	m2	21.77	1.30	28.46
01.10.02.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE EN CARRETILLA (HASTA 30 M)	m3	21.89	4.49	98.29
01.10.02.02	CONCRETO SIMPLE				49.55
01.10.02.02.01	SOLADO C:A 1:12 E=2"	m3	1.09	45.46	49.55
01.10.02.03	CONCRETO ARMADO				10,367.15
01.10.02.03.01	ACERO F'Y=4200 KG/CM2	kg	588.92	3.96	2,332.12
01.10.02.03.02	CONCRETO F'C=210 Kg/cm2	m3	13.22	404.26	5,344.32
01.10.02.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	82.31	32.69	2,690.71
01.10.02.04	REVOQUES Y ENLUCIDOS				1,286.63
01.10.02.04.01	TARRAJEO INTERIORES Y EXTERIOR C/IMPERMEABILIZANTE	m2	35.70	36.04	1,286.63
01.10.02.05	APLICACION DE IMPERMEABILIZANTES				2,941.16
01.10.02.05.01	APLICACION DE 1ra. CAPA DE ADITIVO CONCENTRADO P/IMPERMEABIL. INT. DE ESTRUCTURA. HID.(3X1 AGUA) O SIMILAR	m2	23.35	62.98	1,470.58
01.10.02.05.02	APLICACION DE 2da. CAPA DE ADITIVO CONCENTRADO P/IMPERMEABIL. INT. DE ESTRUCTURA. HID.(3X1 AGUA) O SIMILAR	m2	23.35	62.98	1,470.58
01.10.02.06	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS				5,802.04
01.10.02.06.01	ACCESORIOS EN FILTRO LENTO DE ARENA	und	1.00	5,802.04	5,802.04

Presupuesto

Presupuesto	6708014	NUEVO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EL CENTRO POBLADO TUTIN - EL CENEPA - CONDORCANQUI - AMAZONAS			
Subpresupuesto	001	AGUA POTABLE			
Ciente	PRESUPUESTO TESIS			Costo al	12/08/2015
Lugar	AMAZONAS - CONDORCANQUI - RIO SANTIAGO				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01.10.02.07	GRAVAS PARA FILTRO LENTO				170.44
01.10.02.07.01	FILTRO ARENA	m3	5.62	18.43	103.58
01.10.02.07.02	FILTRO GRAVA DE 1.5 - 4 mm	m3	1.31	16.18	21.20
01.10.02.07.03	FILTRO GRAVA DE 10 - 40 mm	m3	2.81	16.25	45.66
01.10.02.08	COMPUERTAS				1,641.12
01.10.02.08.01	SUM. E INST. DE COMPUERTAS	und	2.00	820.56	1,641.12
01.10.02.09	VARIOS				476.79
01.10.02.09.01	PINTURA ESMALTE AZUL EN EXTERIORES 2 MANOS	m2	32.74	13.35	437.08
01.10.02.09.02	PRUEBA DE LA CALIDAD DEL CONCRETO (PRUEBA A LA COMPRESION)	und	1.00	37.21	37.21
01.10.02.09.03	PRUEBA HIDRAULICA C/EMPLO DE EQUIPO BOMBEO P/LLENADO.	gbl	1.00	2.50	2.50
01.11	FLETE				32,298.69
01.11.01	FLETE TERRESTRE - AGUA POTABLE	gbl	1.00	15,261.17	15,261.17
01.11.02	FLETE FLUVIAL - AGUA POTABLE	gbl	1.00	13,004.73	13,004.73
01.11.03	FLETE RURAL - AGUA POTABLE	gbl	1.00	4,032.79	4,032.79
	COSTO DIRECTO				524,260.69
	GASTO GENERALES (15%)				78,639.10
	UTILIDAD (10%)				52,426.07
	SUBTOTAL				655,325.86
	IGV (18%)				117,958.65
	TOTAL				773,284.65
	SON : SETECIENTOS SETENTITRES MIL DOSCIENTOS OCHENTICUATRO Y 65/100 NUEVOS SOLES				



N°	NOMBRES Y APELLIDOS	DIRECCIÓN	N° HABIT.	DNI
1	TITO APIKEI	TUTIN	5	33762351
2	SILAS WAMPANKIT	TUTIN	4	43477592
3	PABLO YANPINLSA WABIA	TUTIN	6	33763263
4	DANI NASHIAN AGLUN	TUTIN	3	48151225
5	COLEGIO N.M DAVIEL CHANK	TUTIN	-	-
6	ALFREDO AMPAM MASHIAN	TUTIN	7	33763193
7	JEREMAS MASHIAN JUWAW	TUTIN	6	44700722
8	ROGER PAOLI MASHIAN	TUTIN	8	43477588
9	YONATAN JUWAN BUJUCH	TUTIN	5	18115852
10	YEVEZAR WAMPANKIT UGKUN	TUTIN	1	48706307
11	ADOLFO SAUKAI AMPAM	TUTIN	7	44708023
12	ALVARO SAUKAI AMPAM	TUTIN	3	42657785
13	ALVERO NANLIP AMPAM	TUTIN	7	80619766
14	MANRIQUE WAMPANKIT TSENK	TUTIN	5	33761812
15	MENELO JINLASH WAMPANKIT	TUTIN	1	74953872
16	ANDRES JINTASH SANIAK	TUTIN	10	33762016
17	CESAR DUPIS PAGAE JULIETA CANTAM	TUTIN	13	33762283
18	YAMPINTSA ESTEFITA AMPAM BUJUCH	TUTIN	8	80619835
19	ALBERTO BAITUL AMPAM	TUTIN	8	33762667
20	ESTEBAN AMPAM BITUCH	TUTIN	2	43477586
21	ALBERTO KUNCHIKUI MASHIAN	TUTIN	2	33761672
22	MATILIA PASKUAG AMPAM	TUTIN	5	47536509
23	RAI AMPAM WAPUTSAC	TUTIN	5	43477871
24	OSWALDO PASKUAG AMPAM	TUTIN	1	48287610
25	HECTOR ANIS JUWAW	TUTIN	11	33768321
26	WILFREDO JINTASH MASHIAN	TUTIN	6	44683721
27	MAXIMO CHUINTAM CHIMPA	TUTIN	9	33761775
28	WILFREDO JUWAW PAKI	TUTIN	5	44395511
29	FELIPE JUWHU MAANCH	TUTIN	5	33762055
30	EUGENIO UGKUM SEJEKAM	TUTIN	4	45343753
31	JULIA JUWAW DUPIS	TUTIN	5	44743225
32	VILMA JUWAW DUPIS	TUTIN	5	45373575
33	MARZOL AMPAM TENES	TUTIN	5	45384387
34	GILBERTO UGKUM SEJEKAM	TUTIN	5	33768252
35	WILBER MUJAT BASHUKAT	TUTIN	6	80619577
36	ELOY JINYITASH ESANIK	TUTIN	6	43477596
37	INCHIKUGU SEJEKAM JUWAW	TUTIN	2	33762272
38	IRILA UGKUM SEJEKAM	TUTIN	4	42479101
39	FERNANDO MASHIAN JUWAW	TUTIN	1	TRAMITE
40	IGLESIA DEL NAZARENO	TUTIN	7	33768202
41	FLAVIA WALUYAT SHIMPUKAT	TUTIN	5	43477584
42	ANGELINA JINTASH MASHIAN	TUTIN	10	33748404
43	NORMA MASIAN JUWAW	TUTIN	10	80434202
44	JECONAS WALUYAT NUNING	TUTIN	9	33763774
45	RODRIGO AMPAM UGKUM	TUTIN	2	33762276
46	TEODORO CHIAP DAEKAI	TUTIN	9	3373753
47	RAFAEL SUSH MANCHAC	TUTIN	7	33761611
48	ARMINDA MASHIAN MASHIAN	TUTIN	6	44680590
49	ELENY BEMPTS AMPAM	TUTIN	2	44717552
50	ANA AMPAM TEGTESIS	TUTIN	4	33763883
51	BETO JINTASHMASHIAN	TUTIN	3	45343749
52	ROSITA SAUKAI AMPAM	TUTIN	4	45420657
53	ELCA AMPAM MASHIAN	TUTIN	3	33762508
54	REVERAMPAM WEIN ELVIRAA SAUKAI	TUTIN	6	33761995
55	ROBERTO MASHIAN TUKUP	TUTIN	2	33762277
56	YESSENIA SAUKAI MASHIAN	TUTIN	3	74470106
57	RUBEN MASHIAN KAIJG	TUTIN	1	33761789
58	ELOESA MASHIAN KAIJG	TUTIN	6	44712113
59	WILFREDO BUYA AMPAM	TUTIN	2	42349707
60	ELVIA BUYA AMPAM	TUTIN	2	33768013
61	EZQUIEL NANTIP KUJA	TUTIN	1	44717756
62	MARINA BUYA AMPAM	TUTIN	1	33768203
63	LICETH SHAJUP ARZIBALDES	TUTIN	4	47742391
64	ALFONSO BUYA SANCHIK	TUTIN	4	-
65	TERESA AMPAM BILUSH	TUTIN	4	-
66	IDA ROSA WATAI BASHPIKAT	TUTIN	5	-
67	IEP N° 16745 TUTINO	TUTIN	-	-
68	CUB COMUNAL AMPAM BUJUCH	TUTIN	-	-
69	ALEJANDRO BUTIYA AMPAM	TUTIN	3	-
70	REGISTRADOR CIVIL	TUTIN	-	-
71	IEI N° 253 TETINO	TUTIN	-	-
72	AURELIO CHIGKIM SEJEKAM	TUTIN	3	-
73	ALFREDO MASHIAN TSETSEM	TUTIN	5	-
74	MARIA MASHIAN JUAN	TUTIN	6	74467479
75	LUNYDUP JUAN JUAN	TUTIN	1	33762482
76	LOYDA CHINPA BILUSH	TUTIN	4	33761774
77	CELIA MASHIAN CHINPA	TUTIN	4	40501842
78	ELVA TSAMASH JINTASH	TUTIN	3	47516784
79	ROGER TSAMASH JINTASH	TUTIN	4	33768112
80	ROGER TSAMASH JINTASH	TUTIN	5	33768336
81	AZUELA MASHIAN JUEAU	TUTIN	4	45343739
82	PEPE JINTASH MASHIAN	TUTIN	1	33761759
83	ISAAC TSEMAN WAJUCH	TUTIN	8	45373572
84	ERNESTO UNUP SAAN	TUTIN	4	33761742
85	HORTICAN GOMEZ UKUNCHAM	TUTIN	5	80385089
86	YOLY BUYA AMPAM BALVINA KUNDIKUI TSETSEM	TUTIN	5	4045665
87	ALEJANDRO MASHIAN TSETSEM	TUTIN	6	42349704
88	ISABEL MASHIAN TSELSEN	TUTIN	3	3376147
89	VILMA JUWAW DUPIS	TUTIN	4	33963258
90			7	41160823



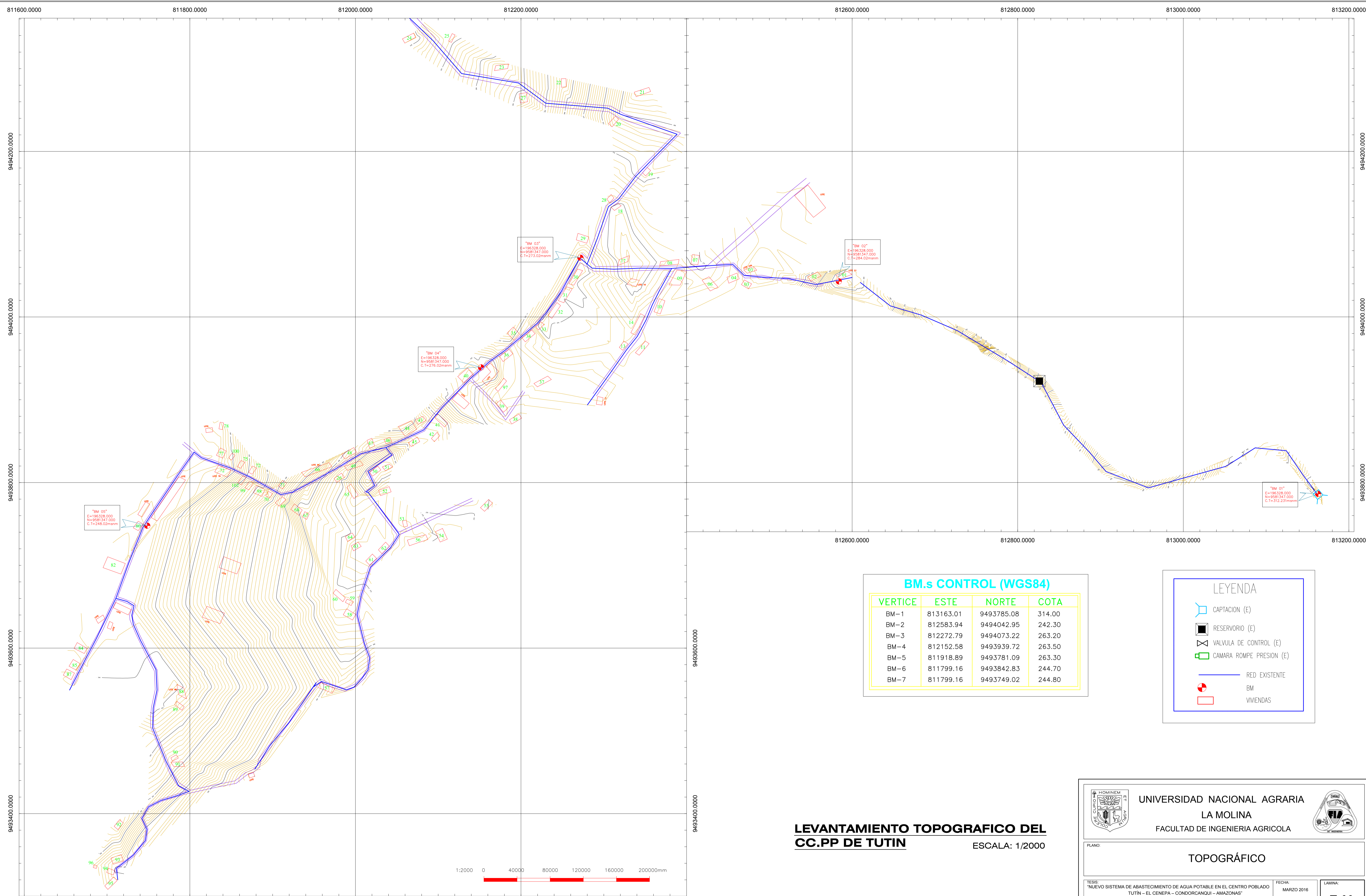
**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**
FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA



LOTIZACIÓN

TÍTULO: "NUEVO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO TUTIN - EL CENIPA - CONDORCANQUI - AMAZONAS"	FECHA: MARZO 2016	LAMINA:
ALUMNO: SANTI MORALES LUCIO LEONARDO (20091233)	ESCALA: INDICADA	DISTRITO: EL CENIPA

T-02



BM.s CONTROL (WGS84)

VERTICE	ESTE	NORTE	COTA
BM-1	813163.01	9493785.08	314.00
BM-2	812583.94	9494042.95	242.30
BM-3	812272.79	9494073.22	263.20
BM-4	812152.58	9493939.72	263.50
BM-5	811918.89	9493781.09	263.30
BM-6	811799.16	9493842.83	244.70
BM-7	811799.16	9493749.02	244.80

LEYENDA

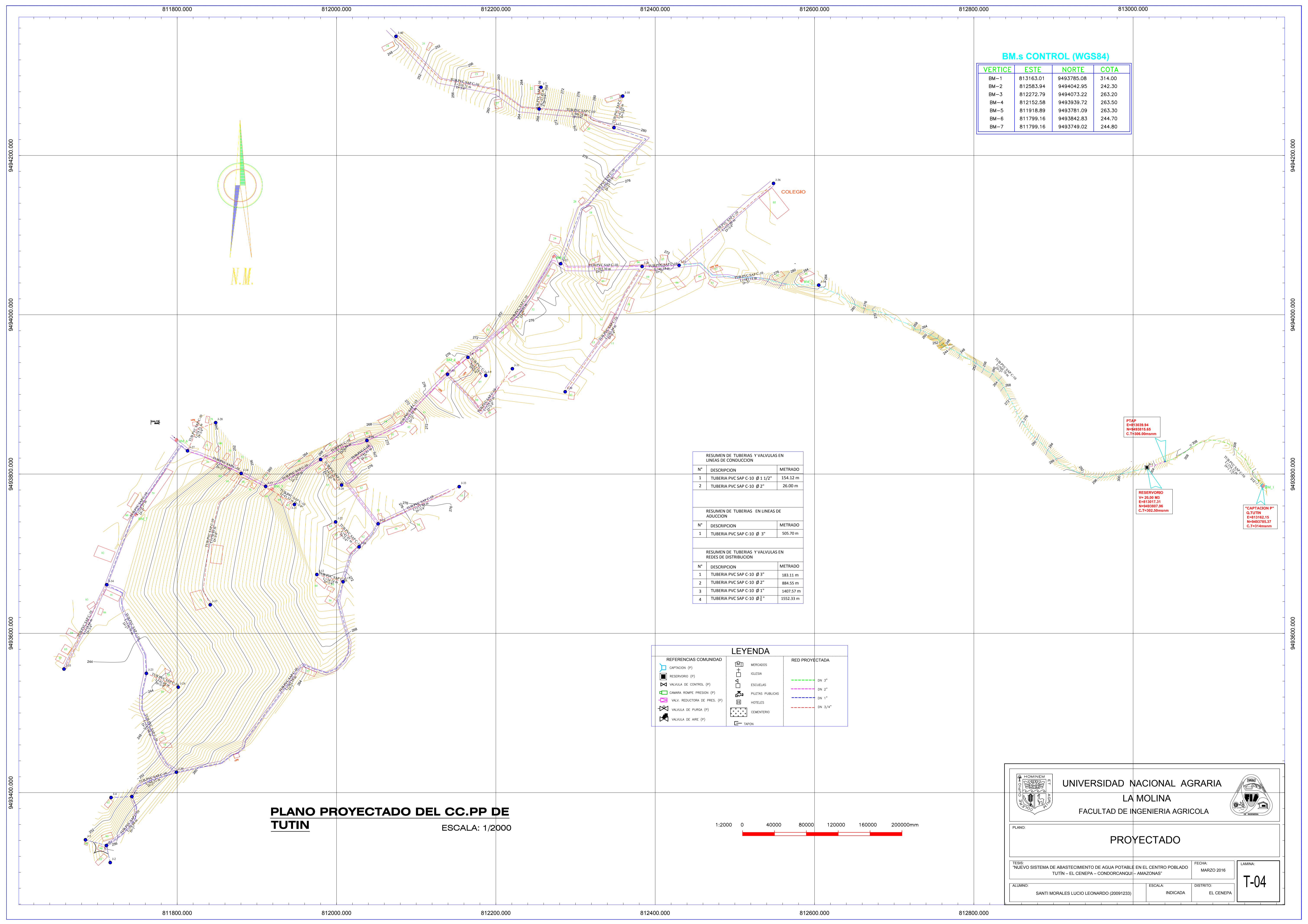
- CAPTACION (E)
- RESERVORIO (E)
- VALVULA DE CONTROL (E)
- CAMARA ROMPE PRESION (E)
- RED EXISTENTE
- BM
- VIVIENDAS

**LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DEL
CC.PP DE TUTIN**

ESCALA: 1/2000



<p>UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA</p>	
PLANO: TOPOGRAFICO	
TESIS: "NUEVO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO TUTIN - EL CENEPA - CONDORCANQUI - AMAZONAS"	
FECHA: MARZO 2016	LAMINA: T-03
ALUMNO: SANTI MORALES LUCIO LEONARDO (20091233)	ESCALA: INDICADA
DISTRITO: EL CENEPA	



BM.s CONTROL (WGS84)

VERTICE	ESTE	NORTE	COTA
BM-1	813163.01	9493785.08	314.00
BM-2	812583.94	9494042.95	242.30
BM-3	812272.79	9494073.22	263.20
BM-4	812152.58	9493939.72	263.50
BM-5	811918.89	9493781.09	263.30
BM-6	811799.16	9493842.83	244.70
BM-7	811799.16	9493749.02	244.80

RESUMEN DE TUBERIAS Y VALVULAS EN LINEAS DE CONDUCCION

N°	DESCRIPCION	METRADO
1	TUBERIA PVC SAP C-10 Ø 1 1/2"	154.12 m
2	TUBERIA PVC SAP C-10 Ø 2"	26.00 m

RESUMEN DE TUBERIAS EN LINEAS DE ADUCCION

N°	DESCRIPCION	METRADO
1	TUBERIA PVC SAP C-10 Ø 3"	505.70 m

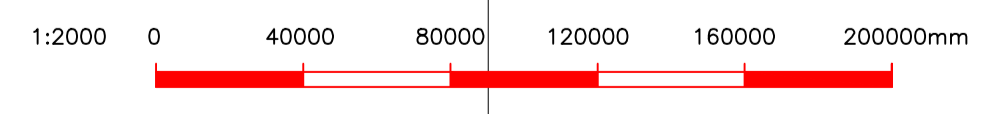
RESUMEN DE TUBERIAS Y VALVULAS EN REDES DE DISTRIBUCION

N°	DESCRIPCION	METRADO
1	TUBERIA PVC SAP C-10 Ø 3"	183.11 m
2	TUBERIA PVC SAP C-10 Ø 2"	884.55 m
3	TUBERIA PVC SAP C-10 Ø 1"	1407.57 m
4	TUBERIA PVC SAP C-10 Ø 1/2"	1552.33 m

LEYENDA

REFERENCIAS COMUNIDAD	MERCADOS	RED PROYECTADA
CAPTACION (P)	MERCADOS	DN 3"
RESERVIORIO (P)	IGLESIA	DN 2"
VALVULA DE CONTROL (P)	ESCUELAS	DN 1"
CAMARA ROMPE PRESION (P)	PILETAS PUBLICAS	DN 5/4"
VALV. REDUCTORA DE PRES. (P)	HOTELEROS	
VALVULA DE PURGA (P)	CENTENARIO	
VALVULA DE AIRE (P)	TAPON	

PLANO PROYECTADO DEL CC.PP DE TUTIN
 ESCALA: 1/2000

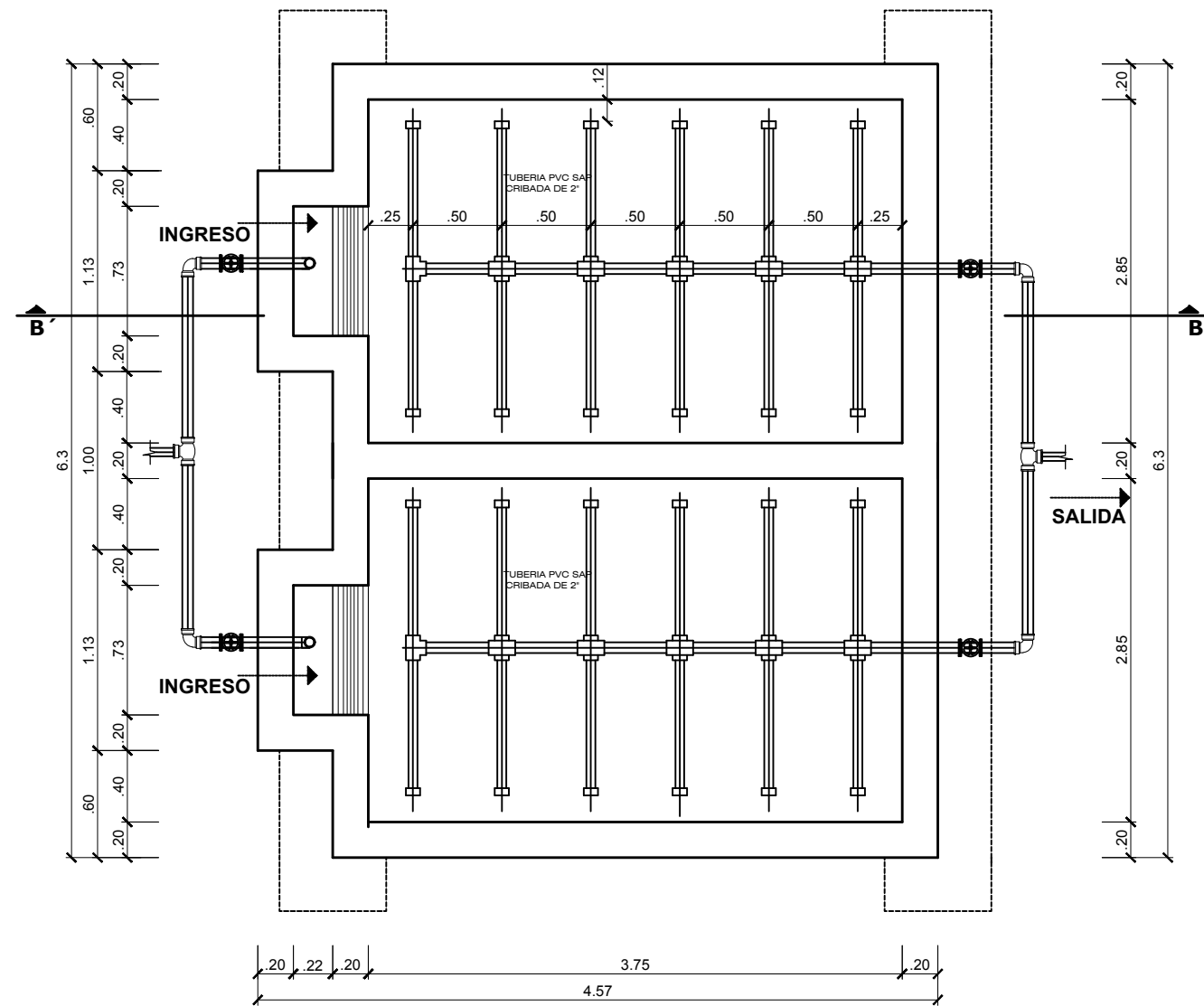


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
 LA MOLINA
 FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA

PLANO: **PROYECTADO**

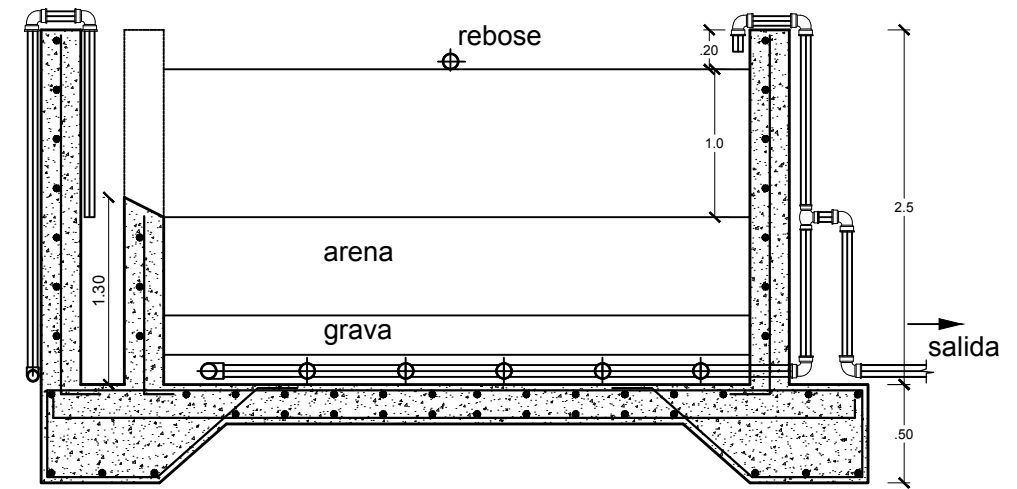
TESIS: "NUEVO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO TUTIN - EL CENEPA - CONDORCANGUI - AMAZONAS" FECHA: MARZO 2016 LAMINA: **T-04**

ALUANO: SANTI MORALES LUCIO LEONARDO (20091233) ESCALA: INDICADA DISTRITO: EL CENEPA



PLANTA FILTRO LENTO

Esc. 1:20

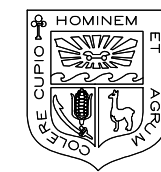


CORTE B'-B

Esc. 1:25

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- CONCRETO SIMPLE
 - SOLADO $f'c = 10 \text{ MPa (100 Kg/cm}^2\text{)}$
- CONCRETO ARMADO
 - CONCRETO $f'c = 20 \text{ MPa (210 Kg/cm}^2\text{)}$
 - CEMENTO TIPO V
- ACERO $f_y = 420 \text{ MPa (4200 Kg/cm}^2\text{)}$
- CAPACIDAD PORTANTE
 - $\nabla_{adm} :$ $0.1 \text{ MPa (1.00 Kg/cm}^2\text{)}$
 - VER ESTUDIO DE SUELOS
- RECUBRIMIENTOS
 - MUROS y LOSAS 0.04



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA



PLANO:

FILTRO LENTO DE ARENA

TESIS:
"NUEVO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO
TUTÍN - EL CENEPA - CONDORCANQUI - AMAZONAS"

FECHA:
MARZO 2016

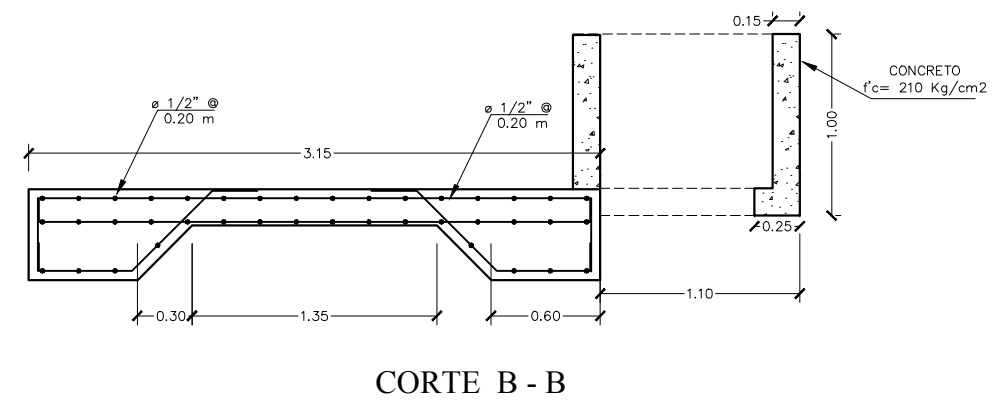
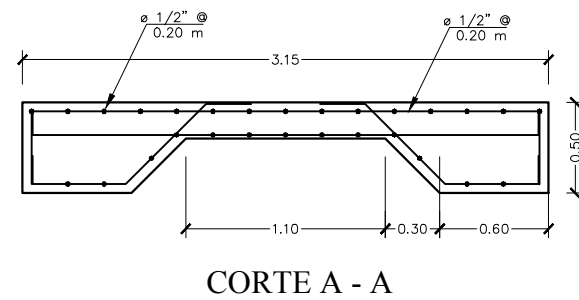
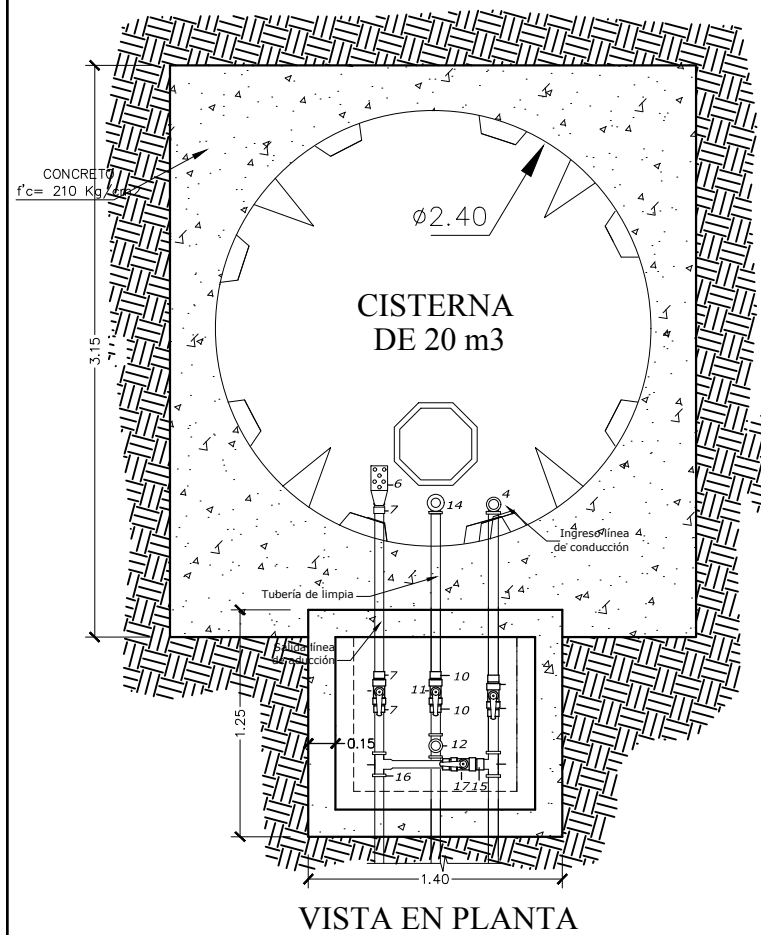
LAMINA:

T-07

ALUMNO:
SANTI MORALES LUCIO LEONARDO (20091233)

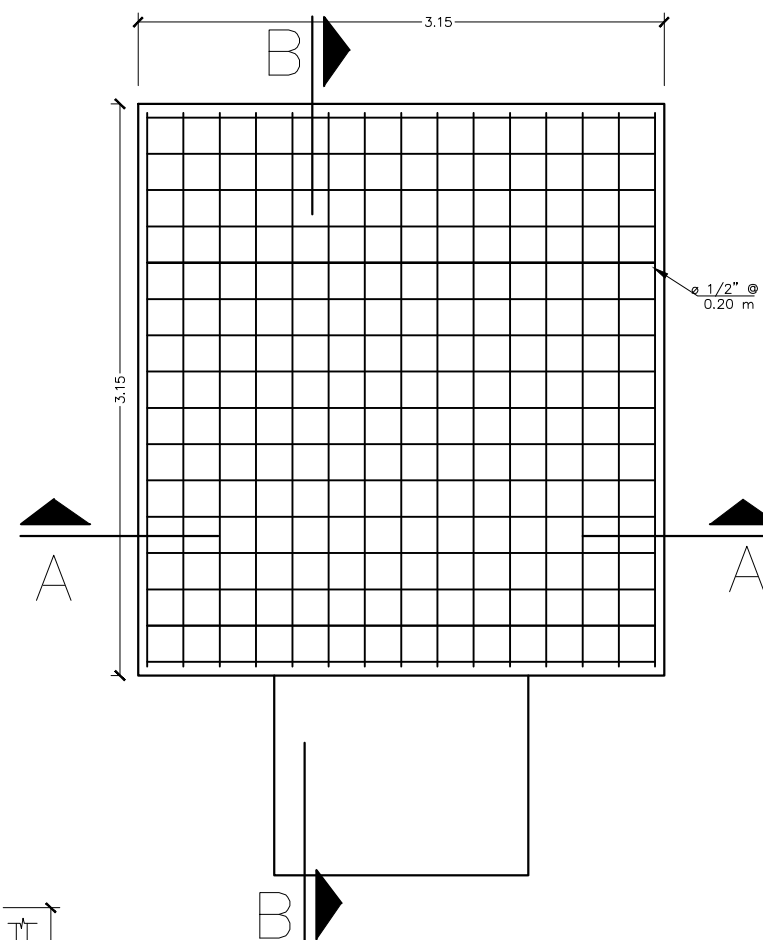
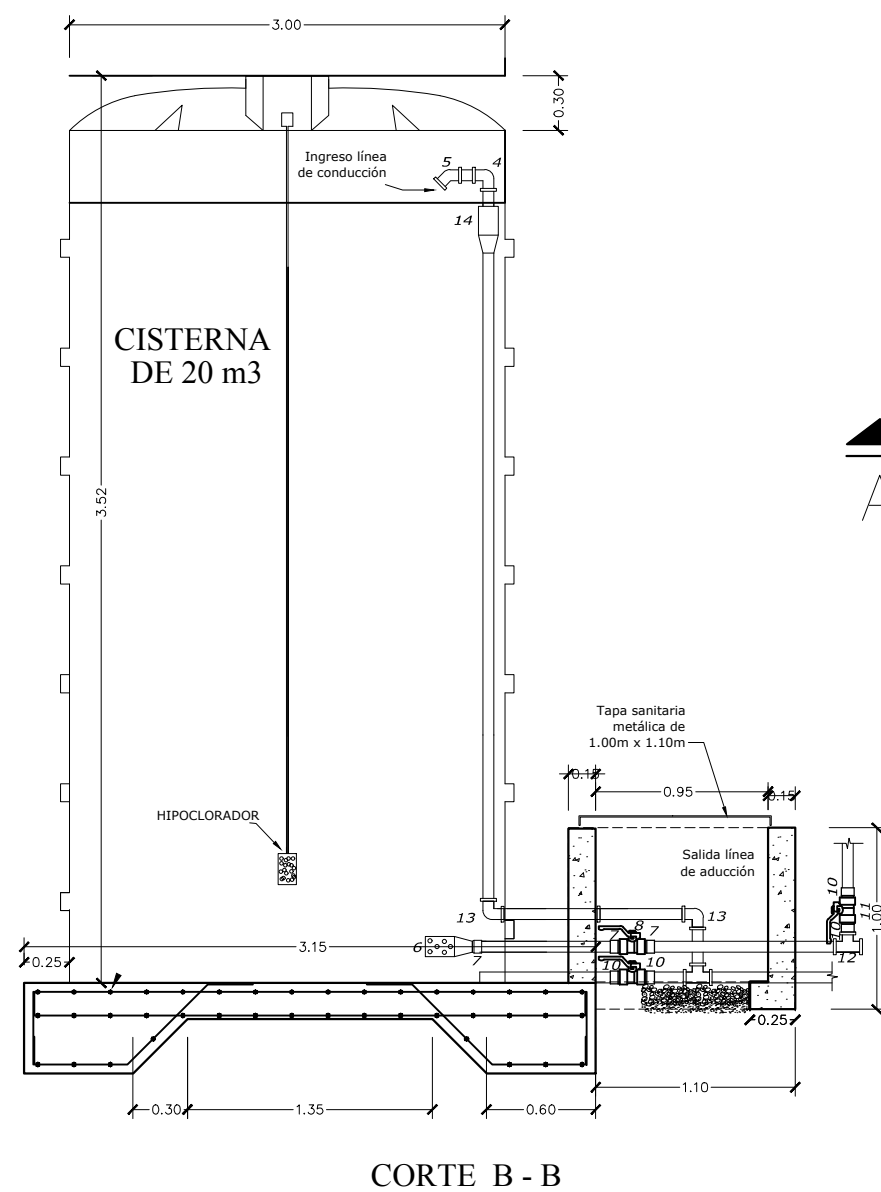
ESCALA:
INDICADA

DISTRITO:
EL CENEPA



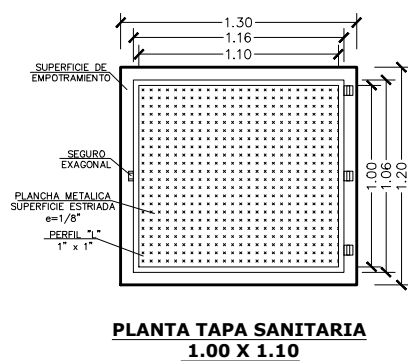
CUADRO DE ACCESORIOS

N°	ACCESORIO	CANT.	DIAM.
INGRESO			
1	Tee PVC SAP C-10	01	2"
2	Adaptador UPR HDPE	02	2"
3	Valvula Esferica	01	2"
4	Codo HDPE de 90°	02	2"
5	Codo HDPE de 45°	01	2"
SALIDA			
6	Canastilla de PVC	01	3"
7	Adaptador UPR PVC	03	3"
8	Valvula Esferica	01	3"
9	Tee PVC SAP	01	3"
REBOSE			
10	Adaptador UPR PVC	02	2"
11	Valvula Esferica	02	2"
12	Tee PVC SAP	01	2"
13	Codo PVC SAP de 90°	02	2"
14	Cono de Rebose PVC	01	4"x2"
BY PASS			
15	Adaptador UPR PVC	02	2"
16	Reduccion PVC SAP	01	3"x2"
17	Valvula Esferica	01	2"



ESPECIFICACIONES TECNICAS

- El concreto de losa es de f'c= 210 Kg/cm²
- El concreto de la caja de valvula de control f'c= 175 Kg/cm²
- Tanque de Almacenamiento de tipo : TAN - 20 000 L
Altura de 3.4 con diametro 3.00
Diametro de tapa de 18"
Diametro de placa de 0.20 m
- Acero de grado 60 de losa de tanque de almacenamiento fy = 4,200 Kg/cm²
- Capacidad portante del suelo 0,7 Kg/m²



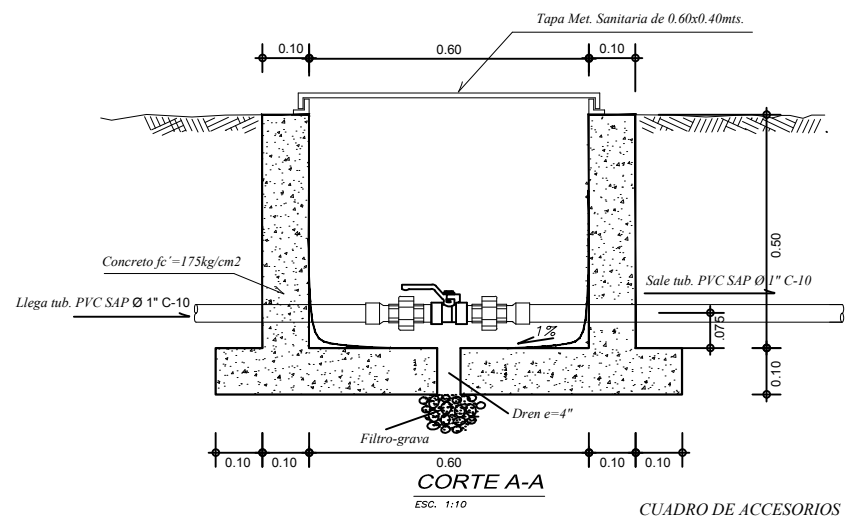
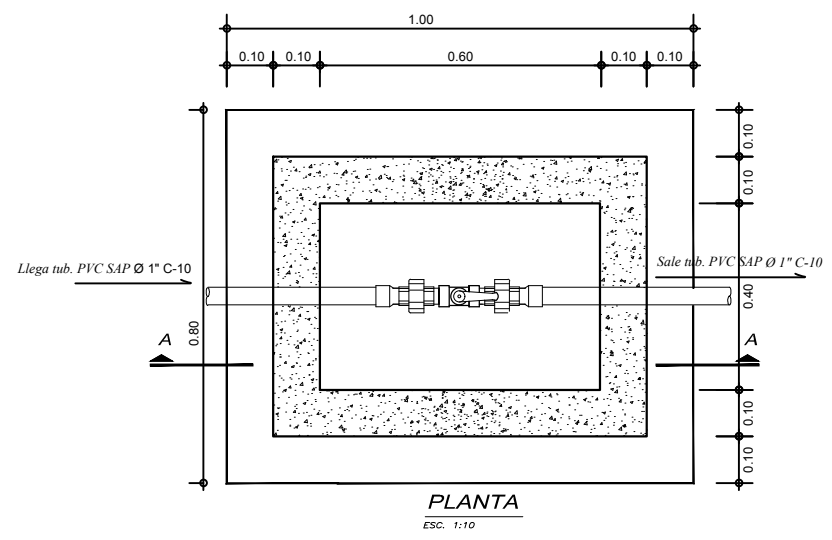
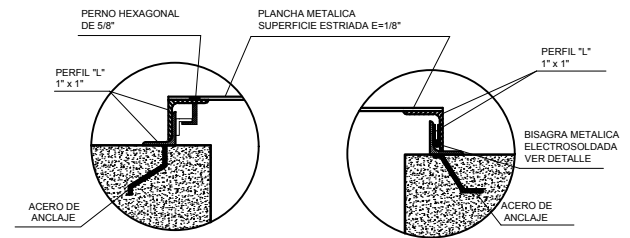
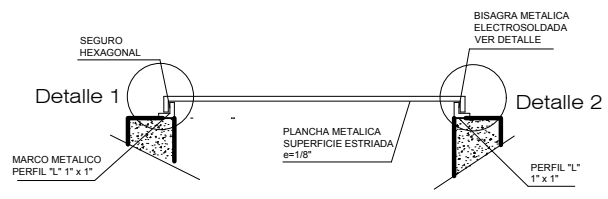


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA



RESERVORIO PRE-FABRICADO

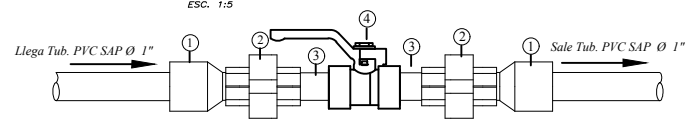
TESIS: "NUEVO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO TUTIN - EL CENEP - CONDORCANQUI - AMAZONAS"	FECHA: MARZO 2016	LAMINA: T-08
ALUMNO: SANTI MORALES LUCIO LEONARDO (20091233)	ESCALA: INDICADA	DISTRITO: EL CENEP



CUADRO DE ACCESORIOS

Nº	ACCESORIO	CANT.	DIAM.
1	Adaptador PVC SAP	02	1"
2	Union universal PVC SAP	02	1"
3	Niple PVC SAP	02	1"
4	Válvula Esferica	01	1"

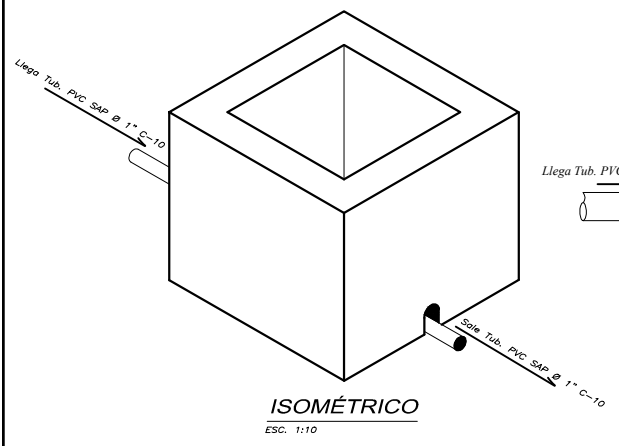
DETALLE DE VALVULA DE CONTROL
ESC. 1:5



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
CONCRETO
 Concreto: $f_c' = 175 \text{ kg/cm}^2$

TUBERIA Y ACCESORIOS
 Tubería y accesorios PVC deben cumplir Norma Técnica peruana 399.002 para fluidos a presión.
 Tubería de agua: PVC SAP NTP ISO 4422

CARPINTERIA METÁLICA:
 Espesor mínimo = 1/8", cubierto con pintura anticorrosiva



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA

VALVULA DE CONTROL

TÍTULO: "NUEVO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO TUTÍN - EL CENEPA - CONDORCANQUI - AMAZONAS"	FECHA: MARZO 2016	LAMINA: T-09
ALUMNO: SANTI MORALES LUCIO LEONARDO (20091233)	ESCALA: INDICADA	DISTRITO: EL CENEPA

CUADRO DE ACCESORIOS

N°	ACCESORIO	CANT	DIAM
1	Adaptador UPR PVC	02	3/4"
2	Union universal PVC	02	3/4"
3	Niple PVC SAP	02	3/4"
4	Válvula esférica	01	3/4"

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
CONCRETO

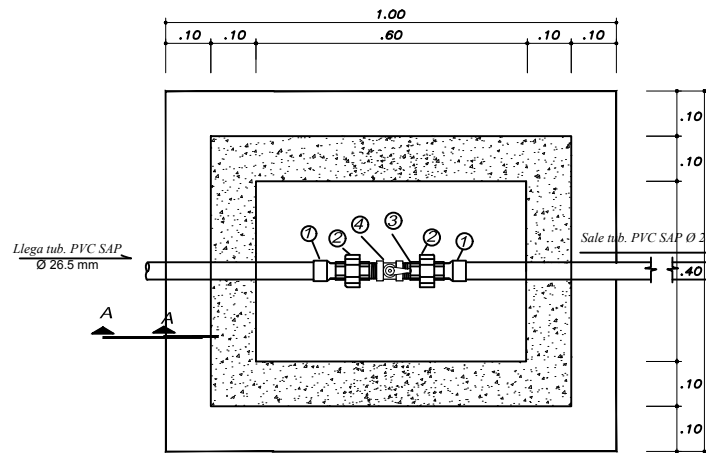
Concreto $f_c' = 140 \text{ kg/cm}^2$

TUBERIA Y ACCESORIOS

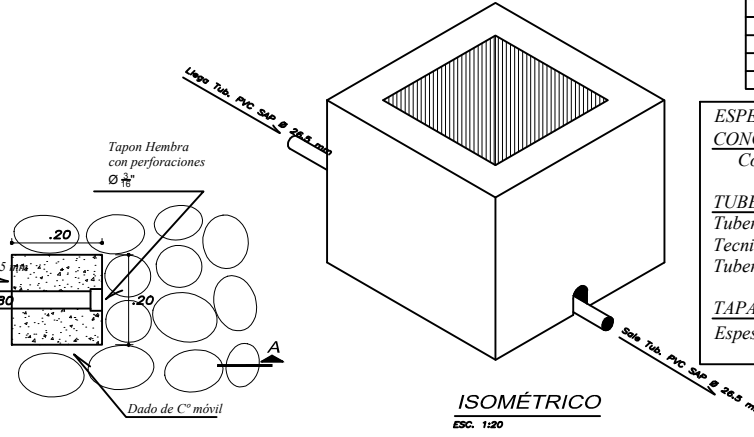
Tubería y accesorios PVC deben cumplir Norma Técnica peruana 399.002 para fluidos a presión. Tubería de agua: PVC SAP

TAPA METALICA

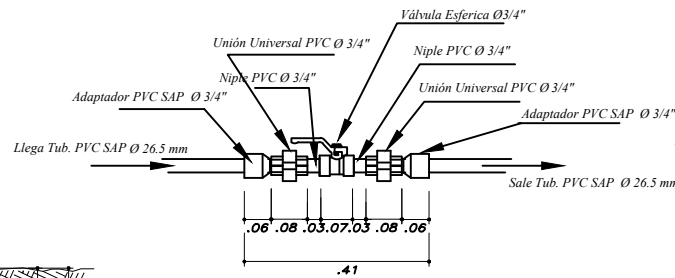
Espesor mínimo = $\frac{1}{8}$ "



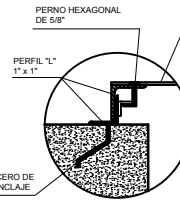
PLANTA
ESC. 1:10



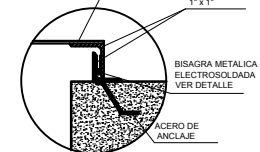
ISOMÉTRICO
ESC. 1:20



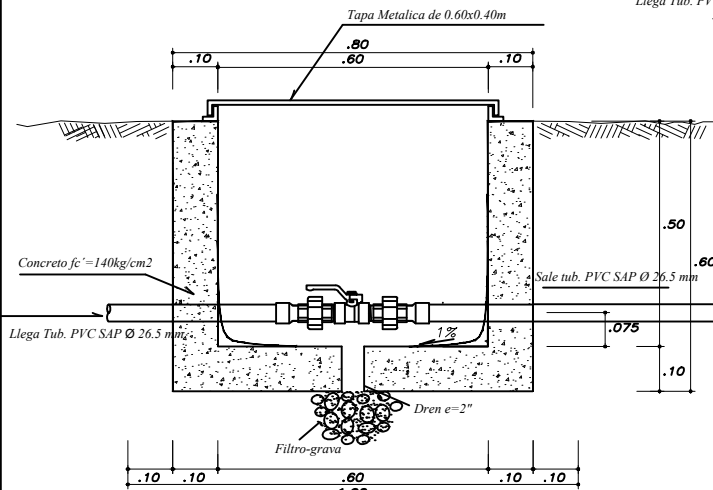
DETALLE DE VALVULA DE PURGA
ESC. 1:5



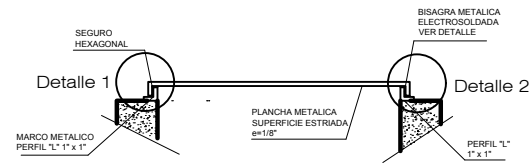
DETALLE N° 1
ESC. 5/8



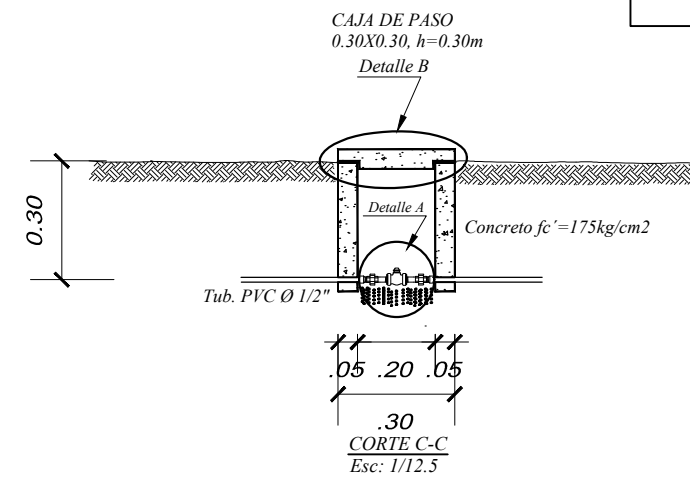
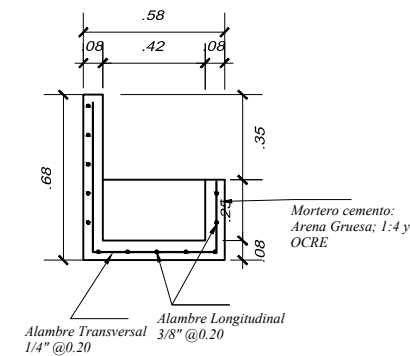
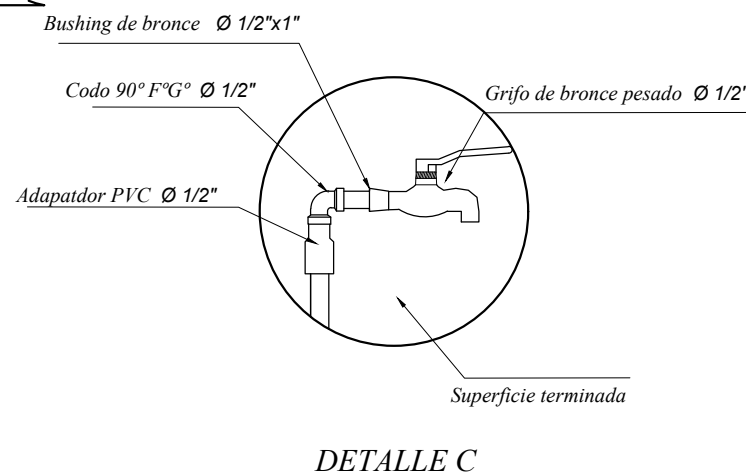
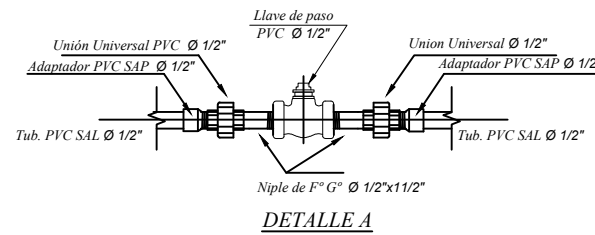
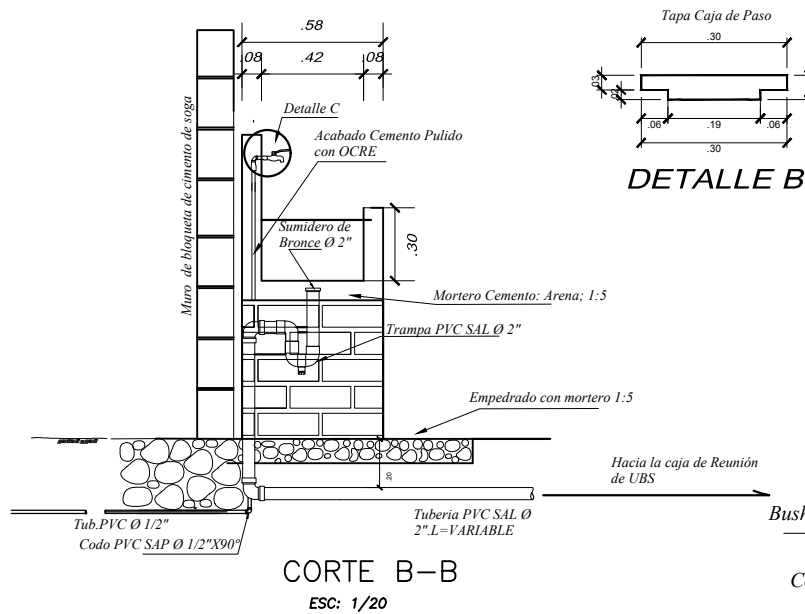
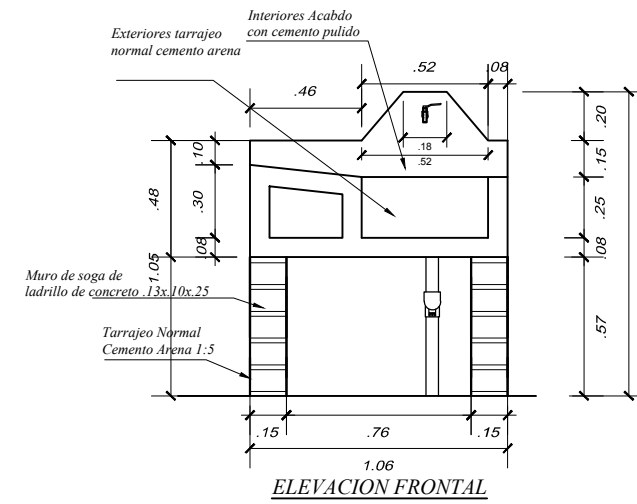
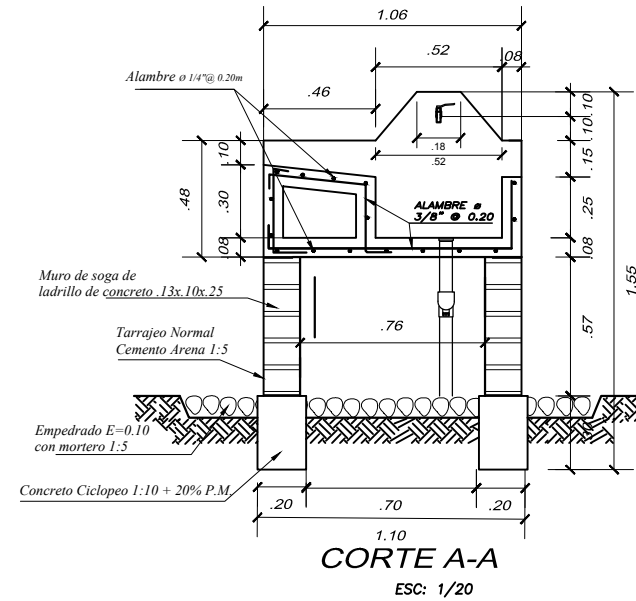
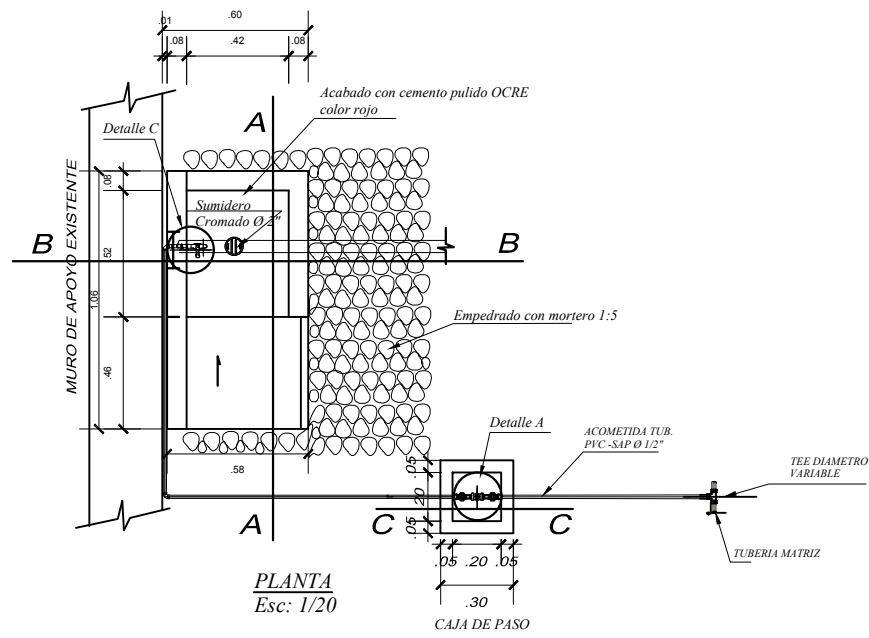
DETALLE N° 2
ESC. 5/8



CORTE A-A
ESC. 1:10



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA	
PLANO: VALVULA DE PURGA	
TÍTULO: "NUEVO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO TUTÍN - EL CENEPA - CONDORCANGUI - AMAZONAS"	FECHA: MARZO 2016
ALUMNO: SANTI MORALES LUCIO LEONARDO (20091233)	ESCALA: INDICADA
DISTRITO: EL CENEPA	LAMINA: T-10



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ESTRUCTURA DE LAVADERO
Mortero 1:5 Cemento: Arena
CIMENTACIÓN PATAS DE LAVADERO
CONCRETO
Concreto Ciclopeo 1:10 + 20% P.M.

ACERO
Fierro Corrugado 3/8" y Alambre de 1/4"

TARRAJEOS Y DERRAMES

EXTERIORES:
Mortero mezcla cemento-arena 1:5 Ocre rojo

INTERIORES:
Tarrajeo Cemento : Arena 1:5 Ocre rojo

TUBERÍA Y ACCESORIOS

Tubería y accesorios PVC deben cumplir Norma Técnica Peruana ISO 4422 para fluidos a presión
Tubería de Desague: PVC SAL

		UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA	
CONEXIÓN DOMICILIARIA			
PLANO:	TESIS: "NUEVO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO TUTÍN - EL CENEPa - CONDORCANGUI - AMAZONAS"		FECHA: MARZO 2016
ALUMNO: SANTI MORALES LUCIO LEONARDO (20091233)	ESCALA: INDICADA	DISTRITO: EL CENEPa	LAMINA: T-11